ISSN: 1646-9895

risti

Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Fevereiro 21 • February 21

©RISTI 2021 http://www.risti.xyz

Nº E42

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Edição / Edition
N.º E42, 02/2021

ISSN: 1646-9895

Indexação / Indexing
Academic Journals Database, CiteFactor, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, Index-Copernicus, Index of Information Systems Journals, Latindex, ProQuest, QUALIS, SCImago, SCOPUS, SIS, Ulrich's.

Publicação / Publication
RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Rua Quinta do Roseiral 76, 4435-209 Rio Tinto, Portugal
Web: http://www.risti.xyz

Director
Álvaro Rocha, Universidade de Lisboa, PT

Coordenadores da Edição / Issue Coordinators
Teresa Guarda, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC
Datzania Villao, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC
Marcelo Leon, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, EC

Conselho Editorial / Editorial Board
Carlos Ferrás Sexto, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Gonçalo Paiva Dias, Universidade de Aveiro, PT
Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo, ES
Ramiro Gonçalves, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT

Conselho Científico / Scientific Board
A. Augusto Sousa, FEUP, Universidade do Porto, PT
Abel Méndez Porras, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR
Abel Suing, Universidad Técnica Particular de Loja, EC
Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES
Adrián Hiebra Pardo, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES
Alberto Freitas, FMUP, Universidade do Porto, PT
Alcinia Zita Sampaio, IST, Universidade de Lisboa, PT
Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO
Alexandre L'Erario, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, BR
Alicia García-Holgado, Universidad de Salamanca, ES
Alma Gomez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES
Ana Amélia Carvalho, Universidade de Coimbra, PT
Ana Beatriz Blanco-Ariza, Universidad Simón Bolívar, CO
Ana Isabel Veloso, Universidade de Aveiro, PT
Ana Maria Correia, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Ana Paula Afonso, Instituto Politécnico do Porto, PT
Anabela Mesquita, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anacleto Correia, Escola Naval, PT
Angelica Caro, Universidad del Bío-Bío, CL
Ana Calvão, Universidade de Aveiro, PT
Ana Carla Amaro, Universidade de Aveiro, PT
Ana Melro, Universidade de Aveiro, PT
Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL
Aníbal Zaldivar-Colado, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX
Antonia Mas, Universitat de les Illes Balears, ES
António Abreu, ISCAP, Politécnico do Porto, PT
António Coelho, FEUP, Universidade do Porto, PT
Antonio Fernández-Caballero, Unversidad de Castilla-La Mancha, ES
António Godinho, ISLA-Gaia, PT
Antonio Jesus Garcia Loureiro, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Antonio Jiménez-Martín, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Antoni Lluís Mesquida Calafat, Universidad de las Islas Baleares, ES
António Palma dos Reis, ISEG, Universidade de Lisboa, PT
António Pereira, Instituto Politécnico de Leiria, PT
Armando Mendes, Universidade dos Açores, PT
Arnaldo Martins, Universidade de Aveiro, PT
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES
August Climent Ferrer, La Salle Open University, AD
Baltasar García Perez-Schofield, Universidad de Vigo, ES
Beatriz Rodríguez, Universidad de la Republica, UY
Beatriz Sainz de Abajo, Universidad de Valladolid, ES
Bernabé Escobar-Pérez, Universidad de Sevilla, ES
Borga Bordel, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Bráulio Alturas, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Carina Soledad González, Universidad de La Laguna, ES
Carlos Alexandre Silva, Instituto Federal de Minas Gerais, PT
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Carlos Regalao Noriega, Universidad Simón Bolívar, CO
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT

Carmen Galvez, Universidad de Granada, ES
Carlos Rabadão, Politécnico de Leiria, PT
Carlos Rompante Cunha, Politécnico de Bragança, PT
Cesar Colazzos, Universidad del Cauca, CO
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT
Cristina M.R. Caridade, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
Dalila Durães, Universidade do Minho, PT
Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT
Daniel Riesco, Universidad Nacional de San Luis, AR
Dante Carrizo, Universidad de Atacama, CL
David Fonseca, Universitat Ramon Llull, ES
David Luis La Red Martínez, Universidad Nacional del Nordeste, AR
David Ramos Valcarcel, Universidad de Vigo, ES
Debora Paiva, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, BR
Diana Cecilia Yacchirema Vargas, Escuela Politécnica Nacional, EC
Dora Simões, Universidade de Aveiro, PT
Edna Dias Canedo, Universidade de Brasília, BR
Eduardo Amadeu Dutra Moresi, Universidade Católica de Brasília, BR
Eduardo Sánchez Vila, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Edwin Juvenal Cedeño Herrera, Universidad de Panamá, PA
Enric Mor, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Eusébio Ferreira da Costa, Escola Superior de Tecnologias de Fafe, PT
Eva Villegas, La Salle - Universitat Ramon Llull, ES
Fábio Marques, Universidade de Aveiro, PT
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Fernando Bobillo, Universidad de Zaragoza, ES
Fernando Moreira, Universidade Portucalense, PT
Fernando Paulo Belfo, ISCAC, Politécnico de Coimbra, PT
Fernando Ramos, Universidade de Aveiro, PT
Fernando Ribeiro, Politécnico de Castelo Branco, PT
Fernando Suárez, CPEIG, ES
Filipe Caldeira, Politécnico de Viseu, PT
Filipe Montargil, Politécnico de Lisboa, PT
Filipe Portela, Universiade do Minho, PT

Flor de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE
Francisca Rosique Contreras, Universidad Politécnica de Cartagena, ES
Francisco Arcega, Universidad de Zaragoza, ES
Francisco Javier Lena-Acebo, Universidad de Cantabria, ES
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa, PT
Franyelit Suarez, Universidad de las Américas, EC
Gabriel Alberto García-Mireles, Universidad de Sonora, MX
Gabriel Guerrero-Contreras, Universidade de Cádiz, ES
Gerardo Gonzalez Filgueira, Universidad da Coruña, ES
Gladys Tenesaca Luna, Universidad Técnica Particular de Loja, EC
Gloria Maritza Valencia Vivas, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Gloria Piedad Gasca-Hurtado, Universidad de Medellín, CO
Guilhermina Lobato Miranda, Universidade de Lisboa, PT
Hélder Gomes, Universidade de Aveiro, PT
Hélder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT
Henrique S. Mamede, Universidade Aberta, PT
Higino Ramos, Universidad de Salamanca, ES
Inês Domingues, CI-IPOP, PT
Inés López, Universidad de Alcalá, ES
Isabel de la Torre, University of Valladolid, ES
Isabel Pedrosa, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Isidro Calvo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Isidro Navarro, Universidad Politécnica de Cataluña, ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Ivaldir de Farias Junior, Universidade de Pernambuco, BR
Ivan Garcia, Universidad Tecnologica de la Mixteca, MX
João Paulo Ferreira, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
João Reis, Universidade de Aveiro, PT
João Roberto de Toledo Quadro, CEFET/RJ, BR
Jacinto Estima, Universidade Europeia, PT
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia, ES
Javier Medina, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO
Jeimy Cano, Universidad de los Andes, CO

Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT), MX
João Balsa, FC, Universidade de Lisboa, PT
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra, PT
João Tavares, FEUP, Universidade do Porto, PT
João Vidal de Carvalho, ISCAP, Politécnico do Porto, PT
Joaquim Ferreira, Universidade de Aveiro, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Jorge Bernardino, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
Jorge Buele, Universidad Tecnológica Indoamérica, EC
Jorge Eduardo Ibarra-Esquer, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Jorge da Silva Correia-Neto, Universidade Federal Rural de Pernambuco, BR
Jose Alfonso Aguilar, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX
José Alvarez-Garcia, Universidad de Extremadura, ES
José Borbinha, IST, Universidade de Lisboa, PT
José Carlos Ribeiro, Politécnico de Leiria, PT
José Cascalho, Universidade dos Açores, PT
José Felipe Cocón Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, MX
Jose J. Pazos-Arias, Universidad de Vigo, ES
José Luís Pereira, Universidade do Minho, PT
José Luís Silva, Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), PT
José Paulo Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT
José Luis Pestrana Brincones, Universidad de Málaga, ES
José Luís Reis, ISMAI - Instituto Universitário da Maia, PT
Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES
José Machado, Universidade do Minho, PT
Jose Maria de Fuentes, Universidad Carlos III de Madrid, ES
Jose R. R. Viqueira, Universidade de Santiago de Compostela, ES
José Silvestre Silva, Academia Militar, PT
José Torres, Universidade Fernando Pessoa, PT
Josep M. Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Juan Angel Contreras Vas, Universidad de Extremadura, ES
Juan D'Amato, PLADEMA-UNCPBA-CONICET, AR
Juan M. Santos Gago, Universidad de Vigo, ES
Jugurta Lisboa-Filho, Universidade Federal de Viçosa, BR

Klinge Orlando Villalba-Condori, Universidad Católica de Santa María, PE
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR
Leonardo Bermon, Universidad Nacional de Colombia, CO
Leticia Morales Trujillo, Universidad de Sevilla, ES
Lilia Muñoz, Univerrsidad Tecnológica de Panamá, PA
Lucila Ishitani, PUC Minas, BR
Lucila Romero, Universidad Nacional del Litoral, AR
Luis Alvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES
Luís Bruno, Instituto Politécnico de Beja, PT
Luis Camarinha-Matos, Universidade Nova de Lisboa, PT
Luís Cavique, Universidade Aberta, PT
Luis Chamba Eras, Universidad Nacional de Loja, EC
Luis Enrique Sánchez Crespo, Universidad de Castilla-La Mancha, ES
Luis Fernández Sanz, Universidad de Alcalá, ES
Luís Ferreira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Luis Vilán-Crespo, Universidad de Vigo, ES
Luis Maria Romero-Moreno, Universidad de Sevilla, ES
Luisa Miranda, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Lus Sussy Bayona Ore, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, PE
Luz María Hernández Cruz, Universidad Autónoma de Campeche, MX
Magdalena Arcilla Cobián, Universidade Nacional de Educación a Distancia, ES
Manuel Fernández-Veiga, Universidad de Vigo, ES
Manuel Jose Fernandez Iglesias, Universidad de Vigo, ES
Marcelo Marciszack, Universidad Tecnológica Nacional, AR
Marcelo de Paiva Guimarães, Universidade Federal de São Paulo, BR
Marcelo Zambrano Vizuete, Universidad Tecnica Del Norte, EC
Marco Javier Suarez Barón, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, CO
Marco Painho, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Margarita Ramirez Ramirez, Universidad Autonoma de Baja California, MX
Maria Amelia Eliseu, Mackenzie Presbyterian University, BR
Maria Cristina Marcelino Bento, UNIFATEA, BR
María de la Cruz del Río-Rama, Universidad de Vigo, ES
Maria de los Milagros Gutierrez, Universidad Tecnológica Nacional, AR
María del Mar Miras Rodriguez, Universidad de Sevilla, ES

Maria do Rosário Bernardo, Universidade Aberta, BR
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC
Maria Helena Garcia Ruiz, Universidad de Camtabria, ES
María J. Lado, Universidad de Vigo, ES
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT
Maria José Angélico, Instituto Politécnico do Porto, PT
Maria José Escalona, Universidad de Sevilla, ES
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT
Mario Chacón-Rivas, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR
Mario José Diván, Universidad Nacional de La Pampa, AR
Marisol B. Correia, Universidade do Algarve, PT
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR
Martín Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES
Martín López Nores, Universidad de Vigo, ES
Matías García Rivera, Universidad de Vigo, ES
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz, ES
Miguel A. Brito, Universidade do Minho, PT
Miguel Ángel Conde, Univesidad de León, ES
Miguel Angel Olivero Gonzalez, Universidad de Sevilla, ES
Miguel Bugalho, Universidade Europeia, PT
Miguel Casquilho, IST, Universidade de Lisboa, PT
Miguel Ramón González Castro, Ence, Energía y Celulosa, ES
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), MX
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Melão, Politécnico de Viseu, PT
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT
Oscar Mealha, Universidade de Aveiro, PT
Patricia Dias, Universidade do estado de Minas Gerais, BR
Patrícia Oliveira, Universidade de Aveiro, PT
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Paulo Pinto, FCT, Universidade Nova de Lisboa, PT

Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa, PT
Paulo Urbano, FC, Universidade de Lisboa, PT
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior, PT
Pedro Palos, Universidad de Sevilla, ES
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa, PT
Pedro Sousa, Universidade do Minho, PT
Pilar Mareca Lopez, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Ramiro Delgado, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Ramon Alcarria, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Raul Laureano, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Renato Maurício Toasa Guachi, Universidad Tecnológica Israel, EC
Rene Faruk Garzozi-Pincay, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC
Ricardo Andrés García León, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, MX
Ricardo J. Rodríguez, Universidad de Zaragoza, ES
Ricardo Linden, FSMA, BR
Rita Oliveira, Universidade de Aveiro, PT
Rita Santos, Universidade de Aveiro, PT
Robero Marichal, Universidad de La Laguna, ES
Roberto Theron, Universidad de Salamanca, ES
Rodolfo Miranda Barros, Universidade Estadual de Londrina, BR
Román Lara, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Rubén González Crespo, Universidad Internacional de La Rioja, ES
Rui Cruz, IST, Universidade de Lisboa, PT
Rui José, Universidade do Minho, PT
Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT
Rui S. Moreira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Samuel Sepúlveda, Universidad de La Frontera, CL
Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE
Sara Balderas-Díaz, Universidad de Cádiz, ES
Saulo Barbara de Oliveira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR
Sérgi F. Lopes, Universidade do Minho, PT
Sergio Araya Guzmán, Universidad del Bío-Bío, CL
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES

Sérgio Guerreiro, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, PT
Silvia Fernandes, Universidade do Algarve, PT
Solange N Alves de Souza, Universidade de São Paulo, BR
Telmo Silva, Universidade de Aveiro, PT
Teresa Guarda, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC
Tomas San Feliu, Universidad Politecnica de Madrid, ES
Thiago Dias, CEFET-MG, BR
Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie, BR
Vera Pospelova, Universidad de Alcalá, ES
Verónica Vasconcelos, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
Vicente Morales, Universidad Técnica de Ambato, EC
Victor Flores, Universidad Católica del Norte, CL
Víctor H. Andaluz, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, EC
Victor Hugo Medina Garcia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO
Vitor Carvalho, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Vitor Santos, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 30/09/2020
Aceitação/Acceptance: 14/11/2020

Editorial

Nuevas tendencias en la evolución y transformación digital: Volumen II

New digital evolution and transformation trends: Volume II

Teresa Guarda[1,2], Datzania Villao[1,2], Marcelo Leon[3]

tguarda@gmail.com; datzaniavillao@gmail.com; marceloleon11@hotmail.com

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena – UPSE, La Libertad, Ecuador

[2] CIST - Centro de Investigación y Innovación en Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

[3] Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador

Pages: xi-xiii

1. Introducción

Las nuevas tendencias de evolución y transformación digital, permiten la comunicación y la computación ubicua entre ciudadanos, industria, organizaciones, máquinas en red y objetos físicos; proporcionando una visión prometedora, de un futuro integrando el mundo real de los agentes del conocimiento y las cosas, con el mundo virtual de la información.

La realidad actual y el futuro de la informática y las comunicaciones están respaldados por una evolución tecnológica dinámica en muchos campos, desde los sensores inalámbricos, las redes de sensores inalámbricos hasta la nanotecnología.

Debido a su amplio impacto en muchos campos, rápidamente ganó la atención mundial de la academia, los gobiernos, la industria y la ciudadanía. Este cambio en la red de oficinas modifica profundamente el panorama de la actividad humana, es decir, en lo que respecta a la adquisición y producción de conocimiento, ofreciendo nuevas posibilidades, pero también desafíos que deben ser explorados y evaluados.

Esta edición de RISTI incluye temas de investigación multidisciplinaria que abarcan paradigmas, metodologías de transferencia de conocimiento y estrategias de innovación que utilizan el conocimiento y la inteligencia en un sentido amplio, que pueden ser aplicados a la solución de problemas globales a nivel de gobierno, organización, industria, medio ambiente y comunidad.

2. Estructura

Los artículos presentados en esta edición fueron seleccionados de los artículos aceptados en el Congreso Internacional de Sistemas y Tecnologías de la Información (ICITS'21), realizado en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en Santa Elena, Ecuador, del 10 al 12 de febrero de 2021.

ICITS'21, es un foro internacional para investigadores y profesionales, para presentar y discutir las últimas innovaciones, tendencias, resultados, experiencias e inquietudes desde las diferentes perspectivas de las Tecnologías de la información & Sistemas.

El conjunto de artículos publicados en este número de RISTI, fue el resultado de la selección de algunos trabajos presentados por los autores de los Talleres y otros de la conferencia principal.

Esta edición aborda temas multidisciplinarios relacionados con: Gestión de la información y el conocimiento; Modelos organizacionales y sistemas de información; Modelado de software y sistemas; Sistemas, arquitecturas, aplicaciones y herramientas de software; Sistemas y aplicaciones multimedia; Redes informáticas, movilidad y sistemas ubicuos; Sistemas inteligentes y de apoyo a la toma de decisiones; Aplicaciones y análisis de Big Data; La interacción persona-ordenador; Ética, Computación y Seguridad; Informática sanitaria; y tecnologías de la información en la educación.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a todos los autores y revisores involucrados en esta edición, esperando que este número de RISTI resulte una lectura útil para todos.

Un agradecimiento especial a AISTI, y a todas las entidades que contribuyeron a este emprendimiento, haciendo de RISTI una referencia: CiteFactor, Compendex, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, IndexCopernicus, Index of Information Systems Journals, Web of Knowledge, Latindex, ProQuest, QUALIS, SciELO, SCImago y Scopus.

Índice / Index

EDITORIAL

Nuevas tendencias en la evolución y transformación digital: Volumen II.....ix
Teresa Guarda, Datzania Villao, Marcelo Leon

ARTIGOS / ARTICLES

Identificación de relaciones entre medicamentos en base a códigos extraídos de un sistema informático 1
Lisbeth Leiva, Ruth Reátegui

La Computación en la Nube en el proceso formativo en Programación Web.....10
Pablo Alejandro Quezada-Sarmiento, Cristóbal Suárez–Guerrero

Estimación de cloruros por medio de sensores remotos con Sentinel 2 usando redes neuronales en el Lago de Tota, Colombia 20
Luis M. Guerrero, Luz Angela Rocha, Javier Medina

Uso de la metodología STEAM para motivar a niños el uso de Inteligencia Artificial.....31
Juan José Játiva, Jefferson Beltrán Morales

Modelo de apropiación de Tecnologías de la Información Geográfica como apoyo a la consolidación de Ciudades Inteligentes, caso de estudio Bogotá (Colombia)..... 46
Yeni-Andrea Nieto-Vera, Luz-Ángela Rocha-Salamanca

Desarrollo e implementación de sistema de gestión integral de calidad 59
Manuel Andrés López Martínez, Nora Osuna-Millán, Jesús Manuel Niebla Zatarain Ricardo Rosales Esperanza Manrique Rojas

Máquina Social: um paradigma emergente ainda desconhecido..... 70
Brunno Wagner Lemos de Souza, Silvio Romero de Lemos Meira

Propuesta de implementación de un modelo conceptual de infraestructura de datos espaciales para el departamento del Meta, Colombia..... 90
Helber Leonardo Gutierrez Guerrero, Luz Angela Rocha Salamanca

Implementación de un Dashboard para el apoyo en la toma de decisiones en el sector privado en Distribución de Maquinaria y Materia Prima para productos de Panificación.....103
Rodrigo Cuevas Hernández, Hilda Beatriz Ramírez Moreno

El Impacto de Inteligencia de negocios en las Redes Sociales 113
Donald Córdova, Jeniffer Domínguez, Jefferson Moreira, Shirley Suárez, Teresa Guarda, Lidice Haz, Ivan Coronel

Análisis del Estado Actual de Procesamiento de Lenguaje Natural.....126
Dorys Moreira, Ivan Cruz, Karolina Gonzalez, Andrea Quirumbay, Christian Magallan, Teresa Guarda, Alicia Andrade, Carlos Castillo

Aplicación del aprendizaje automático como solución en los sistemas de negocios 137
Kevin Gómez, Mervy Magallan, Geovanny Méndez, George Ramírez, Teresa Guarda, Marjorie Coronel, Jaime Orozco, Daniel Quirumbay

Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Industria Automotriz.....149
Jefferson Aguirre, Freddy García, Camilo Ramírez, Sergio Floreano, Teresa Guarda, Ivan Sanchez, Jimmy Riviera, Carlos Sanchez

Fusión de imágenes satelitales Sentinel y PlanetScope del Área Metropolitana de Barranquilla usando la Transformada Wavelet Meyer 159
Harold Andrés León-Vega, Maria Isabel Rodríguez-Laitón, Javier Medina

Aplicación de la lógica difusa en la implementación de rúbricas de evaluación en el contexto universitario 174
Gabriel Elías Chanchí G, Luz Marina Sierra M, Wilmar Yesid Campo M

Capacidades tecnológicas de las Mipymes: Tijuana, Baja California.....188
Juan Antonio Meza Fregoso, Nora del Carmen Osuna Millan, Ricardo Fernando Rosales Cisneros, Jacob Muñoz Ronkally

Incorporación de Pensamiento Computacional en Ingenierías como soporte a la competencia de Desarrollo de Problemas: jugando con Lightbot 199
Gustavo Urquizo, Elizabeth Vidal, Eveling Castro

Cambio de Paradigmas en Ingeniería de Requisitos Desde el Enfoque de BPM 208
Jorge Fernando Soler López, José Nelson Pérez Castillo

Rotatividade nas empresas tecnológicas em Portugal: estado da arte..... 222
Catarina Ferreira, Isabel Pedrosa, António Calheiros

Especificação e Desenvolvimento de um *ChatBot* para Apoio ao Atendimento a Pessoas com Trissomia 21..... 238
João Benedito dos Santos Junior, Ana Paula Lopes Franco, Thatia Regina Bonfim, Antônio Ângelo Rocha

KARE: Metodología para el desarrollo de prototipos de Interfaces Tangibles de Usuario basada en la definición de la Arquitectura de Información....245
Javier M Reyes V, Paola-J Rodríguez-C, Ivette Kafure Muñoz

Sistema IoT para la monitorización de niveles de ruido en zonas aledañas al aeropuerto de Cartagena de Indias....257
Harold Adrián Peña R, Gabriel Elías Chanchí G, Wilmar Yesid Campo M

Sistema IoT para el seguimiento y análisis del nivel de saturación y ritmo cardíaco en el diagnóstico temprano de Covid-19....272
Gabriel Elías Chanchí G, María Clara Gómez A, Claudia Estella Hernández-Londoño

Perspetivas sobre o *e-Government* em Portugal: Um Estudo Qualitativo....286
Adriana Zoqui de Freitas Cayres Nishimura, Manuel Au-Yong-Oliveira

Técnicas de ajuste de hiperparámetros de algoritmos de aprendizaje automático para la estimación de esfuerzo: un mapeo de literatura....305
Leonardo Villalobos-Arias, Christian Quesada-López, Alexandra Martínez, Marcelo Jenkins

UDLOntology: An ontology for education in the diversity....319
María Viola Deambrosis, Regina Motz and María Amelia Eliseo

IoT nas Smart Cities: Revisão da literatura....330
Pedro Oliveira, Isabel Pedrosa, Jorge Bernardino

Uma Proposta de *Chatbot* Para Apoio a Gestantes no Contexto do Sistema de Saúde Brasileiro....344
João Benedito dos Santos Junior, Julia Gomes, Julia da Silva Dias, Larissa Neris Oliveira de Souza, Ana Carolina Nogueira Zanotti, Raeli Pereira Dias, Ângela Borges de Carvalho

Modelo de Decisión para Gestión de Procesos y Recursos en Sistemas Distribuidos con Balanceo de Carga de Trabajo....353
Jorge Tomás Fornerón Martínez, Federico Agostini, David Luis La Red Martínez

Uma Proposta de *ChatBot* para Tele Orientação sobre Aleitamento Materno....367
João Benedito dos Santos Junior, Lara Dias, Lívia Justino Figueiredo, Luis Fernando Coutinho de Brito, Tainara Maria de Souza Abrão, Thatia Regina Bonfim

Impactos da Lei de Proteção de Dados (LGPD) brasileira no uso da Computação em Nuvem....374
Márcio Aurélio de Souza Fernandes, Fernando Gonçalves de Oliveira, Felipe Silva Ferraz, Daniel Alves da Silva, Edna Dias Canedo, Rafael Timóteo de Sousa Jr

Uma Proposta de *ChatBot* Para Telediagnóstico
de Câncer do Colo do Útero: Uma abordagem Inovadora
e Centrada nos Usuários de Unidades Básicas de Saúde..... 386
João Benedito dos Santos Junior, Ana Julia Silva Dias, Beatriz Zanzin de Paiva Souza, Hadassa Carvalho Victorino, Thaís Soares Carmello, Thatia Regina Bonfim, Antônio Ângelo Rocha, Gabriela Moreno Gomes

Educción y especificación de requisitos para
equipos TI pequeños: una propuesta..... 396
Samuel Sepúlveda

Compartilhamento de arquivos em Home Office:
uma solução de armazenamento de arquivos segura e
altamente disponível em um ambiente de nuvem privada..... 409
Caio V.S. Moreira, Rafael M. Monteiro, Francisco Lopes de Caldas Filho, Lucas M. C. e Martins, Robson de Oliveira Albuquerque, Rafael Timóteo de Sousa Júnior

Construcción de un banco de pruebas para redes 5G basado en SDN y SDR 425
Jose Luis Chavez P, Wilmar Yesid Campo M, Gabriel Elías Chanchí G

Explorando la relación entre Gestión del
Conocimiento y el Rendimiento Organizativo en
Instituciones de Educación de Fuerzas Armadas..... 438
Sergio Araya-Guzmán, Eduardo Palacios-Fuentealba, Cristian Salazar-Concha

Framework de seguridad para desarrollo de
aplicaciones móviles y su aporte a la CiberResiliencia.....452
Danilo Jaramillo H, Karla Romero G, Consuelo Ramos

Identificación de oportunidades en las competencias de aprendizaje
a nivel superior bajo una propuesta de modelo basado en agentes 469
María del Consuelo Salgado Soto, Ismael Plascencia López, Esperanza Manrique Rojas, Ricardo Rosales Cisneros, Hilda Beatriz Ramírez Moreno

Videojuegos educativos para niñas y niños en educación
preescolar utilizando robótica y realidad aumentada 482
Abel Méndez-Porras, Jorge Alfaro-Velasco, Rodolfo Rojas-Guzmán

Control de Velocidad de Motor de Inducción con
Observador Difuso y Controlador Neuronal..... 496
Samuel Bustos, Evelin Banchon, José Ramírez, José Sanchez, Walter Orozco, Ivan Sanchez, Freddy Villao, Andres Villao

Comportamiento en el uso de Redes Sociales en estudiantes de
enseñanza media: Los casos de un colegio particular y uno público en Chile..... 506
Cristian Salazar-Concha, Darío Barros Cárdenas, Joseph Quinn Krarup

Integración y aplicación de Balanced Scorecard con ANP difuso en un PyMe..... 520
Rosa Galleguillos-Pozo, Edisson P. Jordan-H, Franklin Tigre-Ortega, Marcelo V. Garcia

Sistema de realidad aumentada para la enseñanza de matemática en tiempos de COVID-19 530
Jose E. Naranjo, Angel Robalino-López, Andrea Alarcon-Ortiz, Alex E. Peralvo, Robinson J. Romero, Marcelo V. Garcia

Estudio comparativo del nivel de depresión de adultos mayores en zonas urbanas y rurales 542
Lenin F. Saltos, Alicia Zavala-Calahorrano, Paola Ortiz-Villalba, Freddy Mayorga-Valle, Marcelo V. García

Explorando la incidencia de creadores e inhibidores de Tecnoestrés en la Satisfacción Laboral y Compromiso Laboral en usuarios finales de Tecnologías de Información y Comunicación.....554
Sergio Araya-Guzmán, Álvaro Quiroz-Bustos, Cristian Salazar-Concha

Gestión del conocimiento empresarial en la Internet de las cosas 568
Víctor Hugo Medina García, Daniela Garzón Trujillo, Lina María Medina Estrada

Modelo genérico de procesos para empresas de ensamblaje como estrategia de evaluación comparativa para la toma de decisiones 579
Alejandra Luzuriaga, Lorena Siguenza-Guzman, Daniela Apolo, Rodrigo Guamán, Rodrigo Arcentales-Carrion

Transformación digital en las Universidades: Proceso en épocas de COVID 19.....593
Margarita Ramírez Ramírez

Desarrollo de un prototipo de olla de barro para las cocinas a inducción basado en Internet de las Cosas 603
Mauricio Patricio Artieda- Ponce, Jonathan Mauricio Armijos Pardo, Melissa Nathaly Orellana-Porras, Patricia Marisol Chango-Cañaveral, Pablo Alejandro Quezada- Sarmiento

Planificación del diseño de las instalaciones de la industria de comercialización de neumáticos.....616
Juan F. Reyes, Marco A. Barragan, Patricio Sanchez, Marcelo V. Garcia

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/09/2020
Aceitação/Acceptance: 15/11/2020

Identificación de relaciones entre medicamentos en base a códigos extraídos de un sistema informático

Lisbeth Leiva[1], Ruth Reátegui[1]

lisbethleiva25@gmail.com; rmreategui@utpl.edu.ec

[1] Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto, 1101608, Loja, Ecuador.

Pages: 1-9

Resumen: Para la gestión de la información generada en los sistemas informáticos médicos existen una variedad de estándares, ontologías y terminologías que se encargan de estructurar y normalizar dicha información. Pese a esto, la gran cantidad de datos y códigos generados dificulta la comprensión y gestión de los datos como por ejemplo de los medicamentos. Este trabajo hace uso terminologías biomédicas como RxNorm, SNOMEDCT y el Cuadro Nacional de Medicamentos Básicos del Ecuador para agrupar automáticamente los códigos de medicamentos generados o extraídos de un sistema informático. Se desarrolló una aplicación que permita ingresar un grupo de códigos de medicamentos para automáticamente agruparlos de acuerdo a una determinada terminología y relación. Se utilizó Python y la librería PyMyTerm para buscar y administrar las terminologías médicas.

Palabras-clave: terminología médica; ontologías médicas; UMLS

Identification of drug relationships base on drugs codes extracted from informatics systems

Abstract: For the management of information generated from medical computer systems there are a variety of standards, ontologies and terminologies that are responsible for structuring and normalizing the information. Despite this, the large amount of data and codes generated make difficult to understand and work with medical data or entities like drugs. This work uses biomedical terminologies such as RxNorm, SNOMEDCT and the National Table of Basic Medicines of Ecuador to automatically group codes of drugs generated or extracted from a computer system. An application was created to enter a group of drugs codes to automatically group them according to a terminology and relationship. Python and PyMyTerm library were used to search and manage medical terminologies.

Keywords: medical terminology; medical ontology; UMLS

1. Introducción

Las instituciones de la salud actualmente hacen uso de terminologías, tesauros, ontologías y estándares para codificar y normalizar la información que ingresan a sus

sistemas informáticos. Existen una variedad de vocabularios como el Unified Medical Language System (UMLS) y Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms (SNOMED-CT) que son ampliamente utilizados a nivel mundial para codificar términos biomédicos y clínicos, respectivamente.

Considerando los medicamentos, entre las terminologías utilizadas están: RXNORM y SNOMED-CT. En Ecuador, el Consejo Nacional de Salud (CONASA) es quien provee el Cuadro Nacional de Medicamentos Básicos (CNMB) que consiste en una lista de medicamentos considerados esenciales para el país (CONASA, 2014).

Los sistemas informáticos pertenecientes a diferentes instituciones necesitan manejar un mismo vocabulario o estándar para lograr la interoperabilidad y poderse comunicar entre ellos. Los estándares armonizan la comunicación entre sistemas y proveen de un lenguaje común para todos los agentes involucrados (Suárez-Obandoa & Sánchez, 2013).

La codificación o estandarización de la información (enfermedades y medicamentos) es un paso para el análisis de la información. Pese a esto, debido a la gran cantidad de códigos que pueden existir en los sistemas informáticos, ciertas tareas pueden volverse laboriosas e incluso imposible de realizar.

Determinar por ejemplo las relaciones entre los diferentes códigos sería imposible hacerlo de forma manual incluso para especialistas médicos. Con ayuda de los vocabularios y ontologías existentes esta tarea se podría hacer de forma automática, por ejemplo, los códigos de “insulin isophane” e “insulin lispro” podrían agruparse automáticamente en un solo código que pertenezca a “insulin”.

Algunos investigadores han utilizado terminologías o estándares médicos para diagnosticar y clasificar enfermedades (Lyalina et al., 2013), para mejorar la detección y proyección de enfermedades (Anderson et al., 2017), para extraer y normalizar información desde documentos médicos (Reátegui & Ratté, 2018). Pese a estos avances, y por la gran cantidad de códigos que puedan existir, surge la necesidad de aplicaciones que permitan agregar o agrupar los conceptos médicos similares basados en las diversas relaciones que puedan estar definidas en las terminologías existentes.

Buscadores como RxNav y UMLS permiten encontrar información relacionada a medicamentos desde diferentes fuentes o terminologías. Pero ambos buscadores encuentran información ingresando un código o término a la vez y no desde un conjunto de códigos.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo tiene el objetivo identificar automáticamente medicamentos relacionados dado un conjunto de códigos extraídos de algún sistema informático. Para esto se ha considerado vocabularios y/u ontologías existentes como SNOMED CT, RXNORM y CNMB.

En el presente trabajo se encuentra organizado de la siguiente forma: en el apartado dos se indican las terminologías médicas empleadas, siguiendo en la sección tres tenemos la metodología para el desarrollo de la aplicación, posterior en el apartado cuatro los resultados y por último las conclusiones en la sección cinco.

2. Terminologías médicas

Las terminologías médicas se usan en la práctica clínica para ayudar a los profesionales de la salud con información más accesible y completa con respecto a la historia clínica, las enfermedades, los tratamientos, los resultados de laboratorio. Además, permiten comunicar información entre distintos sistemas.

Entre los vocabularios más usados para describir medicamentos tenemos: UMLS, RxNorm, SNOMED CT y la Clasificación Anatómica, Terapéutica y Química (ATC), este último debido a que es utilizado para identificar medicamentos a nivel nacional en Ecuador. A continuación, una pequeña descripción de las terminologías antes mencionadas.

2.1. UMLS

UMLS es sistema que cuenta con varios vocabularios, su información abarca diferentes temas relacionados a la medicina como son tratamientos y enfermedades. Definido como un sistema de lenguaje médico unificado, es un conjunto de archivos y software que reúne otros vocabularios y estándares del área biomédica, logrando la comunicación entre distintos sistemas informáticos para hacer uso de la información compartida (NIH, 2018a).

UMLS está constituido por tres componentes como son:

- Metathesaurus: es la base de datos principal donde se encuentran cerca de 200 vocabularios diferentes.
- La red semántica: se encarga de categorizar la información en tipos semánticos y definir relaciones semánticas.
- El Especialista Léxico: presenta herramientas para normalizar cadenas, generar variantes léxicas y crear índices.

Conformando UMLS se encuentran RxNorm y SNOMED CT.

2.2. RxNorm

Es un sistema normalizado para medicamentos genéricos y de marca; y una herramienta para apoyar la interoperabilidad semántica entre terminologías de drogas y sistemas de base de conocimiento de farmacia (NIH, 2018b). Fue creada y desarrollada por la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM).

Para identificar a los medicamentos dentro de su base utiliza RXCUIs para catalogar y relacionar información.

Existen dos grupos generales en lo que se clasifica a los medicamentos:

- Medicamentos clínicos: productos farmacéuticos administrados o tomados por un paciente para su tratamiento.
- Paquetes de medicamentos: paquetes que contienen medicamentos múltiples o medicamentos que puede suministrarse de acuerdo a una organización.

2.3. SNOMED CT

SNOMED CT es una terminología clínica internacional multilingüe con información médica en distintas categorías clínicas, disciplinas y requerimientos (IHTSDO, 2014). SNOMED CT permite un intercambio más amplio y la reutilización de información clínica estructurada. Posee un identificador para cada concepto formalmente definido en la terminología.

SNOMED cuenta con los siguientes componentes (IHTSDO, 2014):

- Conceptos: Cada concepto tiene un identificador numérico único. En cada jerarquía, los conceptos se organizan a partir de los más generales a los más detallados.
- Descripciones: Las descripciones de SNOMED CT vinculan términos legibles por el ser humano con conceptos. Un concepto puede tener varias descripciones asociadas y cada una de ellas representa un sinónimo que describe el mismo concepto médico.
- Relaciones: Las relaciones de SNOMED CT vinculan conceptos con otros conceptos cuyo significado está relacionado de alguna manera. Estas relaciones proveen las definiciones formales y otras definiciones del concepto.

2.4. CNMB

CNMB es una herramienta técnica elaborada como un requerimiento para la salud pública (CONASA, 2014). Creado por un el Ministerio de Salud del Ecuador, el cuadro contiene todo el listado de medicamentos principales que existen a nivel nacional. El CNMB se basa en ATC que clasifica las drogas terapéuticas.

El propósito del sistema ATC es servir como una herramienta para la investigación de la utilización de medicamentos a fin de mejorar la calidad del consumo de drogas (WHO, 2020).

3. Metodología

La idea general de este trabajo es identificar automáticamente relaciones entre diferentes codigos de médicamentos. Se trabajó con dos tipos de códigos de medicamentos: Códigos UMLS y códigos del CNMB del Ecuador.

3.1. Códigos UMLS

Como se indicó anteriormente UMLS trabaja con varias terminologías, entre ellas, RxNorm y SNOMED CT. Por tanto, se analizaron las relaciones dentro de cada una de estas terminologías que permitan enlazar a los códigos UMLS de medicamentos:

RxNorm posee relaciones entre los nombres normalizados de los medicamentos y están sujetas a los tipos de términos (TTY), los mismos que permiten mostrar si los medicamentos son genéricos o de marca, con diferentes niveles de especificidad.

Dentro de las relaciones utilizadas en el presente trabajo están:

- **ingredient_of**: Permite conectar a medicamentos que tengan la dosis o forma con su ingrediente, ejemplo: Tylenol ingredient_of Acetaminophen 325 MG Oral Tablet [Tylenol].
- **tradename_of:** Conecta el nombre de marca con el nombre genérico o clínico. Ejemplo: Tylenol tradename_of Acetaminophen.
- **part_of:** Conecta un ingrediente o forma específica del mismo con un conjunto de ingredientes, ejemplo: Acetaminophen part_of Acetaminophen / Diphenhydramine.
- **consist_of:** Conecta un grupo completo de ingrediente con su ingrediente y dosis, ejemplo: Acetaminophen 325 MG Oral Tablet [Tylenol] consists_of Acetaminophen 325 MG [Tylenol].

SNOMED CT se encuentra organizado en jerarquías, un concepto raíz se puede relacionar con otros subtipos. Existen ramas principales que van recorriendo los subtipos y haciendo más específicos a los conceptos.

Las relaciones que permiten enlazar conceptos contempladas para el presente trabajo son:

- **inverse_isa:** Indica una relación con un medicamento/concepto que es padre. Ejemplo: Macrolide Antibiotics inverse_isa Azithromicyn.
- **Is a:** Indica una relación con un medicamento/concepto que es hijo. Ejemplo: Azithromicyn is a Azithromycin Dihydrate.
- **active_ingredient_of:** Indica una relación entre una sustancia y producto farmacéutico/biológico. Ejemplo: Azithromicyn active_ingredient_of Bactericide.
- **has_active_ingredient_of:** Indica el componente activo de un producto farmacéutico. Relaciona un producto farmacéutico/biológico con una sustancia. Ejemplo: Bactericide has_active_ingredient_of Azithromicyn.

3.2. Códigos CNMB

CNMB no tiene en si relaciones definidas para los conceptos o medicamentos. Las sustancias activas se clasifican en una jerarquía con cinco niveles diferentes: en el primer nivel se indica el sistema al cual va dirigido, el segundo nivel presenta la categoría en la que se encuentra, el nivel tres indica la subcategoría a la que pertenece el medicamento. En el cuarto nivel se indica el compuesto químico que contiene. En el nivel cinco se presenta el nombre completo del fármaco.

Este cuadro no presenta relaciones entre los medicamentos solo una descripción en niveles, la figura 1 muestra un ejemplo.

5N	Descripción 5N	4 N	Descripción 4N	3N	Descripción 3N	2N	Descripción 2N	1N	Descripción 1N
N02BE01	Paracetamol	N02BE	Anilidas	N02B	Otros Analgésicos y Antipiréticos	N02	Analgésicos	N	Sistema Nervioso

Figura 1 – Ejemplo de medicamento en el CNMB, (CONASA, 2014)

3.3. Herramientas

Entre las principales herramientas que se utilizó en este trabajo se tienen:

Python es un lenguaje de programación potente y fácil de aprender. Cuenta con estructuras de datos de alto nivel, eficientes y un enfoque simple pero efectivo para la programación orientada a objetos. Es un lenguaje ideal para la creación de scripts y el rápido desarrollo de aplicaciones en muchas áreas y en la mayoría de las plataformas (Python Software Foundation, 2019).

Django es un marco de desarrollo web. Django presenta la siguiente arquitectura (Oliveira, 2018):

- URLs: Se usa el mapeador URL para redirigir las peticiones HTTP a la vista apropiada, puede también emparejar patrones de cadenas o dígitos específicos que aparecen en una URL y los pasan a la vista como datos.
- Vista: Es una función de gestión de peticiones que recibe peticiones HTTP y devuelve respuestas HTTP, acceden a los datos que necesitan y delegan el formateo de la respuesta a las plantillas.
- Modelos: Son objetos Python que definen la estructura de los datos de una aplicación y proporcionan mecanismos para gestionar y consultar registros de la base de datos.
- Plantillas: Es un fichero de texto que define la estructura o diagrama de otro fichero. Puede crear dinámicamente una página usando una plantilla, rellenándola con datos de un modelo.

PyMedTerm (Medical Terminologies for Python) es una librería Python que facilita el acceso a las principales terminologías médicas (Lamy, 2014). Algunas de las terminologías con las cuales se puede conectar esta librería, están: SNOMED CT, ICD10, UMLS entre otros.

MySQL que es una herramienta de gestión de base de datos ampliamente utilizada.

4. Resultados

4.1. Arquitectura de la aplicación

Una vez identificados las terminologías y las relaciones que estas permitan trabajar con medicamentos, se definió la siguiente arquitectura para la aplicación.

Tenemos el archivo (códigos de medicamentos) que será subido a la aplicación, así mismo se mostrará frente al usuario las opciones para trabajar con códigos internacionales (UMLS) y una codificación nacional (CNMB). Una vez seleccionado el tipo de codificación y relación, se enviarán por medio de librerías a conectarse con las bases de datos UMLS o CNMB. Luego se receptará la respuesta, (las relaciones encontradas para los códigos ingresados) que se guardará en un archivo donde se indicarán las relaciones, nombres y los códigos que se han obtenido luego de agruparlos. El resultado se puede descargar de acuerdo a lo solicitado por el usuario. La figura 2 muestra la arquitectura.

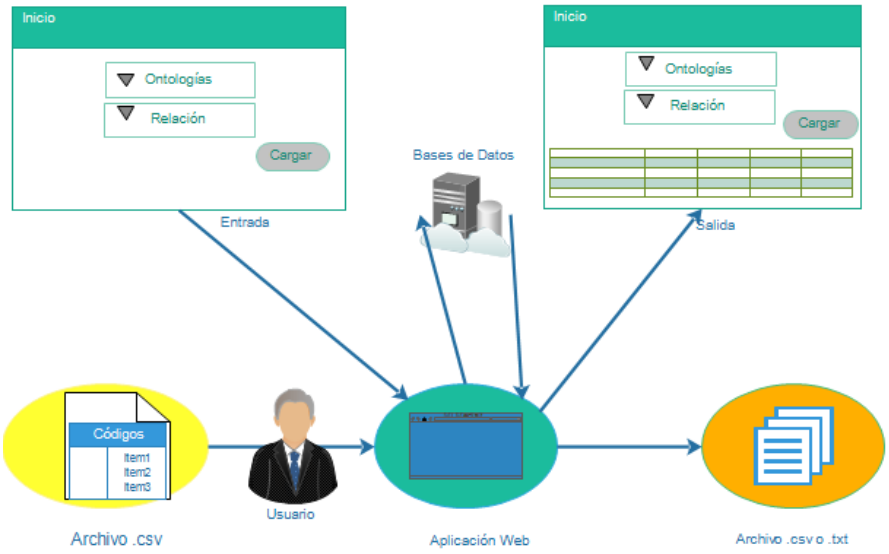


Figura 2 – Arquitectura de la aplicación

4.1. Agrupaciones:

Luego que el usuario ingresa su archivo de códigos de medicamentos y de haber seleccionado la terminología con cual trabajar, por cada una de estas debe seleccionar la relación que desea encontrar:

Al seleccionar SNOMEDCT puede tener relaciones como *inverse_isa, isa, same_as, active_ingredient_of,* que unen a dos medicamentos de todo el grupo de códigos enviado. Se indica el código, el nombre al que se representa y la relación por la cual están relacionados.

Al seleccionar RXNORM se tienen las relaciones *ingredient_of, tradename_of, part_of, consist_of*. Igualmente se tiene información del código, el nombre y la relación.

En la figura 3 se observa el resultado cuando el usuario selecciona la terminología RxNorm, y su relación *ingrendiet_of*.

```
"['Código principal', 'nombre Cod Prin', 'Relación', 'Código secundario', 'nombre Cod Sec']"
"['C1578141', 'Amitriptyline Oral Suspension', 'ingredient_of', 'C0002600', 'Amitriptyline (substance)']"
"['C1367486', 'Amitriptyline 25 MG/ML', 'ingredient_of', 'C0002600', 'Amitriptyline (substance)']"
"['C1368688', 'Amitriptyline 120 MG', 'ingredient_of', 'C0002600', 'Amitriptyline (substance)']"
"['C1368689', 'Amitriptyline 30 MG', 'ingredient_of', 'C0002600', 'Amitriptyline (substance)']"
"['C1368690', 'Amitriptyline 90 MG', 'ingredient_of', 'C0002600', 'Amitriptyline (substance)']"
```

Figura 3 – Ejemplo de relaciones “ingredient-of” identificadas

Para el caso del tener un conjunto de códigos del CNMB, al no existir relaciones entre medicamentos, se mostrará el listado de todos los códigos del archivo que coincidan con el CNMB.

Código principal	Relación	Nombre de la relación	Código secundario
A02AF01	A02	Agentes para el tratamiento de alteraciones causadas por ácidos	A02BA02
A02AF01	A02	Agentes para el tratamiento de alteraciones causadas por ácidos	A02BC01
A02BA02	A02BC	Inhibidores de la bomba de protones	A02BC01
A02BA02	A02B	Drogas para el tratamiento de la lepra	A02BC01
A02BA02	A02	Agentes para el tratamiento de alteraciones causadas por ácidos	A02BC01

Figura 4 – Ejemplo de códigos identificados en base al CNMB

5. Conclusiones

Después de estudiar el uso de las ontologías médicas, se puede determinar que integrarlas en los sistemas médicos conlleva a crear una eficaz interoperabilidad entre ellos. Es posible estandarizar los datos, permitiendo manejar un lenguaje claro pero entendible por los sistemas, en este caso para identificar y relacionar medicamentos.

La terminología RXNORM se dedica a normalizar los medicamentos, permitiendo manejarlos sin redundancia debido a que sus relaciones tratan de utilizar varias fuentes, pero integrando en un mismo concepto. Por otro lado, SNOMEDCT es un vocabulario que tiene a su disposición varios temas médicos, cuya organización es jerárquica, ayuda en este caso a los medicamentos a generalizar o especificar relaciones entre ellos.

Los buscadores que hacen uso de terminologías médicas como son: RXNAV, los buscadores de SNOMED CT o UMLS, permiten hacer consultas por el nombre o código de un término médico. Sin embargo, solo se busca un término a la vez y como resultado se obtiene muchos datos que pueden dificultar el entendimiento de la información. Por ende, es necesario crear aplicaciones que se orienten a buscar y relacionar varios medicamentos a la vez para solucionar el problema antes mencionado.

Para Ecuador se pudo observar que las instituciones de salud trabajan con el Cuadro Nacional de Medicamentos Básicos basado en la clasificación ATC. No todos los sistemas tienen implementado alguna terminología en común o nacional que permita la interoperabilidad e incluso manejar relaciones entre la diferente terminología que se puede generar en los sistemas. Por tanto, es necesario que a nivel del Ecuador se mantenga un estándar, vocabulario o terminología nacional o internacional para la clasificación y organización de toda la información médica y de esta forma mejorar la comunicación entre sistemas informáticos a nivel nacional.

Referencias

Anderson, A. E., Kerr, W. T., Thames, A., Li, T., Xiao, J., & Cohen, M. S. (2016). Electronic health record phenotyping improves detection and screening of type 2 diabetes in the general United States population: A cross-sectional, unselected, retrospective study. *Journal of biomedical informatics*, *60*, 162–168. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.12.006

CONASA (2014). Comisión Nacional de Medicamentos e Insumos. *Cuadro Nacional de Medicamentos Básicos y Registro Terapéutico*. http://www.conasa.gob.ec/

IHTSDO (2014). SNOMED CT Starter Guide. http://doc.ihtsdo.org/download/doc_StarterGuide_Current-en-GB_INT_20141202.pdf

Lamy, J.-B. (2014). PyMedTermino tutorial. *PyMedTermino 0.2 documentation*. https://pythonhosted.org/PyMedTermino/tuto_en.html

Lyalina, S., Percha, B., Lependu, P., Iyer, S. V., Altman, R. B., & Shah, N. H. (2013). Identifying phenotypic signatures of neuropsychiatric disorders from electronic medical records. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 20(E2). https://doi.org/10.1136/amiajnl-2013-001933

NIH (2018a). RxNav. https://mor.nlm.nih.gov/RxNav/

NIH (2018b). RxNorm. https://www.nlm.nih.gov/research/umls/rxnorm/

Oliveira, J.D.N. (2018). *Aplicación web de apoyo al regante*. [Trabajo final de Master, Universidad de Lleida] Repositorio Universidad de Lleida. https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/64822/jdnuneso.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Python Software Foundation. (2019). El tutorial de Python - documentación de Python 3.7.2. https://docs.python.org/3/tutorial/index.html

Reátegui, R., & Ratté, S. (2018). Comparison of MetaMap and cTAKES for entity extraction in clinical notes. *BMC medical informatics and decision making*, 18(Suppl 3), 74. https://doi.org/10.1186/s12911-018-0654-2

Suárez-Obandoa, F., & Sánchez, J. C. (2013). Estándares en informática médica: generalidades, 42(3), 295–302.

WHO (2020). The Anatomical Therapeutic Chemical Classification System with Defined Daily Doses (ATC/DDD). WHO. http://www.who.int/classifications/atcddd/en/

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 16/10/2020
Aceitação/Acceptance: 22/12/2020

La Computación en la Nube en el proceso formativo en Programación Web

Pablo Alejandro Quezada-Sarmiento[1], Cristóbal Suárez–Guerrero[1]

paquesar@alumni.uv.es; cristobal.suarez@uv.es

[1] Universitat de Valencia, Departamento de Didáctica y Organización Escolar, 46003, Valencia, España

Pages: 10-19

Resumen: Las nuevas tecnologías y en especial de los *paradigmas computacionales* pueden ser empleados en diversos campos, entre ellos el educativo. Este hecho permite el diseño, búsqueda, presentación, intercambio y reutilización de objetos de aprendizaje dado que las tecnologías permiten almacenar, organizar, replicar, difundir, transforma; hecho que conlleva al ahorro de tiempo y recursos educativos. En el área educativa se ha visto la necesidad de crear espacios de aprendizaje flexibles y que incentiven la capacidad. A nivel de la educación superior, especialmente en los campos de la Ingeniería Informática, existe la necesidad de adecuación del uso de herramientas complementarias como herramientas de la nube, especialmente las enfocadas a la mejora de destrezas de programación web. El uso de las herramientas de la Computación en la Nube (CN), así mismo se pone de manifiesto que la CN permite la flexibilidad y capacidad de adaptación debido a que las estudiantes puedan seguir ritmos distintos en su aprendizaje de la programación web, mejorando las competencias y habilidades en los ámbitos educativos y profesionales.

Palabras-clave: Computación en la Nube; Educación, Paradigmas Computacionales; Pedagogía, Programación Web

Cloud Computing in the training process in Web Programming

Abstract: New technologies and especially computational paradigms can be used in various fields, including education. This fact allows the design, search, presentation, exchange and reuse of learning objects since technologies allow to store, organize, replicate, disseminate, transform; fact that leads to saving time and educational resources. In the educational area, there has been a need to create flexible learning spaces that encourage capacity. At the higher education level, especially in the fields of Computer Engineering, there is a need to adapt the use of complementary tools such as cloud tools, especially those focused on improving web programming skills. The use of Cloud Computing (CN) tools also shows that CN allows flexibility and adaptability because students can follow different rhythms in their learning of web programming, improving competences and abilities in educational and professional fields.

Keywords: *Computational Paradigm;* Cloud Computing; Education; Pedagogy, Web Programming

1. Introducción

El uso de la tecnología en educación superior no es un tema solo de herramientas, sino de competencias y habilidades que, además, abre una línea de investigación emergente, especialmente en la educación digital y la actual educación digital de emergencia (Sangrà et.al.,2020). Para un desarrollo sostenido de esa competencia, tanto los docentes como los estudiantes, requieren como condición de aprendizaje el desarrollo de conocimientos, actitudes y habilidades que permitan la reutilización y acceso a la formación continua, abierta y flexible.

En este marco, la Computación en la Nube (CN), aporta un enfoque que se integra ha otros elementos necesarios en el aprendizaje y permite explotar la colaboración en red. Formativamente hablando, la CN en el aprendizaje de la programación web en la formación de titulados en ciencias de la computación aporta al alumnado la posibilidad de transformar tareas comunes en tareas automatizadas, gestionar procesos enfocados en alinear los servicios tecnológicos a las necesidades de las empresas o servicios, así como la posibilidad de añadir el factor de I+D+I para crear un producto innovador basado en el uso de herramientas de CN.

Dentro de este orden de ideas, (Sultan,2010) manifiesta que la CN "*es un paradigma informático emergente para la prestación de servicios informáticos, el cual se basa en una serie de tecnologías existentes, por ejemplo, internet, virtualización, computación grid, servicios web, etc*". Así mismo hay autores que definen a la CN como "*las nuevas tendencias que pueden tener un significativo impacto en el entorno de enseñanza y aprendizaje*" (Tunkay et al., 2010). Por ello en el presente artículo se plantea el uso de las de herramientas CN en el ámbito educativo aplicado a la asignatura de programación web.

La experiencia docente con la CN resulta útil e interesante, ya que ha permitido analizar y valorar los pros y los contras que se evidencian en la utilización de este tipo de herramienta en el aprendizaje de la programación web. El empleo de herramientas de la CN es un fenómeno educativo, que en los últimos tiempos ha venido creciendo de manera acelerada, mejorando los ambientes educativos en cuanto al manejo de la información, y que a su vez fortalece los procesos pedagógicos en la curricula, especialmente en las ciencias de la computación, cuyos métodos de enseñanza se han ido adaptando a los cambios y necesidades constantes de la sociedad. La forma de enseñanza de la programación web basada en la CN está en función de los contenidos de cada curricula y los estándares de conocimiento de las ciencias de la computación y áreas afines. El conocimiento de las concepciones del alumnado sobre cómo se aprende la programación web es un aspecto importante para los maestros. Con este conocimiento, los maestros pueden proporcionar actividades que ayudarán a sus estudiantes a avanzar a través de los niveles del espacio de resultados.

En relación con el tema propuesto, (Quezada & Mengual,2019), proponen el uso CN en el contexto de la enseñanza de la programación. Se debe ver que los modelos pedagógicos, paradigmas y las nuevas tecnologías se complementan para un adecuado en el proceso

de aprendizaje y en la motivación de los estudiantes. Al respecto, (Chien, 2011) presenta el uso de la CN como un factor en la mejora de las destrezas mediante el desarrollo de juegos, materiales y un ambiente colaborativo. No obstante, la CN requiere un entorno de aplicabilidad y es en este contexto que (Xin & Yongbeom,2011), clasifican las posibles aplicaciones de las tecnologías de la CN, en entornos educativos, además analizan las perspectivas teóricas a través del cual las implementaciones de herramientas de la nube pueden ser evaluadas en el contexto de un aprendizaje colaborativo. Así mismo (Sandoval et al., 2012), evalúa herramientas de monitoreo existentes que se pueden utilizar en entornos de nube y posteriormente incluyen componentes de seguimiento de proyectos de software web y soportado en principios de innovación educativa.

La propuesta aquí presentada identifica y utiliza herramientas de CN con características que soporten *feedback* de los proyectos de programación web desarrollados.

2. Metodología

Los lenguajes de programación, los paradigmas y las herramientas utilizadas para enseñar programación se han vuelto cada vez más complejos a lo largo de los años, lo que hace que la tarea de enseñar programación sea aún más desafiante. Uno de estos paradigmas es la programación orientada a objetos (OOP), que difiere de manera fundamental de la programación procedimental más antigua y más ampliamente conocida. Ha habido un debate considerable en las instituciones de educación superior sobre cuándo y cómo se debe enseñar la programación orientada a objetos en los cursos introductorios de programación (Kölling & Rosenberg, 2001).

El objetivo de la propuesta se enfoca en promover en el alumnado la utilización de herramientas de la CN en temas relacionados a la programación web, lo cual está enmarcado en el proyecto "*Diseño de un Modelo Pedagógico basado en Computación en la Nube y Computación afectiva para el desarrollo de las habilidades de programación*", Universitat de València, España.

La propuesta se desarrolló bajo un diseño cuasi experimental. En relación con el proceso metodológico el grupo de control seleccionado para la investigación fueron de 25 estudiantes de la titulación de ciencias de la computación, que cursaron el componente educativo de programación web del sexto ciclo de la titulación antes mencionada en el periodo octubre 2019 – febrero 2020. En relación con el tiempo de desarrollo del caso de estudio tuvo una duración de 5 meses en los cuales se utilizaron las herramientas de CN: Git Hub, AWS Cloud9, DotProject. A continuación, se detallan algunas características de las herramientas antes mencionadas.

GitHub. - Open Source Software (OSS), cuyo propósito es simplificar el intercambio de código. Los OSS son un tipo de software extremadamente popular entre la comunidad de programadores y usuarios de computadoras (w3schools.com, 2010), esta popularidad permite conocer comunidades virtuales de programación con gran interactivad y que dan un adecuado soporte a sus miembros.

En un alto nivel, GitHub es un sitio web y un servicio basado en la nube que ayuda a los estudiantes almacenar y administrar su código, así como a rastrear y controlar los

cambios en su código. En la figura 1 se puede apreciar el entorno Git Hub utilizado en la presente investigación.

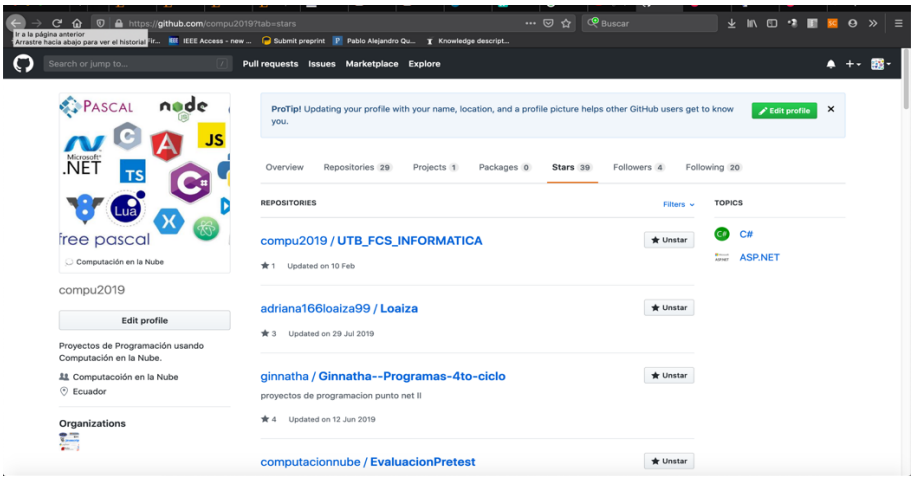


Figura 1 – Git Hub de Computación en la Nube

En el mismo contexto AWS Cloud9, es un entorno de programación en la nube, que te permite escribir, ejecutar y depurar tu código en el navegador; así mismo Cloud9, posee un soporte para los lenguajes de programación más populares (AWS,2020). En la figura 2 se puede apreciar el entorno AWS utilizado en la presente propuesta.

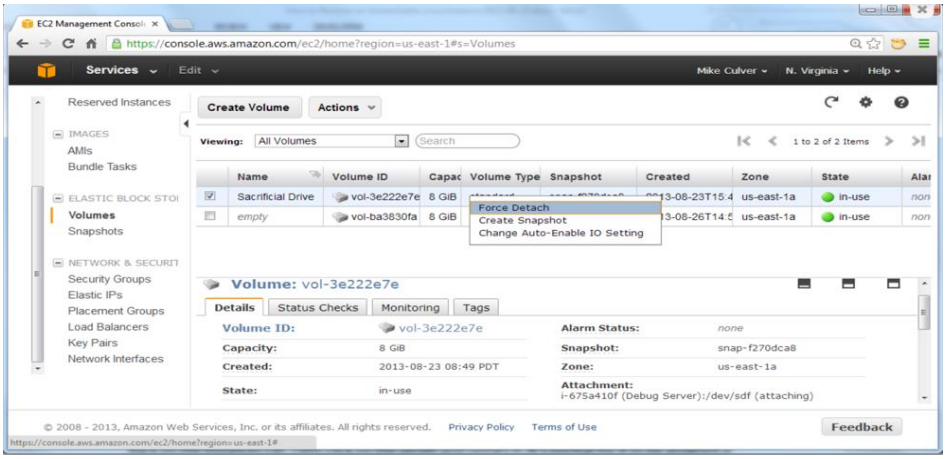


Figura 2 – Entorno de AWS

Finalmente, DotProject permitió la generación de foros; esto resultó útil ya que se consensuo las opiniones referentes a la codificación web y errores comunes al momento de programar (Figura 3).

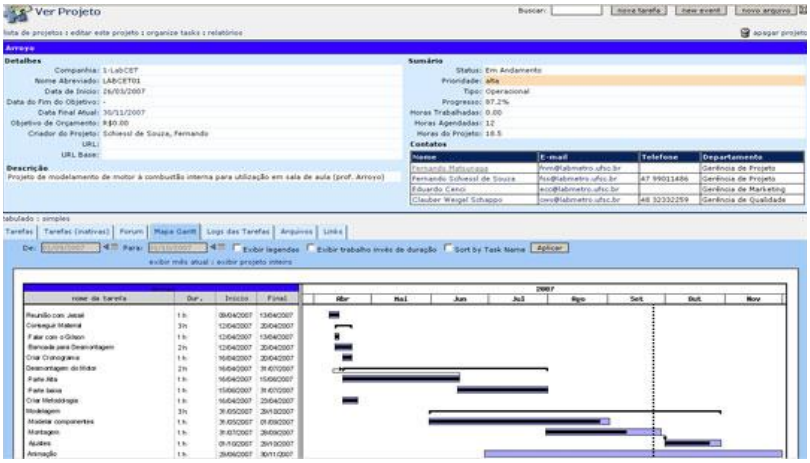


Figura 3 – Gestión de Proyectos mediante DotProject

Dentro de los criterios de selección de las herramientas antes mencionadas se considero: Gestión de tareas de programación, componente colaborativo, integración con lenguajes de programación, notificaciones vía mail, invitaciones con generación de redes colaborativas, gestión de usuarios, nivel de accesibilidad y tipo de licencia.

Así mismo es importante indicar que el nivel de conocimiento previo en relación las herramientas antes mencionadas por parte de los estudiantes fueron básico ya que el uso de esta herramienta fue integrado por primera vez en la curricula de la asignatura. De igual forma se considero el perfil demográfico de cada estudiante ya que este influye en el tema del rendimiento académico y al acceso a las herramientas antes mencionadas en especial por el tema de conectividad.

Otra particularidad especial del grupo de control es que todos los participantes tomaron la asignatura por primera vez, así mismo se familiarizaron las herramientas de CN enfocados en el desarrollo de aplicaciones web. Referente a los proyectos desarrollados se enfocaron en aplicaciones web utilizando plataformas actuales de programación y que estuviesen vinculadas a las herramientas de CN utilizadas en el contexto de la investigación.

3. Resultados y Discusión

El contexto educativo global ha estado cambiando rápidamente, impulsado por dos fenómenos principales: El primero es el fortalecimiento de la economía del conocimiento, la cual trae importantes beneficios tanto para las personas que apuestan a la educación de calidad como a los países que los incentivan, y el segundo se refiere al crecimiento

asombroso en el mundo de la cobertura en educación superior, que ha aumentado la oportunidad de millones de personas (OCED, 2012)

Para (Blanco & Blanco, 2007), el auge de la educación universitaria es importante para el funcionamiento de la sociedad actual, y como tal la calidad es un reto y una función que debe ser asumida por las universidades, y al afrontarlo se debe tener presente la calidad en la docencia, la investigación y la extensión académica.

La calidad educativa, es un término con muchas aristas y definiciones la misma que se encuentran enlazada a los aspectos desde los cuales se analice, (Acevedo, 2017), establece que la calidad educativa es un término difuso, tomando en cuenta la existencia de diferentes perspectivas las mismas que no permiten dar una definición única. Sin embargo, a pesar de los diversos puntos de vista, se puede mencionar con certeza que la calidad se consolida como una cultura en las instituciones de educación superior.

En los últimos años, el avance en las TICS ha alterado enormemente el panorama de aprendizaje, por lo tanto, un cambio de los métodos tradicionales de aprendizaje a las plataformas de aprendizaje basadas en Internet. El aprendizaje electrónico, el m-learning y la nube son algunas de las respuestas más poderosas a estos cambios tecnológicos crecientes en los sectores educativos. Su impacto y sus beneficios no pueden ser sobre enfatizados en hacer que el aprendizaje sea accesible, asequible, disponible y conveniente. Además, el uso de la tecnología de la nube ha hecho que el mundo de la educación sea más integrado, en red y compuesto.

Los avances tecnológicos actuales están desempeñando un papel clave en el desarrollo del sector de la educación formal al ofrecer múltiples modos de entrega de aprendizaje y comunicación que pueden satisfacer, a bajo costo, la demanda de educación continua (Dekson & Ponnusamy, 2009).

En el contexto del proceso formativo de la programación web, se obtuvo los siguientes resultados: Los estudiantes mejoraron la gestión de código, por la frecuencia de uso de la CN, lo cual creo mayor interactividad entre docente y estudiantes. Dentro de este orden de ideas, la gestión para la de toma decisiones a través de un adecuado manejo de proyectos de software, se desarrolló bajo el soporte de la CN; así mismo se permitió el acceso a la información de cada uno de los proyectos desarrollados en el proceso formativo.

En la figura 4 se puede visualizar el GitHub de uno los proyectos de software desarrollados, destacándose la retroalimentación dada por el docente de la asignatura, así cada proyecto fue evaluado su código mediante las herramientas mencionadas previamente en la metodología.

En relación con la idea anterior la CN, permitió la vinculación de cuentas, accesos y notificaciones de los proyectos desarrollados. Así mismo, se elaboraron portafolios digitales y retroalimentación de los temas abordados en programación web.

En la figura 5 presentamos uno de los sitios desarrollado por una alumna del componente de programación web, en donde se puede visualizar los diferentes códigos desarrollados en el proceso formativo.

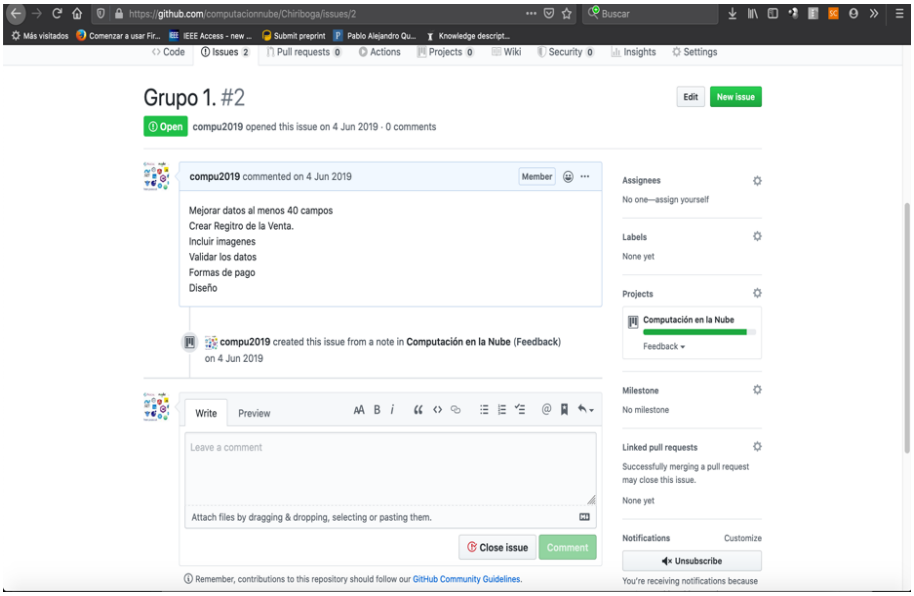


Figura 4 – Retroalimentación de Proyectos

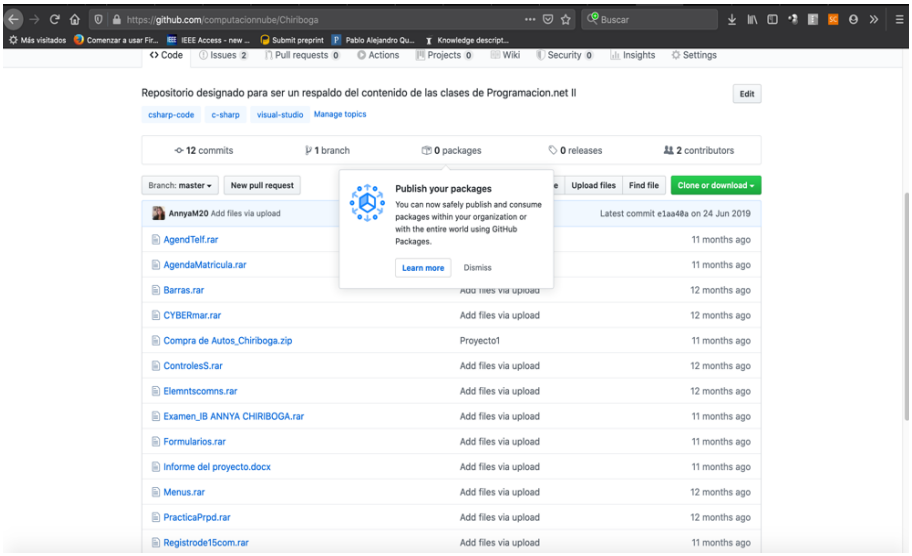


Figura 5 – Códigos desarrollados en el proceso formativo.

Referente a los proyectos desarrollados en la asignatura de programación web mencionaremos: Help Mechanic, CuentoLandia, ShoesStore, H2oSupport, Venta de Vehículos, YacuambiTour, Reserva de Canchas Sintéticas, OdontoWeb, GastronomiaVirtual, RutasVirtuales; cada uno de estos proyectos fueron soportados mediante la metodología de desarrollo Scrum en especial en el tema de prototipado y documentación la que fue complementada mediante las herramientas de CN antes mencionadas. Respecto al orden de complejidad de los proyectos se mantuvieron en los estándares que se utilizan en la asignatura de programación web.

Dentro del aspecto académico hubo una mejora considerable de las calificaciones dentro de la asignatura, evidenciándose un mayor interés de los estudiantes por los contenidos abordados y en especial en el uso de las herramientas de CN. Dentro de este orden ideas es importante destacar que los estudiantes participantes desarrollaron y mejoraron sus competencias digitales que, de acuerdo a (Suárez, Revuelta & Rivero, 2020) "*constituye un reto crítico e impostergable para la sociedad actual y una emergente área de trabajo e investigación educativa*" y que aporta a la formación profesional en especial en la ingeniería.

Finalmente es importante mencionar que esta propuesta es relevante, puesto la retroalimentación que se genero permitió determinar errores comunes en la programación web y solventar dicha problemática; lo cual contribuyó a que el estudiante mejore su lógica de programación y crear modelos computacionales que mejoren su conocimiento (Quezada et al.,2020), en especial en el contexto de la programación y nuevos paradigmas.

4. Conclusiones

El uso de la CN en educación superior enfocada en la enseñanza de la programación web integra competencias y habilidades y une a docentes, investigadores y estudiantes, los cuales generan conocimiento. En la actualidad se requiere, por tanto, modelos educativos abiertos y flexibles al servicio del estudiante que potencien el desarrollo de competencias aplicables a nivel profesional y vital y que permitan el reciclaje y acceso a la formación continua

El uso de herramientas de CN permitió generar un ambiente de mayor interactividad entre docentes y profesionales en formación de ello se generaron redes de colaboración a través de las herramientas de la nube permitió una mayor interacción entre los estudiantes, los cuales generaron un entorno social colaborativo evidenciándose en el tiempo de uso y de respuesta en el desarrollo de los seis proyectos utilizados.

Los estudiantes y docente de programación web incorporaron herramientas de la CN a sus procesos de enseñanza aprendizaje, lo cual les permitió ampliar sus conocimientos, mejorar su organización del código y generar una adecuada retroalimentación entre estudiante y docente.

La incorporación de nuevas tecnologías basada en CN en los currículos en ciencias de la computación, permiten aumentar la motivación de aprendizaje, fomentar el trabajo en equipo debido a que ofrece entornos que permiten a los estudiantes interactuar

con la información y generar contenido, mejorar la eficiencia y la productividad del código desarrollado.

La CN permite la flexibilidad y capacidad de adaptación debido a que las estudiantes puedan seguir ritmos distintos en su aprendizaje, además con el adecuado acompañamiento y guía del docente en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la programación web contribuirá a la mejora de las competencias y habilidades en los ámbitos educativos y profesionales.

Las tecnologías de computación en la nube han impactado significativamente al sector educativo desde su aparición y los beneficios son innumerables. Sin embargo, para que los diferentes usuarios puedan implementarlas correctamente y adoptarlas en su totalidad, los problemas de seguridad y protección de datos de computación en la nube implementados en la plataforma en la nube deben abordarse de manera adecuada.

Dentro de las limitaciones de la investigación se presentaron dificultades con la implementación de la metodología de desarrollo Scrum en especial en los Sprints, pero experiencia acerco al estudiante a conocer la realidad que se le pueda presentar en su vida profesional al momento de desarrollara una aplicación bajo una metodología de desarrollo ágil.

Como trabajo futuro se planteará un modelo pedagógico basado en computación en la nube como soporte a la formación académica y profesional en la ingeniería de ciencias de la computación.

Referencias

Acevedo, A. (2017). ¿Por qué calidad y no excelencia educativa? Una breve reflexión sobre la calidad educativa en Colombia. Revista Latinoamericana de Ensayo y opinión.

AWS. (2020). AWS Lambda. https://aws.amazon.com/es/lambda/

Blanco, G., & Blanco, P. (2007). La medición de la calidad de servicios en la educación universitaria. Cuaderno de Investigación en la Educación, 22, 121-136.

Chien T., & An-Pin, L. (2011), Building a Learning Games Network in Cloud Learning Platform Based on Immigrant Education, Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM), 2011 International Conference on, vol., no., pp.746,750, 25-27 July 2011 doi: 10.1109/ASONAM.2011.125, Disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/5992669, Kaohsiung, Taiwan, IEEE

Dekson, D. E., M., S. E., & Ponnusamy, R. (2009). Intelligent system to teach programming languages. International Conference on Intelligent Agent & Multi-Agent Systems, Chennai, 2009, (págs. 1-5). Chennai, India: IEEE.

Kölling, M., & Rosenberg, J. (2001). Guidelines for teaching object orientation with Java. In Proceedings of the 6th Conference on information technology in computer science education (ITiCSE). Canterbury: IEEE.

OCED. (2012). Education at a Glance 2012: OCDE Indicators. Oecd.

Quezada, P., & Mengual, S. (2019). Cloud computing and affective computer approach on development programming skills. Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2019-June doi:10.23919/CISTI.2019.8760697, Lisbon-Portugal, IEEE

Quezada-Sarmiento, P. A., Elorriaga, J. A., Arruarte, A., & Washizaki, H. (2020). Open BOK on software engineering educational context: A systematic literature review. Sustainability (Switzerland), 12(17) doi:10.3390/SU12176858

Sandoval, Y., Gallizo, G., & Curiel, M., (2012), Evaluation of monitoring tools for cloud computing environments, Informatica (CLEI), 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En, vol., no., pp.1,10, 1-5 Oct. 2012 doi: 10.1109/CLEI.2012.6427251, Disponible en URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/642725, Medellin-Colombia, IEEE

Sangrà, A., Badia A., Cabrera, N., Lanzo A., Espasa, M., Fernández,L., Guàrdia, T., Guasch P., Montse, G., Maina, M., Raffaghelli, J., Romero, M.,Romeu, T.,(2020), Decálogo para la mejora de la docencia online Published by Editorial UOC Recuperado de: http://hdl.handle.net/10609/122307

Suárez-Guerrero, C., Revuelta Domínguez, F.I.,& Rivero Panaqué, C. (2020).Valoración de la competencia digital en alumnos con rendimiento alto en Perú. Archivos Analíticos de Políticas Educativas, 28(126). https://doi.org/10.14507/epaa.28.5112

Sultan, N. (2010). Cloud computing for education: Anew daw? International Journal of Information Management, 30(2), 109-116

Tuncay, E. (2010): Effective use of Cloud computing in educational institutions. Procedia Social Behavioral Sciences, p. 938–942

Xin T.; Yongbeom K., (2011), Cloud Computing for Education: A Case of Using Google Docs in MBA Group Projects," Business Computing and Global Informatization (BCGIN), 2011 International Conference on, vol., no., pp.641,644, 29-31 July 2011 doi: 10.1109/BCGIn.2011.169, URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/6003981,Shanghai-China, IEEE

w3schools.com. (2020). What is GitHub? . https://www.w3schools.com/whatis/whatis_github.asp

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 25/10/2020
Aceitação/Acceptance: 30/12/2020

Estimación de cloruros por medio de sensores remotos con Sentinel 2 usando redes neuronales en el Lago de Tota, Colombia

Luis M. Guerrero[1], Luz Angela Rocha[2], Javier Medina[3]

lmguerrerob@correo.udistrital.edu.co; lrocha@udistrital.edu.co; rmedina@udistrital.edu.co

[1-2-3] Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones-Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Carrera 7 No. 40B - 53, 110231, Bogotá D.C., Colombia.

Pages: 20-30

Resumen: Esté artículo presenta la implementación de redes neuronales para estimar cloruros en el Lago de Tota ubicado en el departamento de Boyacá, Colombia, usando Sentinel 2. El cloruro es un parámetro relevante que funciona como un índice de la presencia de sales como resultado de la contaminación de gas cloruro con un metal. Este parámetro es medido con frecuencia por el gobierno para saber la salud ambiental del agua. Por los altos costos del muestreo y análisis de laboratorio, los investigadores están tratando de encontrar la forma de analizar parámetros del agua remotamente. En ese sentido los sensores remotos han permitido realizar un análisis preliminar de la calidad de agua con imágenes de alta resolución como las promovidas por la Agencia Espacial Europea (ESA) con Sentinel 2 (10-20-60m), que posee un instrumento multiespectral (MSI) con 13 bandas. Para la implementación se utilizó el Software Matlab obteniendo los mejores resultados con R2 de 0,8512 que es la relación entre el mejor modelo con función de activación LM de los resultados estimados y los valores analizados en laboratorio.

Palabras-clave: Sensores Remotos; Cloruros; redes neuronales; Sentinel 2.

Chloride estimation by remote sensing with Sentinel 2 using neural networks in Tota Lake, Colombia

Abstract: This research uses neuronal networks for the estimation of chloride in a lake located in the department of Boyacá, Colombia, using Sentinel 2. Chloride is a relevant parameter that serves as an index of the presence of salts resulting from the combination of the gas chloride with a metal. This parameter is measured frequently by the government to have knowledge of environment health of the water. Due to the high cost of sampling and laboratory analysis, researchers are trying to find the way of analyzing water parameters remotely. Remote sensing has allowed preliminary analysis of water quality with high resolution images such as the ones provided by The European Space Agency (ESA) with Sentinel 2

(10-20-60), that carries Multispectral Instruments (MSI) with 13 bands. For the implementation it was used Matlab with the the best results with R2 of 0.8512, which is the relationship between the best model with the LM activation function of the estimated results and the values analyzed in the laboratory.

Keywords: Remote Sensing; Chlorides; Neuronal Networks; Sentinel 2.

1. Introducción

El monitoreo de la calidad de agua es necesario para conocer el estado ambiental y tener una gestión adecuada de un recurso hídrico. Se han desarrollado trabajos que ayudan a monitorear calidad de aguas continentales con el apoyo de la teledetección (Gholizadeh et al., 2016; Page et al., 2018; Pahlevan et al., 2019; Tyler et al., 2016). Usando Sentinel 2, se ha podido monitorear parámetros como clorofila usando un radio con B5/B4 y las tres bandas (B4, B5 y B8A), donde previo a esto, se realiza un preprocesamiento de las imágenes utilizando el algoritmo SEN2COR para obtener los niveles de L1C a L2A (Grendaitė, Stonevičius, Karosienė, Savadova y Kasperovičienė, 2018). Adicionalmente, se ha podido monitorear la Turbiedad en una reserva en Portugal la cual puede tener un rango de 0 a 30 NTU (Unidades de Turbiedad) y Cianobacteria que varían entre concentraciones de 0 a 1000 unidades usando el MSI de Sentinel 2 (Potes et al, 2018). Sobre otros parámetros monitoreados con Sentinel-2, se ha podido realizar el seguimiento del carbono disuelto total con un R2 de 0.92 en una región en Poyang (Liu et al, 2017).

Lo anterior demuestra la importancia que tiene el instrumento multiespectral (MSI) de Sentinel 2, donde se evidencia el aporte de varios parámetros que permiten conocer el estado del agua en cuerpos lenticos como lagos. Si bien los artículos mencionados utilizan ecuaciones empíricas de las cuales se usan algunas bandas y se estiman las concentraciones de parámetros, las redes neuronales aportan al conocimiento de la calidad de agua por medio de red perceptrón multicapa, del cual se calculan pesos para poder estimar una variable fisicoquímica a partir de una o más variables de entrada (Chebud, Naja, Rivero y Melesse, 2012).

Uno de los parámetros importantes para conocer el estado de la calidad de agua es el Cloruro. Este se caracteriza por tener presencia de depósitos de sal proveniente de efluentes contaminados por gas cloruro debido a actividades agrícolas e industriales. También se debe a el aporte de efluentes que contienen orina del humano y de animales (Kiran y Ramaraju, 2020). Esto hace importante medir este parámetro ya que da una idea previa del estado de la calidad de agua.

Por otro lado, la manipulación de los datos de entrada es muy importante para poder obtener mejores resultados (Liu et al, 2017). Un proceso que aporta bastante es el análisis de componentes principales, el cual es un análisis de la varianza entre varios datos de distintas unidades que permiten disminuir la dimensionalidad de los datos (Jolliffe, 2011); esto se traduce en que usualmente la primera componente es la que tiene mayor información (Hyvärinen, 2013). Adicionalmente, en la teledetección existen índices que ayudan a generar rangos para un tipo de cobertura, como lo es el NDWI, el cual está

enfocado a cuerpos hídricos y segmenta valores entre -1 a 1 donde los valores superiores a 0 (cero) pertenecen a cuerpos hídricos (Bhangale, More, Shaikh, Patil y More, 2020).

Este artículo utiliza una red perceptrón multicapa (MLP) con las funciones de entrenamiento Levenberg-Marquardt, Bayesian Regularization y Scaled conjugate gradient backpropagation que ofrece MATLAB, ingresando información que aporta Sentinel 2 para estimar el cloruro en el Lago de Tota en Colombia.

2. Materiales y Métodos

En esta sección se presentan las herramientas utilizadas para poder estimar las concentraciones de cloruros por medio de redes neuronales utilizando como datos de entrada imágenes de Sentinel-2. Se explica la zona de estudio, el tratamiento de la imagen y el diseño de la red neuronal.

2.1. Zona de estudio y datos de campo

En este trabajo se usaron datos de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá-CORPOBOYACA, la cual es una autoridad ambiental de carácter regional en Colombia que realiza el monitoreo del lago de Tota ubicado en jurisdicción de los municipios Cuítiva, Aquitania y Tota, en el departamento de Boyacá. Se realizó el seguimiento a varios parámetros fisicoquímicos entre los cuales está el cloruro medido desde 2016 hasta el 2019. Dentro del lago se muestrean ocho estaciones las cuales se encuentran georreferenciadas teniendo un total de 82 datos de cloruros disponibles (Ver Figura 1).

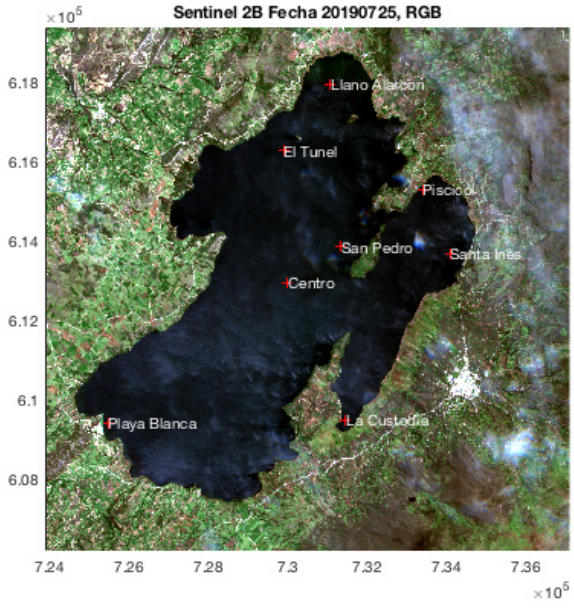


Figura 1 – Zona de estudio Lago de Tota con las estaciones de monitoreo

2.2. Tratamiento de las imágenes

Una vez obtenidos los datos de campo, se procede a descargar imágenes con fechas cercanas al muestreo realizado por la autoridad ambiental. En total se descargaron 10 imágenes de Sentinel 2A y Sentinel 2B del nivel L1C del servidor ESA (Open Access Hub), donde al relacionar las fechas de datos de campo con las fechas de las imágenes, se pudieron obtener 58 datos para el análisis. Esto debido a que no había imágenes disponibles en la misma fecha de muestreo por presencia de nubes.

Paso seguido a lo anterior, para procesar las imágenes se utilizó el software de acceso libre de la ESA, SNAP, transformando la imagen del nivel L1C a L2A usando el algoritmo SEN2COR el cual se simula datos de reflectancia a nivel de la superficie (Müller-Wilm, 2016). Seguidamente se realizó el recorte que comprende el lago (una matriz de tamaño 1320x1320 pixeles) y un remuestreo de todos los pixeles a 10 metros.

Por otro lado, se realizó un análisis de componentes principales donde se utilizó la función en Matlab pca () para poder obtener los coeficientes las 12 componentes debido a que se ingresan 12 bandas (MathWorks, 2012).

Sumado a lo anterior, se utilizó el índice diferencial normalizado del agua aplicado para Sentinel 2 por la Ecuación 1 (Bhangale, More, Shaikh, Patil y More, 2020):

$$NDWI = B3\text{-}B8/B3+B8 \quad (1)$$

2.3. Diseño de topología de la red neuronal

Aplicar modelos de redes neuronales ha aportado la estimación de parámetros fisicoquímicos utilizando como datos de entrada imágenes de satélite (Awad, 2014). No obstante, esta investigación se basó en el factor de compresión para definir la topología de la red neuronal superando un valor de 1, esto con el fin de poder estructurar un mejor diseño para desempeño de la red (Chen, Wilson, Tyree, Weinberger y Chen, 2015). Se elaboraron 12 modelos de redes de los cuales se varían las entradas, el número de capas ocultas, función de entrenamiento y factor de compresión (Ver Tabla 1).

Variables de Entrada	Función de entrenamiento	Número de neuronas en la capa oculta	Factor de compresión	Modelo
B1,B2,B3,...B12	trainlm	2	2,00	1
B1,B2,B3,...B12	trainbr	2	2,00	2
B1,B2,B3,...B12	trainscg	2	2,00	3
B1,B2,B3,...B12	trainlm	1	3,87	4
B1,B2,B3,...B12	trainbr	1	3,87	5
B1,B2,B3,...B12	trainscg	1	3,87	6
CP1 B2, B3, B4	trainlm	2	4,46	7
CP1 B2, B3, B4	trainbr	2	4,46	8

Variables de Entrada	Función de entrenamiento	Número de neuronas en la capa oculta	Factor de compresión	Modelo
CP1 B2, B3, B4	trainscg	2	4,46	9
NDWI B2, B3, B4	trainlm	2	4,46	10
NDWI B2, B3, B4	trainbr	2	4,46	11
NDWI B2, B3, B4	trainscg	2	4,46	12

Tabla 1 – Topología de modelos propuestos

El esquema de la red está basado en una red tipo perceptrón multicapa que contiene 3 capas, una de entrada, una oculta y una de salida (Ver Figura 2).

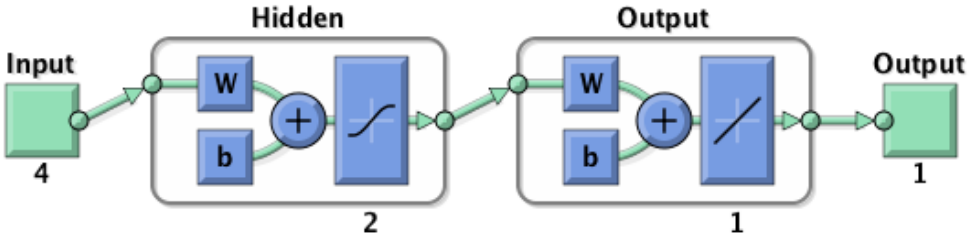


Figura 2 – Estructura de la red neuronal propuesta elaborada en MATLAB

3. Resultados y discusión

Una vez aplicada la función pca () en Matlab se pudieron obtener los coeficientes donde la primera componente la cual tiene el 98% de la información (Ver Figura 3), se concatena con las bandas B2, B3 y B4 de la imagen como variables de entrada.

Al aplicar la Ecuación 1. Se pudo obtener el índice diferencial normalizado del agua el cual diferencia entre el cuerpo de agua con otras coberturas (Ver Figura 4).

Aplicando la estructura de los modelos propuestos en la Tabla 1., se obtienen los resultados con base al error medio cuadrático y el índice de correlación R^2 donde el mejor modelo es el número 10, esto debido a que presenta el R^2 más alto con un valor de 0,8512 y un MSE 32,86 (Ver Tabla 2).

Modelo	Performance (Error medio cuadratico)	R^2
1	50,43	0,77
2	52,52	0,76
3	127,47	-0,21
4	71,97	0,66

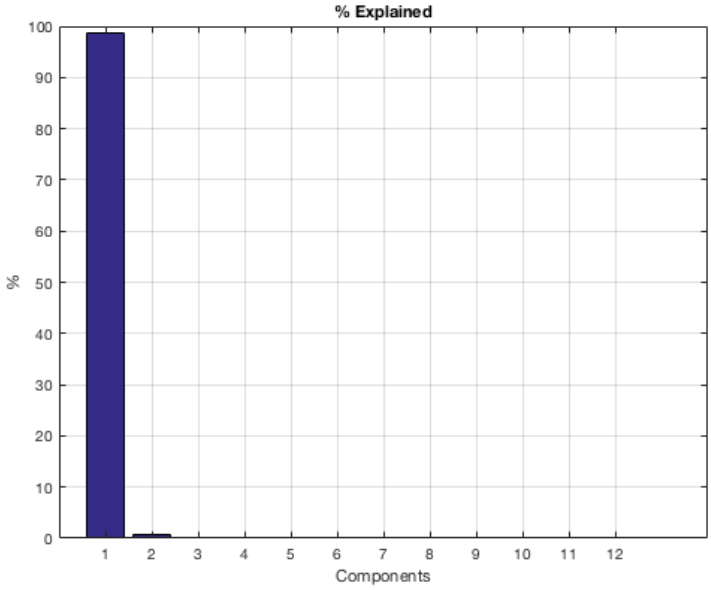


Figura 3 – Porcentajes de explicación de las componentes de la imagen

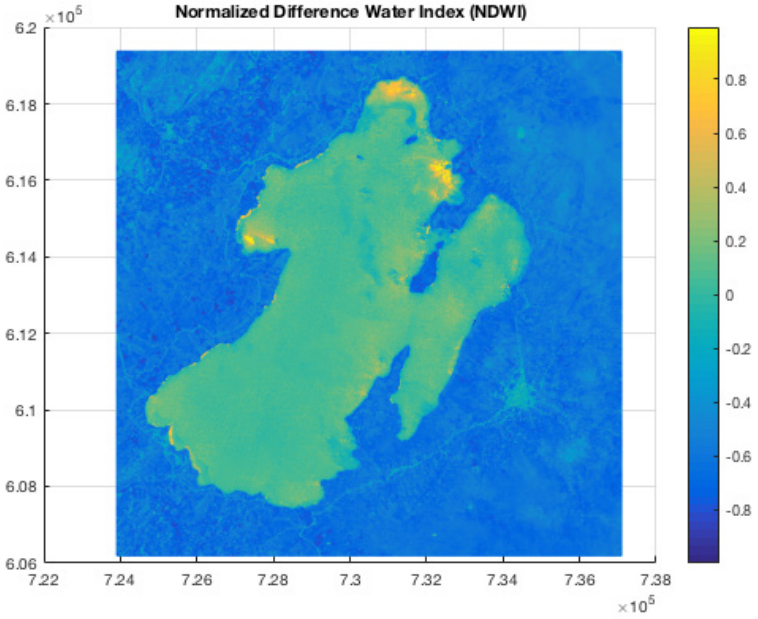


Figura 4 – Índice diferencial normalizado del agua para el Lago de Tota

Modelo	Performance (Error medio cuadratico)	R^2
5	70,35	0,70
6	68,84	0,68
7	78,74	0,71
8	59,25	0,73
9	99,89	0,61
10	32,86	0,8512
11	35,9111	0,8459
12	92,00	0,53

Tabla 2 – Resultados de modelos propuestos

De esta manera, en los resultados presentados en la Tabla 2 se puede evidenciar que 4 modelos presentan el índice de correlación superiores a 0.75, lo que demuestra que se puede estimar concentraciones de cloruros a partir de información de Sentinel-2 después de haber realizado el procesamiento con SEN2COR. No obstante, 8 de los modelos no tienen correlaciones relevantes en la variable deseada, siendo estas muy bajas. Así mismo, se puedo comprobar que ingresar variables como la primera componente y el índice diferencial normalizado del agua ayuda a mejorar los resultados con base en el error y la correlación con el cloruro analizado por el laboratorio.

Adicionalmente, el error medio cuadrático del modelo diez se observa cómo se va disminuyendo en la medida que la red aprende a estimar el cloruro (Ver Figura 5).

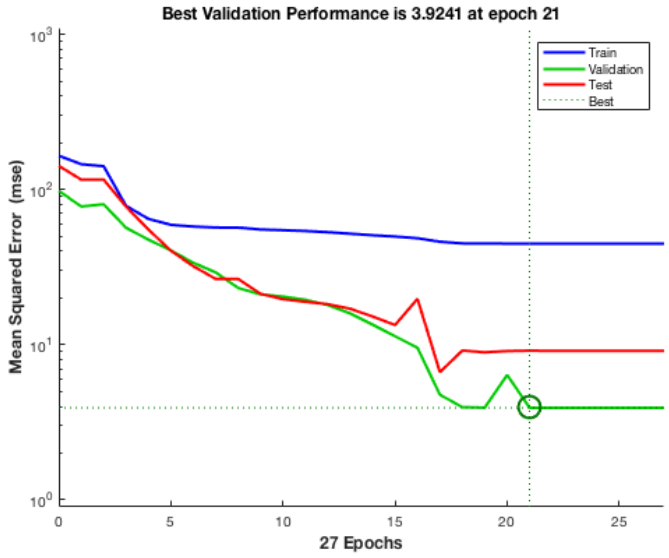


Figura 5 – Comportamiento del error medio cuadrático en función de las iteraciones

Sumado a lo anterior, el histograma de error del modelo diez se observa que tan cercano esta la red al modelo estimado:

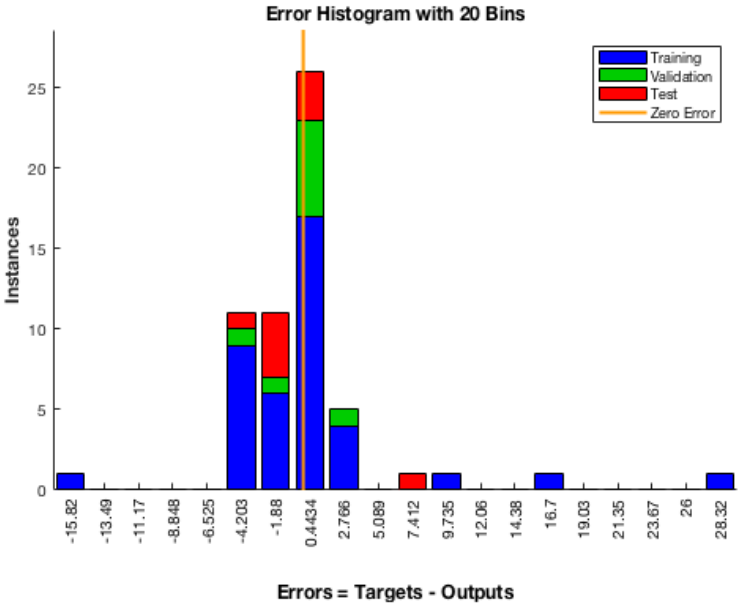


Figura 6 – Histograma de error

Por último, en el resultado, se muestra el comportamiento de los índices de correlación en función del entrenamiento, validación, testeo de la variable estimada con el valor real (Ver Figura 7).

4. Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo fue estimar concentraciones de cloruros en el agua por medio de información extraída de Sentinel-2, donde se demostró que aplicando una red neuronal (Chebud, Naja, Rivero y Melesse, 2012) tipo perceptrón multicapa con datos de entrada de las bandas roja, verde y azul, junto con el índice diferencial normalizado del agua, con dos neuronas en la capa oculta y función de entrenamiento Levenberg-Marquardt, se puede obtener una correlación de 0.8512. No obstante, la resolución espacial que aporta Sentinel-2 puede generalizar datos a esa escala de información, es decir, si se usa un sensor con mayor detalle los datos cambiarían en función del tamaño del pixel, por lo que esta red neuronal responde a una resolución de 10 metros.

Por lo anterior y basándose en el trabajo de (Grendaitė, et al, 2018), aplicar el algoritmo SEN2COR es necesario para estimar concentraciones fisicoquímicas debido a que se obtienen datos de reflectancia a nivel de la superficie, esto ayuda a que se obtenga mayor información del agua.

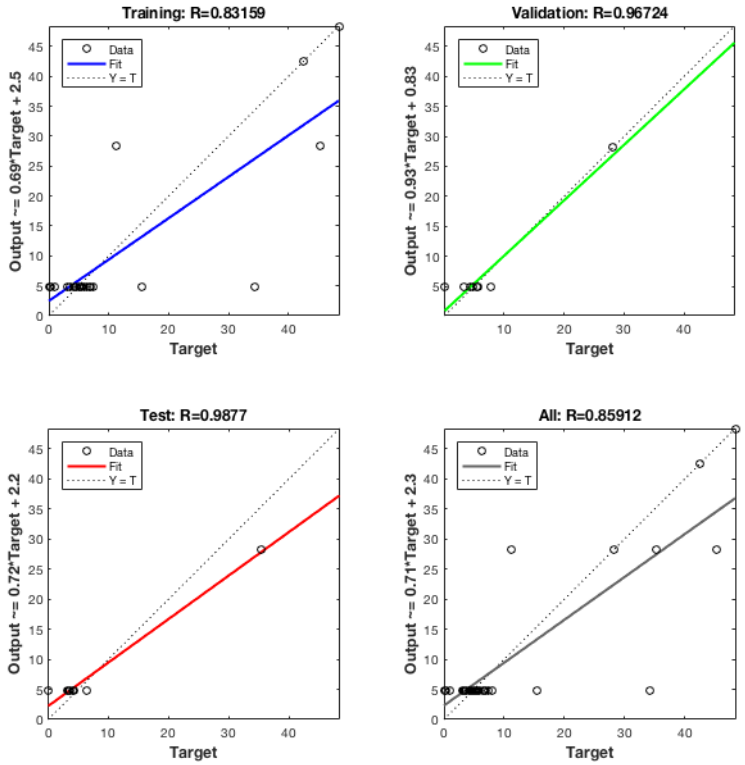


Figura 7 – Índices de correlación para el mejor modelo

Así mismo se demostró que reduciendo el número de variables, esto es, en lugar de 12 bandas, usar las bandas visibles (roja, verde y azul) junto con variables de primera componente e índice normalizado del agua se puede disminuir el error medio cuadrático y aumentar la correlación como se evidenció (Liu et al, 2017). Con esto se demostró el potencial de las redes neuronales para encontrar resultados deseados, que para este caso fueron concentraciones de variables fisicoquímicas del agua.

Finalmente, es posible estimar cloruros a partir de Sentinel-2 aplicando herramientas de inteligencia artificial como redes neuronales tipo perceptrón que permiten apoyar la información analizada en el laboratorio. Si bien esto no reemplaza los métodos tradicionales de obtener concentraciones de variables fisicoquímicas, es un complemento para la gestión adecuada del recurso hídrico ya que se usar sensores remotos para la calidad de agua podría se podría limitar por la presencia de nubes en el espejo de agua, sumado a que la evaluación entre los parámetros fisicoquímicos y datos del sensor debe tener una resolución temporal igual para hacer una comparación real y también a su resolución espacial debido a que es un análisis in situ.

Referencias

Awad. M. (2014). Sea water chlorophyll-a estimation using hyperspectral images and supervised Artificial Neural Network Ecological Informatics. Vol (24) 60-68 https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2014.07.004

Bhangale, U., More, S., Shaikh, T., Patil, S., More, N. (2020). Analysis of Surface Water Resources Using Sentinel-2 Imagery. Procedia Computer Science, Volume 171, 2645-2654, https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.287

Chebud, Y., Naja, G.M., Rivero, R.G., Melesse. A.M. (2012) Water Quality Monitoring Using Remote Sensing and an Artificial Neural Network. Water Air Soil Pollut 223, 4875–4887. https://doi.org/10.1007/s11270-012-1243-0

Chen, W., Wilson, J.T., Tyree, S., Weinberger, K.Q., & Chen, Y. (2015). Compressing Neural Networks with the Hashing Trick. ICML.

Gholizadeh, M.H., Melesse, A.M., Reddi, L. (2016). A Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote Sensing Techniques. Sensors, 16(8), E129 https://doi.org/10.3390/s16081298

Grendaitė. D., Stonevičius. E., Karosienė. J., Savadova. K., Kasperovičien. J. (2018). Chlorophyll-a concentration retrieval in eutrophic lakes in Lithuania from Sentinel-2 data. Geologija. Geografija. P. 15–28

Hyvärinen A. (2013) Independent component analysis: recent advances. Phil Trans R Soc A 371: 20110534. http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2011.0534

Jolliffe I. (2011) Principal Component Analysis. In: Lovric M. (eds) International Encyclopedia of Statistical Science. Springer, Berlin, Heidelberg. 22–32, https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_455

Kiran D. A., Ramaraju, H.K. (2020). Statistical Analysis of Ground Water Quality in the Coastal Region of Mangaluru, India. Water and Energy International. 62. 64-70.

Liu, H., Li, Q., Shi, T., Hu, S., Wu, G., Zhou, Q. (2017). Application of Sentinel 2 MSI Images to Retrieve Suspended Particulate Matter Concentrations in Poyang Lake. Remote Sens. 9, 761. https://doi:10.3390/rs9070761

MathWorks. (2012). *Principal component analysis of raw data*. Recuperado de https://www.mathworks.com/help/stats/pca.html

Müller-Wilm. U. (2016). Sentinel-2 MSI—Level-2A Prototype Processor Installation and User Manual. Recuperado de: http://step.esa.int/thirdparties/sen2cor/2.2.1/S2PAD-VEGA-SUM-0001-2.2.pdf

Page, B., Kumar, A., Mishra, D. (2018). A novel cross-satellite based assessment of the spatio-temporal development of a cyanobacterial harmful algal bloom. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf., 66, 68-81. https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.11.003

Pahlevan, N., Chittimalli, S., Balasubramanian, S., Vellucci, V. (2019). Sentinel2/Landsat8 product consistency and implications for monitoring aquatic systems. Remote Sens. Environ.,220, 19-29. https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.10.027

Potes, M., Rodrigues, G., Penha, A. M., Novais, M. H., Costa, M. J., Salgado, R., and Morais, M. M. (2018). Use of Sentinel 2 – MSI for water quality monitoring at Alqueva reservoir, Portugal, Proc. IAHS, 380, 73–79, https://doi.org/10.5194/piahs-380-73-2018

Tyler, A.N., Hunter, P.D., Spyrakos, E., Groom, S., Constantinescu, A.M., Kitchen, J. (2016). Developments in Earth observation for the assessment and monitoring of inland, transitional, coastal and shelf-sea waters. Sci. Total Environ.,572, 1307-1321. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.020

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 07/09/2020
Aceitação/Acceptance: 03/11/2020

Uso de la metodología STEAM para motivar a niños el uso de Inteligencia Artificial

Juan José Játiva[1], Jefferson Beltrán Morales[1]

jjjativa@uce.edu.ec; jtbeltran@uce.edu.ec

[1] Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

Pages: 31-45

Resumen: Alrededor del mundo la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte, Matemática) se aplica para la enseñanza de ciencias básicas y técnicas como la robótica y la programación, así como también en nuevas aplicaciones en el área de Inteligencia Artificial (IA). Con la finalidad de generar motivación en niños y jóvenes sobre el uso de Inteligencia Artificial, en la presente investigación se utilizó las plataformas tecnológicas Scratch y Machine Learning for Kids junto a la metodología STEAM como puente de unión entre la educación y la tecnología, en la asignatura de Matemática en estudiantes de octavo de básica. Producto de esta integración se obtuvo resultados favorables respecto a la motivación de los alumnos en el uso de Inteligencia Artificial.

Palabras-clave: Educación Alternativa; Enseñanza de las Ciencias; Inteligencia Artificial; Material Didáctico; Plataformas Web.

Use of STEAM methodology to motivate children and young people to use Artificial Intelligence

Abstract: Around the world, the STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) methodology is applied to the teaching of basic and technical sciences such as robotics and programming, as well as in new applications in the area of Artificial Intelligence (AI). In order to generate motivation in children and young people about the use of Artificial Intelligence, this research used the Scratch and Machine Learning for Kids technology platforms together with the STEAM methodology as a bridge between education and technology, in the subject of Mathematics in eighth graders. As a result of this integration, favorable results were obtained regarding the motivation of students in the use of Artificial Intelligence.

Keywords: Alternative Education; Artificial Intelligence; Science Education; Teaching Material; Web Platforms.

1. Introducción

Alrededor del mundo, el programa PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes) determina el nivel educativo que las naciones poseen, evalúa a estudiantes

entre 15 y 16 años en destrezas de lectura, ciencias y matemática, busca no solo la reproducción del conocimiento, sino una extrapolación y aplicación del mismo (Arévalo Gross & Guevara Duque, 2018). Debido a condiciones socio económicas, no todos los países son evaluados dentro de la prueba PISA, razón por la que existe la prueba PISA-D (PISA para el Desarrollo), la cual se enfoca en los mismos puntos que la evaluación PISA, pero que a su vez evalúa con mayor profundidad a los países cuyo desarrollo económico se encuentra en un nivel medio o bajo en aspectos relacionados al género, la condición social, condición económica, entre otros aspectos que influyen directa o indirectamente en el desempeño académico de los estudiantes, el Ecuador se encuentra en estas categorías (Arévalo Gross & Guevara Duque, 2018).

De los resultados obtenidos en el año 2018 por el Ecuador en esta evaluación, se observan puntajes sobre el promedio en la destreza de lectura, mientras que, en lo relacionado a ciencias y matemática, los resultados estuvieron por debajo del mismo, siendo la asignatura de matemática la que obtuvo el puntaje más bajo, esto sin considerar que en un análisis con mayor profundidad los estudiantes no llegaron al segundo nivel de conocimientos básicos establecido por el programa PISA (Arévalo Gross & Guevara Duque, 2018).

Se plantea entonces la interrogante de si los resultados obtenidos son producto de la metodología tradicional de enseñanza-aprendizaje, a la vez que surge la pregunta de si existen ventajas por parte de los estudiantes ecuatorianos al competir académica y profesionalmente con estudiantes que poseen un desarrollo económico similar o menor al ecuatoriano, al mismo tiempo se establece la duda de si existe desventaja por parte de los ecuatorianos al competir con individuos propios de naciones desarrolladas como Estados Unidos o China, entre otros, en el caso de existir esta brecha en ventajas y desventajas, que tan grande es la misma.

La relación entre la Educación y la Inteligencia Artificial data desde el año 1971 con el desarrollo de herramientas de Enseñanza Asistida por Ordenador o herramientas de Tutorías Inteligentes (Begoña, 1992). De este primer contacto se han logrado grandes avances al punto de poder aplicar la Inteligencia Artificial en tutorías de estudiantes por medio de preguntas y diálogos de la máquina con el alumno, además, la generación de perfiles por parte de la Inteligencia Artificial ayuda a una educación personalizada e inclusiva, también existe la asignación de tareas repetitivas y rutinarias en la educación, entre muchas otras más aplicaciones de Inteligencia Artificial en la educación (Joyce J. & Laurie A., 2018). También es importante recalcar el uso de la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte, Matemática) en la educación, en particular en la asignatura de Matemática, con resultados positivos en los estudiantes (Zambrano Cruz, 2018).

Dentro del Ecuador en el Reglamento General de la ley Orgánica de Educación Intercultural, en el artículo 9, se estipula como obligatorio el uso de material didáctico en la enseñanza de los alumnos, tomando de esta forma el uso de la Inteligencia Artificial como un recurso didáctico para la enseñanza de niños y jóvenes (Ministerio de Educación del Ecuador, 2017).

De las metodologías de enseñanza-aprendizaje se puede comprender que el proceso de aprendizaje es diverso y por lo tanto no siempre es lineal, debido a esto se busca

que lo aprendido por el estudiante no sea reproducido de forma exacta, siendo en realidad el objetivo principal el procesamiento, análisis, comprensión y razonamiento del mismo (Proaño, 2018). Por este motivo es que se busca una mayor participación de los alumnos en su desarrollo educativo, con la finalidad de que el docente deje de ser el centro del conocimiento y pase a ser un guía que motive y dirija a sus estudiantes en esta construcción de conocimiento (Narvaéz, 2018).

Se menciona al constructivismo como referente de mayor participación de los estudiantes en la construcción del conocimiento al depender de las capacidades propias y del entorno en el que se desenvuelve el mismo, esto debido a que cada persona percibe la realidad de una manera diferente, permitiéndole de esta forma ser un actor principal y ya no un mero observador (Ortiz Granja, 2015).

Del constructivismo surge la metodología STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemática), la cual se fundamenta en la interdisciplinariedad de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática, su objetivo es motivar a niños y jóvenes a desarrollarse en asignaturas relacionadas a la ciencia y la investigación (García Cartagena, Reyes Gonzales, & Burgos Oviedo, 2017).

El uso de la metodología STEM ha influido positivamente en una educación más orientada hacia las ciencias e ingeniería, pero ya no es suficiente solo el hecho de enseñar a través de múltiples disciplinas, puesto que la información se ha extendido a tal punto que podemos acceder a ella desde diferentes partes alrededor del mundo en cuestión de segundos, generando de esta manera que la educación yo no tenga un enfoque únicamente relacionado a la ingeniería o a lo social, sino que debe darse de las dos maneras por igual (Boy, 2013).

A raíz de esto, STEM ha integrado al Arte como uno de sus pilares fundamentales (STEAM), así la educación pasa de ser multidisciplinaria a una educación integral, la cual ha ido tomando fuerza gracias a la popularización del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) en la educación (Daz Morgado, 2019). Al estar basado en el constructivismo, STEAM busca que el estudiante vaya construyendo su conocimiento junto al profesor y a sus compañeros de clase, promoviendo de esta forma habilidades como la creatividad, imaginación, comunicación, trabajo en equipo, liderazgo, entre muchas otras habilidades que lo ayuden a desarrollarse y abrirse paso en el mundo laboral (Zambrano Cruz, 2018).

La metodología STEAM se ha extendido gracias al avance tecnológico del que podemos destacar a las plataformas virtuales, utilizadas enormemente en el ambiente educativo, estas plataformas son aplicaciones informáticas a las cuales se puede acceder por medio del internet y que han facilitado enormemente el desarrollo de material didáctico, junto a la comunicación y socialización de información, permitiendo de esta forma su implementación en colegios, universidades, centros de aprendizaje, y en la impartición de cursos (Beltrán Morales, 2017).

De tantas opciones que se tiene respecto a plataformas tecnológicas virtuales educativas, Scratch figura como una de las más populares con el objetivo de enseñar a programar a estudiantes entre 8 y 16 años en 150 países alrededor del mundo (Lifelong Kindergarden,

s.f.). Machine Learning for Kids (MLK) es otra plataforma que busca introducir a niños y jóvenes en el mundo de la programación, avanzando un paso al integrar la construcción de modelos de Inteligencia Artificial junto con las herramientas proporcionadas por Scratch, permitiendo a los estudiantes un contacto temprano con la Inteligencia Artificial (Lane, 2019).

A la Inteligencia Artificial podemos definirla como la capacidad que tienen las máquinas de percibir, razonar, aprender, comunicarse y actuar en entornos completos al igual o de una manera mejor que los humanos (Terrones Rodríguez, 2018). Esto permite que se las utilice en actividades repetitivas y sujetas al error humano como por ejemplo en el procesamiento de la información de un cliente en la banca, dotándole a la Inteligencia Artificial la capacidad de tomar decisiones en la concesión o no de préstamos a sujetos de riesgo, liberando gran parte de la carga laboral de los empleados y que se dediquen a actividades que agreguen mayor valor, permitiendo de esta manera ahorrar mucho dinero al banco; otro ejemplo a considerares es la administración correcta de tratamientos médicos, o también en la aplicación correcta de metodologías educativas según el perfil de comportamiento del estudiante (Romero, 2019).

Como aplicación de la Inteligencia Artificial surgieron los Chatbot (CB) que son programas desarrollados gracias a las diferentes técnicas de generación, clasificación, predicción y reconocimiento de objetos; estos programas se han hecho populares debido a su facilidad para mantener conversaciones con usuarios, facilitando de esta forma el agendamiento de citas, entrega de información, así como tutorías en el desarrollo de determinadas acciones para el usuario (Everis & Endeavor, 2018). La utilización de estos programas como herramienta de apoyo para la educación se fundamenta en su capacidad para aprender en base a conversaciones sostenidas con los estudiantes, permitiéndole de esta forma al CB dar una respuesta acorde a las necesidades de los mismos (Álvarez Piñeiro, Alvarado Pérez, & Sánchez Prieto, 2018).

A pesar de existir aplicaciones de Inteligencia Artificial en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como los Chatbots, el uso de esta tecnología en la educación aún es prematura, pero las expectativas que se tienen con la misma son altas, ya que facilitaría enormemente la personalización de la educación, así como el ahorro de tiempo para los docentes con la realización de tareas rutinarias junto con el procesamiento de grandes volúmenes de información (Jara & Ochoa, 2020).

De lo ya mencionado, “Watson va a clase” surge como la propuesta de IBM para lograr enseñar Inteligencia Artificial a estudiantes que cursan el bachillerato o ya en su formación profesional por medio de la aplicación de la metodología STEAM, dentro de este programa se busca el presentar a la Inteligencia Artificial como una herramienta que ayuda a las personas junto con el entendimiento de que una Inteligencia Artificial no viene a reemplazar a las personas, pero si a cambiar la perspectiva que hemos llegado a tener sobre el desarrollo de actividades (IBM, 2018).

Es importante recordar que aunque el desarrollo tecnológico nos permite llegar a tener escuelas, colegios y universidades completamente virtuales, la necesidad de desarrollar en los estudiantes valores sociales y comunitarios por parte de los padres es lo que nos recuerda la necesidad del docente como un guía del conocimiento adquirido, ya sea en

un ambiente físico (institución educativa) o también en el ambiente virtual (plataforma educativa), asegurando de esta forma que sin importar que tan grande sea el desarrollo de las TIC y su aplicación en la educación, la institución como tal no desaparecerá (Necuzzi, 2013).

Este proyecto no busca presentar a los estudiantes todo el conocimiento y fundamento técnico que se encuentra detrás de la Inteligencia Artificial, el objetivo principal es el de generar motivación a niños y jóvenes en el uso de Inteligencia Artificial en diferentes aspectos educativos, los cuales pueden ser proyectos académicos o incluso actividades diarias, buscando de esta forma el otorgar una ventaja significativa en el desempeño académico de los mismos, en relación con aquellos alumnos que aún mantienen una metodología tradicional de enseñanza, o que tienen un contacto limitado o casi nulo con Inteligencia Artificial dentro su desarrollo académico.

2. Materiales y Métodos

2.1. Lineamientos de la investigación

Posterior a la revisión del estado del arte y fundamentación teórica, se planteó la hipótesis de poder motivar a niños y jóvenes el uso de Inteligencia Artificial a través del uso de la metodología STEAM. Se define entonces el enfoque de la investigación como mixto, en donde para la investigación de campo se aprovecha el uso del entorno educativo en el que se desenvuelven los estudiantes a diario, permitiendo de esta forma una investigación de nivel exploratorio la cual deje la puerta abierta a futuras investigaciones, para de esta forma establecer un diseño de investigación pre experimental con un solo caso y una única medición, con una muestra de relación idéntica para el enfoque cualitativo y cuantitativo, permitiendo de esta forma la recolección de datos por medio de una encuesta por el lado cualitativo y la evaluación de un proyecto experimental en lo referente al enfoque cuantitativo.

2.2. Población y muestra

El estudio se enfoca en el trabajo con niños y jóvenes, por este motivo se optó por tomar como población de estudio, a los estudiantes pertenecientes al 7mo, 8vo y 9no año de educación básica unificada, en un colegio de la ciudad de Quito - Ecuador, permitiéndonos abarcar de esta forma a niños que se encuentran en la última etapa de la niñez hasta jóvenes que están cursando la primera etapa de la juventud, teniendo un total de 39 estudiantes para la población.

Por criterio de los investigadores, se optó por usar una muestra del tipo no aleatoria, fundamentada en el criterio de ser los estudiantes pertenecientes al 8vo año de educación básica unificada el punto de unión entre la última etapa de la niñez y la primera etapa de la juventud, obteniendo de esta forma una muestra de 13 estudiantes para el estudio.

2.3. Metodología

Con la finalidad de incentivar y motivar a niños y jóvenes en el uso y aplicación de la Inteligencia Artificial dentro de su vida y en su desarrollo académico, se planteó esta

investigación en la que haciendo uso de la metodología de enseñanza-aprendizaje STEAM se presentaría a los estudiantes nociones básicas sobre programación como algoritmo, sentido del algoritmo, estructuras lógicas, estructuras de control y bucles; en cuanto a Inteligencia Artificial se trataron conceptos como aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la educación, el entrenamiento robots de software en el reconocimiento de texto, números, imágenes y sonidos, así como su aplicación en otras áreas profesionales.

Para determinar la forma en la que se trabajaría con los alumnos en función de los conocimientos previos que tienen respecto a programación e Inteligencia Artificial, se realizó varias reuniones con los docentes encargados de las asignaturas de matemática y de computación con quienes se desarrolló toda la implementación del proyecto investigativo. En estas reuniones y por cuestiones administrativas se estableció que se trabajaría una hora académica por día, los cuatro últimos días de la semana, durante dos semanas, dando un total de 8 horas académicas con los estudiantes en base al cronograma desarrollado y acordado.

Durante la implementación, se trabajó con los estudiantes en el aprendizaje de conceptos básicos de programación (algoritmos, condiciones lógicas, estructuras de control, y bucles) a través de Scratch, ya sea desde su propia plataforma, o como extensión de la plataforma de Machine Learning for Kids. Además, se presentó a los alumnos conceptos de Inteligencia Artificial como: enseñanza, aprendizaje, reconocimiento de objetos, aplicaciones en diferentes áreas, entre otros.

Con la finalidad de que los estudiantes exploren e interactúen por cuenta propia con la plataforma de Machine Learning for Kids, se les creó su usuario y contraseña en base al listado de estudiantes, entregado posterior a la reunión con los docentes.

Es importante señalar que se desafió a los alumnos a través de un proyecto experimental a que vinculen a la Inteligencia Artificial con la asignatura de Matemática, por medio del desarrollo de un Chatbot de reconocimiento de texto, que entienda las características y conceptos propios del conjunto de los números racionales, operaciones con números racionales y su representación en la recta numérica y el plano cartesiano.

2.4. Desarrollo de clases

De acuerdo al cronograma de trabajo, se rediseñaron las clases de Matemática iniciando con la interacción de los estudiantes con la plataforma Scratch, la cual se usa a nivel mundial para la enseñanza de programación por medio del uso de bloques visuales que representan las estructuras de control sin código de programación para realizar animaciones y juegos; esta interacción se acompañó con la presentación de los conceptos de algoritmo, condiciones lógicas, estructuras de control y bucles, por medio de ejemplos propios de sus actividades diarias; una vez culminada la clase, se envió como tarea a los estudiantes a desarrollar los tutoriales presentados por la plataforma de Scratch a manera de práctica y refuerzo.

La segunda clase se inició preguntándoles sobre sus experiencias y dificultades con Scratch, se les presentó conceptos de Inteligencia Artificial junto a la asociación de los dos primeros pasos del proceso de desarrollo de un modelo de aprendizaje automático en Machine Learning for Kids con el proceso de aprendizaje que los estudiantes poseen,

es decir la enseñanza de características propias de los objetos para identificarlos y el aprendizaje de estos objetos para diferenciarlos entre sí, agregando a esto los diferentes tipos de reconocimiento de objetos disponibles en MLK (texto, número, imagen y sonido).

En la tercera clase, en el contexto de la interacción con la plataforma, se les hizo entrenar un modelo que pueda identificar entre un perro y un gato por medio de reconocimiento de texto, también se les presentó las consecuencias de un mal entrenamiento, por ejemplo, una respuesta ilógica como que el perro maúlla o el gato ladra por parte del modelo, esto dentro del ambiente de testeo de la opción de aprendizaje de la plataforma.

Para la última clase de la primera semana, se buscó que los alumnos unan lo hecho en el entrenamiento del modelo, con los conceptos de programación, esto se realizó a través del tercer paso en el desarrollo de un modelo de aprendizaje automático en Machine Learning for Kids, para esto se utilizó el complemento de Scratch presente en la plataforma, junto al modelo ya entrenado del perro y el gato (corregido), introduciendo de esta forma los conceptos referentes a un Chatbot.

En la primera clase de la segunda semana, los estudiantes se encontraban estudiando el conjunto de los números racionales según el cronograma académico, por lo que, la siguiente actividad que se realizó con los alumnos fue desarrollar un Chatbot con reconocimiento de texto, el cual luego de hacerle una pregunta referente a las similitudes y diferencias que existen entre el conjuntos de números enteros y números racionales, pueda determinar en base al entrenamiento, si la característica en efecto es propia de los enteros, de los racionales o de los dos.

La siguiente clase se inició con el desarrollo de un proyecto junto a los estudiantes el cual, basándose en el ejercicio del Chatbot para la clasificación de números enteros y racionales, deba expandirse a los conceptos de las operaciones entre números racionales y su representación en la recta numérica y el plano cartesiano.

En la penúltima clase junto al docente de la asignatura de Matemática, se respondieron las posibles dudas e interrogantes que los estudiantes tuvieron sobre el uso de los conceptos matemáticos, además sobre Programación e Inteligencia Artificial.

En la última clase se comenzó presentando una encuesta a los estudiantes para posteriormente realizar la evaluación de los proyectos desarrollados por los mismos, con la finalidad de recolectar datos para ser procesados y analizados.

2.5. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico SPSS 25, tanto para las encuestas y para los criterios de evaluación del proyecto experimental realizado por los alumnos, es importante mencionar que todo el análisis de datos, se realizó con un intervalo de confianza del 95%, separando lo cualitativo de lo cuantitativo.

Procesamiento Cualitativo

Una vez recolectados los datos de las encuestas se procedió a agruparlos y depurarlos en variables según la necesidad de la investigación, para de esta forma realizar el análisis de frecuencias respectivo.

Procesamiento Cuantitativo

Con los datos recolectados como resultado de la evaluación del proyecto experimental de los alumnos se precedió a clasificarlos, posterior a lo cual se realizó la prueba de normalidad con la finalidad de determinar si se debían utilizar técnicas paramétricas o no paramétricas y establecer si se rechaza o no la hipótesis de la investigación.

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultado Análisis Cualitativo

Una vez recolectados los datos de la encuesta se los depuró, clasificó y tabuló, para realizar el respectivo análisis de frecuencias.

De los 13 estudiantes que respondieron la encuesta, 12 consideran que el uso de Inteligencia Artificial en la educación es de utilidad, de ellos la mitad opina que es poco útil, mientras que la otra mitad piensa que es de mucha utilidad el uso de Inteligencia Artificial en la educación, dándonos una división de opiniones dentro del contexto investigativo (Figura 1).

Figura 1 – Utilidad de la Inteligencia Artificial en la educación. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la pregunta sobre la cantidad de asignaturas en las que se puede usar Inteligencia Artificial, en la Figura 2 se observa que más de la mitad de los estudiantes consideran que la aplicación de Inteligencia Artificial en la educación puede hacerse en más de 3 asignaturas simultáneamente, mientras que el resto de alumnos piensa que su aplicación se limita de 1 a 2 asignaturas máximo, permitiéndonos observar si los estudiantes llegaron a comprender la capacidad que posee la Inteligencia Artificial en el ámbito educativo.

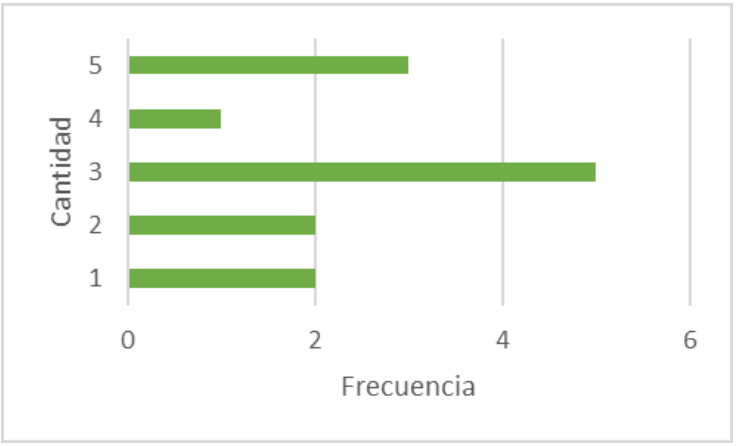


Figura 2 – Cantidad de asignaturas en las que se puede usar Inteligencia Artificial. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3, se muestra el resultado de la pregunta sobre en qué área académica se mejora el aprendizaje con el uso de Inteligencia Artificial, observamos que 9 de los 13 estudiantes asocia que el estudio de la asignatura de Matemática mejora con la aplicación de Inteligencia Artificial en el proceso educativo; de los 4 alumnos restantes, 2 lo relacionan con la asignatura de computación, 1 de ellos con idiomas y el último considera que ninguna área mejoraría su aprendizaje con el uso de Inteligencia Artificial.

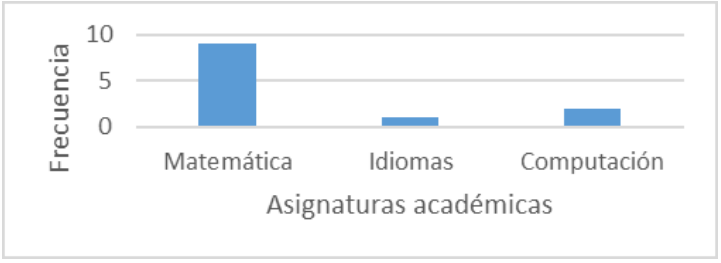


Figura 3 – Área académica que mejora su aprendizaje con el uso de Inteligencia Artificial según estudiantes. Fuente: Elaboración propia.

En la pregunta referente a si usar o no Inteligencia Artificial en la educación, más del 76% considera que sí se debería hacer uso de Inteligencia Artificial dentro del ámbito educativo, mientras que menos del 24% considera que no es necesario.

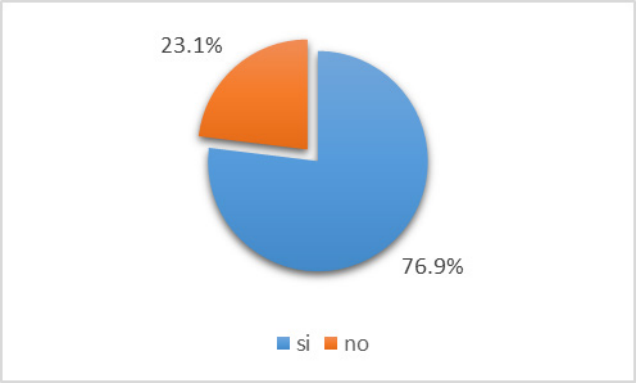


Figura 4 – Usar o no Inteligencia Artificial en la educación. Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al nivel de motivación por el uso de Inteligencia Artificial, 10 de los 13 estudiantes se muestran muy motivados y totalmente motivados para utilizar Inteligencia Artificial en su desarrollo académico (Figura 5).

Figura 5 – Nivel de motivación por el uso de Inteligencia Artificial. Fuente: Elaboración propia.

Se observa además que a lo largo de la investigación hubo muchas dificultades para los estudiantes, indicando que a futuro se debe tener un mayor contacto y número de horas con los alumnos con la finalidad de que tengan la confianza de preguntar y de esta forma solventar la dificultad y avanzar, como se puede ver en la Figura 6.

Entre las sugerencias realizadas por los alumnos, las que más destacan son el realizar esta interacción de forma más entretenida y el de aplicar la Inteligencia Artificial en más materias (Figura 7).

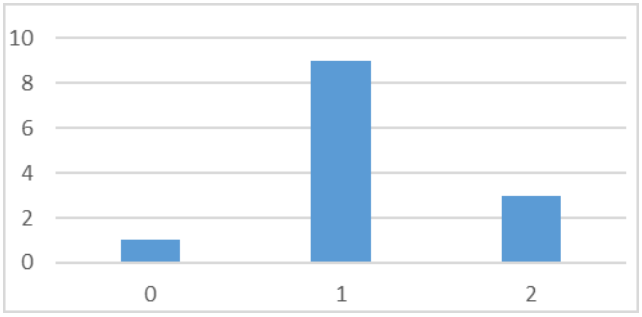


Figura 6 – Número de dificultades encontradas por los estudiantes. Fuente: Elaboración propia.

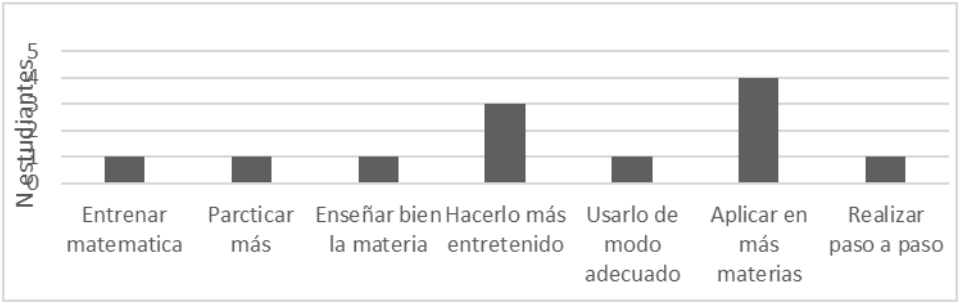


Figura 7 – Sugerencias realizadas por los estudiantes. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Resultado Análisis Cuantitativo

Con la finalidad de respaldar la motivación de los estudiantes en el uso de Inteligencia Artificial, se optó por el desarrollo de un Chatbot que englobe los conocimientos de la asignatura de Matemática, obteniendo los siguientes resultados.

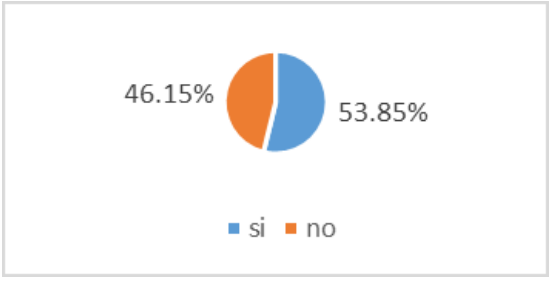


Figura 8 – Porcentaje de presentación del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en primera instancia que, de los 13 estudiantes de la muestra, sólo 7 estudiantes cumplieron con la elaboración del proyecto, representando el 53,85% de cumplimiento (Figura 8).

Dentro de la evaluación de los proyectos presentados, se obtuvieron los resultados que se listan en la Tabla 1.

Caso	manejo-sentido	manejo-estructura-lógica	manejo-estructura-control	manejo-bucles	manejo-IA
1	nada	bajo	bajo	alto	bajo
2	alto	nada	alto	nada	bajo
3	alto	alto	alto	alto	alto
4	bajo	alto	bajo	nada	alto
5	alto	alto	alto	alto	alto
6	alto	alto	alto	nada	bajo
7	alto	nada	alto	nada	bajo

Tabla 1 – Tabulación de los datos obtenidos de los proyectos presentados por los estudiantes

Estos datos fueron tratados y etiquetados, posterior a la evaluación de los proyectos.

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en la Tabla 2, se observa que el estadístico de prueba es mayor a 0,05, por lo que se realiza posteriormente un análisis paramétrico de los datos.

	Estadístico	gl.	Significancia
Manejo-sentido	0,646	7	0.001
Manejo-estructura-lógica	0,732	7	0,008
Manejo-estructura-control	0,600	7	0,000
Manejo-bucles	0,664	7	0,001
Manejo-IA	0,664	7	0,001

Tabla 2 – Pruebas de normalidad de los datos obtenidos.

En la Tabla 3, se evidencia que la significancia en cada una de las variables posterior a la prueba de medias, es mayor al 0,05, permitiéndonos concluir que la hipótesis no se rechaza, es decir, que los estudiantes adquirieron buenas destrezas iniciales en Programación e Inteligencia Artificial.

Hipótesis	manejo-sentido	manejo-estructura-lógica	manejo-estructura-control	manejo-bucles	manejo-IA
La media del nivel de la destreza evaluado, es de 0,75.	0,82	0,57	0,29	0,16	0,74

Tabla 3 – Pruebas de hipótesis

Por último, en la Figura 9, se muestra el nivel de destreza en conceptos básicos de Programación. De los resultados obtenidos en la evaluación del proyecto se observa que tanto el sentido que se le da a un algoritmo, como las estructuras de control, es lo que más llegaron a comprender los estudiantes, de forma contraria, el manejo de bucles fue lo más difícil de comprender por parte de los mismos, y el manejo de las estructuras de control y de la lógica se desarrollaron en un nivel promedio.

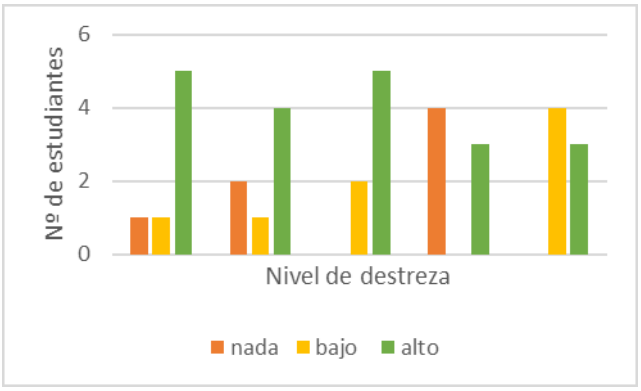


Figura 9 – Nivel de manejo de conceptos básicos de programación. Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Según los resultados obtenidos de la encuesta, podemos mencionar que la Inteligencia Artificial tiene utilidad en la educación media en un nivel medio-alto, lo cual se comprueba con el hecho de que más del 80% de los estudiantes afirmaron que la aplicación de Inteligencia Artificial debería darse en al menos 3 asignaturas académicas, así también más de las tres cuartas partes de los alumnos opinaron que el sistema educativo debe trabajar más con Inteligencia Artificial en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El 77% de los estudiantes se mostraron motivados son el uso de Inteligencia Artificial en la asignatura de Matemática, confirmando que el objetivo general de la investigación se cumplió, es decir, que el uso de la metodología STEAM ayuda a generar motivación sobre el uso de Inteligencia Artificial en niños y jóvenes.

Los estudiantes mostraron también el deseo de tener un mayor contacto con el uso de Inteligencia Artificial en la educación, esto reflejado por las sugerencias hechas en la encuesta.

Del análisis cuantitativo, se puede concluir que la aplicación de STEAM para introducir a los estudiantes conceptos de Programación e Inteligencia Artificial fue efectiva pues adquirieron las competencias y destrezas necesarias para realizar el proyecto experimental del Chatbot, los alumnos que desarrollaron el proyecto obtuvieron una calificación promedio de 0,75 sobre 1.

En conclusión, del análisis cualitativo y cuantitativo, se puede afirmar que el uso de STEAM permite motivar a los niños y jóvenes el uso de Inteligencia Artificial.

Como futuras investigaciones, se propone el uso de STEAM e Inteligencia Artificial en las diferentes asignaturas que los estudiantes toman en el año lectivo, también se puede considerar el trabajar en proyectos no sólo con el reconocimiento de texto sino experimentar además con el reconocimiento de imágenes, números y sonido, entre otros, a más de introducir progresivamente a los alumnos de primaria, secundaria y bachillerato en Programación e Inteligencia Artificial.

Referencias

Álvarez Piñeiro, O. P., Alvarado Pérez, K. J., & Sánchez Prieto, K. S. (2018). El valor de la Inteligencia Artificial en el Servicio al Cliente. *Innovation in Education and Inclusion*. Lima.

Arévalo Gross, J., & Guevara Duque, M. J. (2018). *Educación en Ecuador Resultados PISA para el Desarrollo*. Quito.

Begoña, G. (1992). La inteligencia artificial y su aplicación en la enseñanza. *Comunicación, Lenguaje y Educación*(13), 73-80.

Beltrán Morales, J. (30 de Octubre de 2017). *Repositorio Institucional Universidad de Extremadura*. Obtenido de http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/6429/TDUEX_2017_Beltr%C3%A1n_Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Boy, G. A. (2013). From STEM to STEAM: Toward a Human-Centered Education, Creativity & Learning Thinking. *Proceeding of the European Conference on Cognitive Ergonomics, ECCE 2013*. Touluse.

Daz Morgado, M. G. (12 de Junio de 2019). *SCRIBD*. Obtenido de https://es.scribd.com/document/413162213/Educacion-Steam

Everis & Endeavor. (Junio de 2018). *Academia*. Obtenido de https://www.academia.edu/36931909/EL_IMPACTO_DE_LA_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_EN_EL_EMPRENDIMIENTO

García Cartagena, Y., Reyes Gonzales, D., & Burgos Oviedo, F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: Nuevos enfoques didácticos para los desafios del siglo XXI. *Diálogos Educativos*, 37-48.

IBM. (12 de Noviembre de 2018). *IBM*. Obtenido de https://www.ibm.com/blogs/think/es-es/2018/11/12/inteligencia-artificial-en-los-institutos-el-reto-del-talento/

Jara, I., & Ochoa, J. M. (2020). *Inter-American Development Bank*. Obtenido de https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Usos-y-efectos-de-la-inteligencia-artificial-en-educacion.pdf

Joyce J., L., & Laurie A., H. (1 de Agosto de 2018). *Library of Congress*. Obtenido de https://fas.org/sgp/crs/misc/IF10937.pdf

Lane, D. (6 de Agosto de 2019). *Machine Learning for Kids*. Obtenido de https://machinelearningforkids.co.uk/#!/about

Lifelong Kindergarden. (s.f.). *Scratch*. Obtenido de https://scratch.mit.edu/about

Ministerio de Educación del Ecuador. (Mayo de 2017). *Ministerio de Educación*. Obtenido de https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Reglamento-General-Ley-Organica-Educacion-Intercultural.pdf

Narvaéz, R. (2018). La clase invertida: el docente como facilitador. *Revista para el Aula - IDEA*, 11-12.

Necuzzi, C. (2013). *Programa TIC y Educación Básica*. Buenos Aires: UNICEF.

Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 93-110.

Proaño, S. (2018). Pensar: Un proceso desordenado, complejo, dinámico e interconectado. *Revista para el aula - IDEA*(28), 4-6.

Romero, V. M. (03 de Febrero de 2019). La inteligencia artificial en la vida cotidiana: ámbito de actuación. *Diario Información*, págs. https://www.diarioinformacion.com/tendencias/2019/02/03/inteligencia-artificial-vida-cotidiana-ambitos/2113697.html.

Terrones Rodríguez, A. L. (2018). Inteligencia Artificial y ética de la responsabilidad. *Cuestiones de filosofía*, 141-170.

Zambrano Cruz, K. J. (2018). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva. *Ciencias Humanas, 14*(1), 40-52.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 20/10/2020
Aceitação/Acceptance: 01/12/2020

Modelo de apropiación de Tecnologías de la Información Geográfica como apoyo a la consolidación de Ciudades Inteligentes, caso de estudio Bogotá (Colombia)

Yeni-Andrea Nieto-Vera[1], Luz-Ángela Rocha-Salamanca[2]

yeanietov@correo.udistrital.edu.co; lrocha@udistrital.edu.co

[1] Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia.

[2] Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia.

Pages: 46-58

Resumen: Actualmente, en Bogotá D.C. no se han realizado investigaciones frente a la apropiación de las Tecnologías de la Información Geográfica – TIG, que al ser tecnologías especializadas y hacer parte de las TIC son herramientas indispensables para los procesos de desarrollo y transformación en la ciudad. En este sentido, el objeto de esta investigación es formular un modelo que permita determinar el nivel de apropiación de las TIGs en las entidades de la Administración Distrital, para esto, la metodología empleada se desarrolló a partir de una revisión documental sobre apropiación tecnológica y su importancia en la consolidación de Ciudades Inteligentes. Posteriormente, se diseñaron y aplicaron entrevistas a expertos en TIGs con el fin de contar con los criterios necesarios para definir los indicadores de logro a evaluar, formular el modelo y validarlo en tres entidades del Gobierno local.

Palabras-clave: Apropiación Tecnológica; TIG; TIC; Ciudades Inteligentes; Administración Distrital.

Model for the appropriation of Geographic Information Technologies as support for the consolidation of Smart Cities, case study Bogotá (Colombia)

Abstract: Bogotá the capital of Colombia don´t have a research regarding the appropriation of Geographic Information Technologies - GIT, which as specialized technologies, part of ICT, are essential tools for the development and transformation processes in the city. In this sense, the purpose of this research is to formulate a model that allows to determine the level of appropriation of the GITs in the organizations inside of the local Administration. Therefore, the methodology used was to explore the scientific documentation on technological appropriation and its importance in the consolidation of smart cities. Subsequently, interviews with experts in GITs were designed and applied to have the necessary criteria in the definition of achievement indicators, required for the design and creation

of the proposal model and it´s validation in three organizations of the Bogotá Administration.

Keywords: Technological Appropriation; GIT, ICT; Smart Cities; Local Administration.

1. Introducción

De acuerdo con (Naser & Concha, 2014), las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - TIC contribuyen a modernizar y revitalizar la ciudad y las actividades productivas debido a que las nuevas plataformas y redes de información están transformando radicalmente los sistemas de toma de decisiones y modelos operativos en industrias como el transporte y el turismo. Además, las empresas pueden apoyarse en las TIC para dar saltos en la eficiencia de su gestión. Es por esto, que (Moreno Alonso & Arce Ruiz, 2015) afirman que el sector de las TIC juega un papel protagonista en el avance hacia este nuevo modelo de ciudad, ya que estas tecnologías constituyen el principal elemento facilitador para el desarrollo de las ciudades inteligentes.

Adicionalmente, (Bustillo Holgado & Rodríguez Bustamante, 2015) afirman que, debido a la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación, la forma en que se estudian las ciudades ha cambiado, ya que anteriormente los datos que se trabajaban de las ciudades eran estáticos y ahora los sistemas de información permiten capturar datos de la ciudad en tiempo real involucrando información geográfica. En este contexto, de acuerdo con (Bouskela, Casseb, Bassi, De Luca, & Facchina, 2016), las Tecnologías de la Información Geográfica – TIG deben considerarse como herramientas necesarias para los procesos de desarrollo en la ciudad, por lo cual se deben incorporar en la gestión urbana y usar estos elementos para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluya procesos de planificación colaborativa y participación ciudadana, ya que, al promover un desarrollo integrado y sostenible, las ciudades se tornan más innovadoras y competitivas.

En ese sentido y debido a la importancia de la implementación de las TIG en los diferentes procesos misionales de las Instituciones que hacen parte de la Administración de Bogotá, se hace necesario realizar esta investigación, pues permite identificar los elementos relevantes que soporten dicha apropiación tecnológica en las organizaciones que hacen parte del gobierno de la ciudad y de esta manera enfocar sus esfuerzos para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, tomar decisiones acertadas, transformadoras y productivas apoyadas en el uso de las Tecnologías de la Información y así contribuir en la transformación de Bogotá en una Ciudad Inteligente apoyada por las Tecnologías de la información.

2. Metodología

Con el fin de establecer el modelo de apropiación de las TIG y conforme con lo desarrollado en la presente investigación, se definió la metodología que se describe en la Tabla 1.

Etapa	Descripción
1	Revisión documental acerca de TIG, Ciudades Inteligentes y apropiación tecnológica.
2	Diseño y aplicación de entrevistas semiestructuradas a expertos en TIG.
3	Definición de indicadores de logro.
4	Diseño y validación del modelo de apropiación TIG.

Tabla 1 – Metodología para el desarrollo del modelo de apropiación TIG

2.1. Las TIG y las Ciudades Inteligentes

De acuerdo con (Moreno Alonso & Arce Ruiz, 2015), la Ciudad Inteligente hace referencia a un concepto de ciudad sostenible, que ofrece una serie de servicios y prestaciones que elevan la calidad de vida de sus habitantes, y que, al mismo tiempo, permite a la ciudad incrementar su competitividad y su capacidad para crecer económicamente, en donde el elemento común que permite consolidar una ciudad como inteligente es el uso y apropiación de las TIC. En consecuencia, (Alvarado López, 2018) precisa que una Ciudad Inteligente es aquella que hace uso extensivo y eficiente de las tecnologías disponibles dirigidas a mejorar la calidad de vida de la población, tales como las Tecnologías de la Información Geográfica. En este contexto, de acuerdo con (Chuvieco, Bosque, & Pons, 2005), las TIG son todas aquellas disciplinas que permiten generar, procesar o representar información geográfica. Por tanto, como TIG se pueden incluir disciplinas muy variadas, como la Cartografía, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Teledetección, las cuales no son ajenas a los procesos de transformación de la ciudad, ya que de acuerdo con (Velazco, Porras, & Alzate, 2016) son herramientas que permiten planificación colaborativa y participación ciudadana, además de capturar información de forma eficiente y en tiempo real, lo que garantiza la toma de decisiones asertivas y de forma oportuna. Adicionalmente, como lo indica (Siabato, 2018) esta no es una tecnología muy reciente, sin embargo, ha generado aportes en el desarrollo de nuestras sociedades ya que varias ciudades están utilizando estas tecnologías en diversos ámbitos, como planificación urbana, transporte, atención temprana de emergencias, gestión del desarrollo sostenible de la región, entre otros.

Es de resaltar que en el ámbito geográfico la Sociedad de la Información ha indicado que a partir de las TIG se han producido cambios relevantes en la manera en la cual se gestionan los proyectos, se analizan todas las consideraciones previas que deben tener en cuenta y se orientan los procesos de toma de decisión basado en información geográfica (Verhetsel, Kessels, Goos, & Cant, 2015). Razón por la cual es importante analizar metodologías para evaluar la apropiación de TIC y apropiación TIG. Es así como en el año 2010 la firma CINTEL desarrolló un modelo para la ciudad de Cartagena, con la finalidad de analizar la apropiación de las TIC. Para ello, en el modelo se incluyó un grupo de indicadores para cuantificar las variables involucradas en el proceso de Apropiación de TIC. A continuación, se presentan dichos indicadores en las etapas de uso y apropiación TIC:

Uso de TIC

- Uso de PC = Número de habitantes que usó un PC en el último mes
- Uso de internet= Número de habitantes que usó internet en el último mes
- Actividades de investigación aplicada

Apropiación TIC

- Habilidades en el uso de PC
- Habilidades en el uso de internet

En conjunto, esta información permite observar el desarrollo de capacidades en el proceso de Apropiación de las TIC, incluyendo no solo la participación de la administración sino también a la población, con el fin de ajustar las metas, identificar debilidades y plantear opciones de mejora (Curtis & Scheurer, 2010). En esta investigación los indicadores seleccionados permiten determinar de forma general el nivel de apropiación y uso de las TIC, en el que se encuentran los habitantes de determinada región.

Por otra parte, la Presidencia de la República de Colombia plantea un modelo que permite diferenciar entre el uso y la apropiación de las Tecnologías de la Información en las entidades del Estado (República, 2019). Los indicadores seleccionados en dicho modelo son:

Uso de TIC

- Uso de PC = Cantidad de funcionarios que usan PC como apoyo en el desarrollo de sus labores.
- Uso de internet: Cantidad de funcionarios que usaron internet como apoyo en el desarrollo de sus labores.

Apropiación TIC

- Habilidades en el uso de PC
- Habilidades en el uso de internet
- Actividades autogestionadas = Número de actividades autogestionadas.

Como se puede apreciar, en este modelo se reconoce que el uso depende de factores como infraestructura y capital humano, y que la apropiación depende de las capacidades del recurso humano para hacer uso de dichos recursos. Sin embargo, no es aplicable a esta investigación teniendo en cuenta que no se considera la utilización y conocimiento de herramientas geotecnológicas como son los Sistemas de Información Geográfica.

En cuanto a la evaluación de la apropiación de las TIG, no se encontró en la literatura modelos o indicadores con los cuales se evalúe la apropiación de información geográfica, razón por la cual en la presente investigación se utilizó un método directo de recolección de datos a partir de entrevistas semiestructuradas realizadas a expertos en geotecnologías.

2.2. Apropiación Tecnológica

De acuerdo con (Crovi, 2008), la apropiación de las Tecnologías de la Información es fundamental en el desarrollo de una cultura digital y para esto, es necesario que los

usuarios de las TIC sean mucho más que consumidores de tecnología, y se conviertan en creadores e innovadores a partir de sus propias capacidades tecnológicas. En este sentido, (Giraldo, Zúñiga, Londoño, & Sánchez, 2018) exponen que, para alcanzar la apropiación tecnológica en las ciudades, se debe adecuar y transformar la tecnología disponible para resolver problemas o satisfacer necesidades puntuales de una comunidad.

Diferentes autores como (Bar, Weber, & Pisani, 2016) y (Gonzalo, 2014), han definido que la apropiación tecnológica es un ciclo que inicia cuando las personas o usuarios deciden acceder a herramientas tecnológicas y las emplean como soporte de sus actividades sociales o de negocios. Sin embargo, para que la tecnología evolucione de acuerdo con las necesidades de los usuarios y promueva el desarrollo social y económico, se debe ir más allá. La siguiente fase del ciclo ocurre cuando los usuarios examinan sus posibilidades para adaptarla a sus necesidades de forma cotidiana y la fase final sucede cuando el uso continuo de la tecnología transforma al usuario en sus conocimientos y habilidades. En este mismo sentido, (Van Dijk, 2005) expresa que la apropiación tecnológica es consecuencia de la motivación, acceso y desarrollo de habilidades digitales por medio de la adopción de la tecnología; Por otro lado, (Rosenberger, 2019) la define como el resultado del acceso, comprensión y adopción de una determinada tecnología en los procesos cotidianos. Finalmente, (Saga & Zmud, 1994), en el marco de su modelo de comportamiento post-implementación de las TIC en las organizaciones, se refieren a tres niveles progresivos para alcanzar la apropiación tecnológica: Aceptación Tecnológica, Rutinización Tecnológica y Apropiación Tecnológica, que hacen alusión respectivamente a la disposición de las organizaciones de recibir o rechazar beneficiarse de las tecnologías, uso frecuente de las TIC en procesos cotidianos por medio de infraestructura especializada; y a la adopción tecnológica en los sistemas de trabajo de la organización para la potenciación de los objetivos organizacionales y responder a las necesidades de los usuarios.

2.3. Diseño y aplicación de entrevistas

Teniendo en cuenta la teoría anteriormente descrita, se determinó que existen tres niveles para alcanzar la apropiación TIC (Acceso, Uso y Apropiación Tecnológica). Sin embargo, es necesario incluir elementos que involucren Información Geográfica, razón por la cual se llevó a cabo el diseño de una entrevista semiestructurada ya que de acuerdo con (Díaz, Torroco, Martínez, & Varela, 2013) este es un instrumento eficaz de recolección de información sobre un tema en específico cuando no existe la suficiente información al respecto o se quiere profundizar en un tema. Estas entrevistas se aplicaron a seis expertos en Geotecnologías con el propósito de establecer los objetos a incluir en el modelo de apropiación TIG. Como resultado de la aplicación de este instrumento, se identificaron los siguientes elementos: receptividad frente al uso de las TIG, capacidad tecnológica (Hardware y Software), estándares geoespaciales, disponibilidad de la información geográfica, frecuencia de uso de TIGs, satisfacer las necesidades de los usuarios, recurso humano con conocimientos en TIGs e inversión en capacitaciones.

2.4. Diseño del modelo de apropiación TIG

Tomando como referencia la investigación planteada por (Saga & Zmud, 1994), se establecieron indicadores de logro con el fin de clasificar el nivel actual en el que se

encuentran las entidades: Aceptación Tecnológica (acceso), Rutinización Tecnológica (uso) y/o Apropiación Tecnológica.

Indicador de logro	Nivel
1. Receptividad de la entidad para beneficiarse de las TIG	Aceptación Tecnológica Acceso
2. La utilización de las TIG tiene un valor para la entidad	
3. Uso frecuente de las TIG en el desarrollo de actividades (ser usuario y productor de Información geográfica)	Rutinización Tecnológica Uso
4. Admitir el uso de las TIG como un proceso habitual	
5. Capacidad tecnológica especializada (Hardware y Software)	
6. Adopción de las TIG en las funciones misionales que permitan la toma de decisiones asertivas	Apropiación Tecnológica
7. Estandarización e interoperabilidad de la información geográfica	
8. Inversión por parte de la entidad en capacitación TIG	
9. Las TIG implementadas brindan una asistencia a las demandas de los usuarios	

Tabla 2 – Niveles para alcanzar la apropiación TIG

A continuación, se describe cada uno de los niveles:

- Aceptación Tecnológica (Acceso): El individuo es quien tiene la decisión de acceder a las tecnologías, en este sentido se consideraron dos indicadores de logro para poder determinar si realmente hay un nivel de aceptación espontaneo.
- Rutinización Tecnológica (Uso): Guarda relación con el uso frecuente de las TIG en el desarrollo de las actividades de las organizaciones por medio de la utilización de Hardware y Software especializado.
- Apropiación Tecnológica: Como resultado de los niveles anteriores, las organizaciones evidencian las ventajas de la implementación de estas tecnologías en la organización y en la ciudad, por lo tanto, disponen de recurso humano calificado para producir información geográfica que cumpla con estándares geoespaciales e invierten constantemente en capacitaciones que les permita satisfacer las necesidades de la ciudadanía.

Una vez establecidos los indicadores de logro, se diseñó el modelo de apropiación de las TIG, a partir de la metodología de relación de objetos (Object Relationship Model - ORM) propuesta por (Embley, Kurtz, & Woodfield, 1992) debido a que allí el objeto (persona, cosa y/o concepto) representa un grupo de sistemas de objetos que tienen características similares y además existe una conexión lógica entre ellos, tal como ocurre con los elementos definidos en la presente investigación. Las relaciones y objetos consideradas en este modelo son:

- Relaciones: 1.. *, se relaciona mínimo una vez con los demás objetos
- Objetos: Tecnologías de la Información Geográfica, Recurso Humano Calificado, Estándares Geoespaciales, Plataforma Tecnológica Especializada, Organizaciones, Aceptación Tecnológica (Acceso), Rutinización Tecnológica (Uso), Apropiación Tecnológica y Ciudades Inteligentes.

En la Figura 1, se visualizan los indicadores de logro planteados para los objetos Aceptación Tecnológica, Rutinización Tecnológica y Apropiación Tecnológica, así como las relaciones entre los demás objetos definidos.

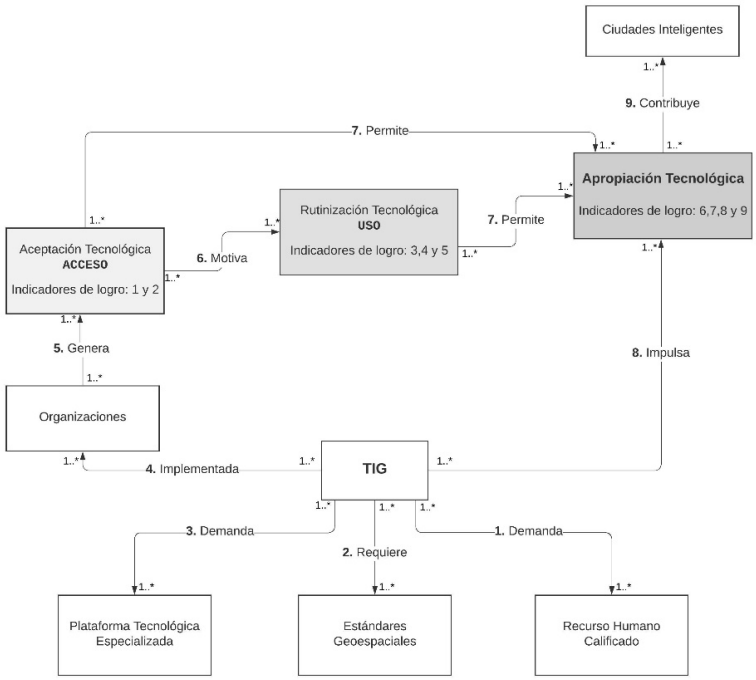


Figura 1 – Modelo de apropiación TIG

Como se puede observar, en el modelo de apropiación TIG se numeraron las distintas relaciones existentes entre los objetos, las cuales se describen de forma secuencial a continuación:Una Tecnología de la Información Geográfica demanda la participación de recurso humano calificado para poder operar el sistema, dar el uso adecuado y responder a los requerimientos de los usuarios y la organización.

1. Las Tecnologías de la Información Geográfica requieren la aplicación de uno a muchos estándares geoespaciales, ya que le permite a la organización contar con un gobierno de datos que garantice información de calidad, eficiente y confiable.
2. Las Tecnologías de la Información Geográfica demandan la incorporación de una o muchas plataformas tecnológicas especializadas que cuenten con el Hardware y Software capaz de responder a las necesidades.
3. Mínimo una Tecnología de la Información Geográfica debe ser implementada por una o muchas organizaciones para poder alcanzar la apropiación tecnológica.
4. La implementación de las TIGs en una o muchas organizaciones genera aceptación tecnológica ya que indica que existe receptividad frente al uso de tecnología geográfica en el desarrollo de actividades.

5. La aceptación tecnológica por parte de las organizaciones motiva la rutinización (uso), la cual hace referencia al uso continuo y frecuente de TIGs en el desarrollo de las actividades habituales de la organización.
6. La aceptación (acceso) y rutinización (uso) tecnológica permiten alcanzar la apropiación de una o más TIGs ya que en esta etapa las organizaciones cuentan con un incremento de la comprensión frente a las tecnologías geográficas.
7. La implementación y uso de al menos una TIG impulsa la apropiación tecnológica en las organizaciones ya que contribuyen de forma efectiva facilitando la interoperabilidad de información, calidad de datos, información estandarizada, colaboración público-privada, así como a la participación ciudadana en procesos de toma de decisiones de forma activa.
8. Como consecuencia de las anteriores relaciones, las TIG contribuyen en la consolidación de ciudades inteligentes ya que pone a disposición del usuario herramientas innovadoras, haciendo de la ciudad un espacio que permite optimizar procesos y tomar decisiones más asertivas con fundamento en los recursos tecnológicos disponibles.

3. Resultados

El modelo planteado fue validado en tres entidades cabeza de sector de la Administración Distrital con el propósito de conocer el nivel de apropiación de las TIG en la que se encuentran y de esta forma evidenciar si dichas entidades están contribuyendo en la consolidación de Bogotá como Ciudad Inteligente apoyada en el uso de estas tecnologías especializadas. Como población objetivo para la validación del modelo, se seleccionaron de forma aleatoria los sectores Ambiente, Planeación y Hábitat. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

3.1. Sector Ambiente

En la Figura 2, se visualiza la validación del modelo para cada objeto definido en el modelo de apropiación TIG aplicado al sector Ambiente y los indicadores de logro alcanzados por esta entidad.

La validación del modelo de apropiación TIG en el sector Ambiente, muestra que la entidad se encuentran en una etapa de aproximación a la apropiación de Tecnologías de la Información Geográfica ya que se evidencia haber superados los niveles de acceso y uso debido a que dentro de la entidad es fundamental el uso de las TIG para gestionar sus actividades, aplican estándares geoespaciales a la información geográfica producida, cuenta con un número importante de profesionales calificados y con conocimientos en TIG, han realizado implementaciones de software geográfico libre y cuentan con una infraestructura tecnológica acorde con las necesidades de la institución y los usuarios, lo cual permite el uso, producción y disponibilidad continua de información geográfica. Adicionalmente, el personal ha aceptado que el uso de las TIG representa una fortaleza en el desempeño de sus labores. Sin embargo, se evidencia que no se cumple el indicador número 8 ya que la entidad no destina recursos para capacitar y/o actualizar los conocimientos del personal sobre tecnologías de la información lo cual impide alcanzar de forma definitiva la apropiación de las TIG y los ubica en el nivel Uso Tecnológico.

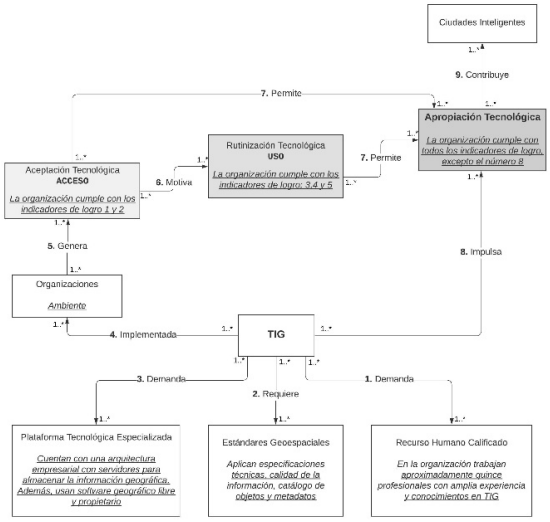


Figura 2 – Validación del modelo de apropiación TIG en el Sector Ambiente

3.2. Sector Planeación

En la Figura 3, se visualiza la validación del modelo para cada objeto definido en el modelo de apropiación TIG aplicado al sector Planeación y los indicadores de logro alcanzados por esta entidad.

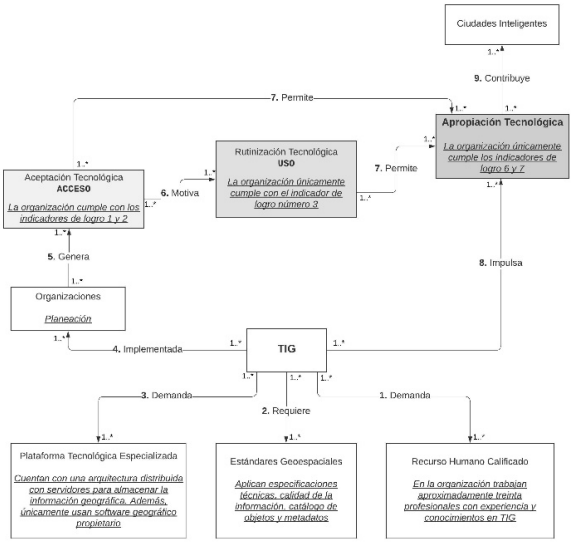


Figura 3 – Validación del modelo de apropiación TIG en el Sector Planeación

Por medio de la validación del modelo, se observa que el sector Planeación cuenta con mecanismos tecnológicos que les permite tener éxito dentro de la ejecución de actividades apoyadas en las TIG. Como muestra de ello, se encontró recurso humano idóneo, una infraestructura tecnológica adecuada a sus requerimientos, no obstante, el flujo de información demanda una mayor optimización. Es importante mencionar, que la entidad cuenta con un gran número de funcionarios que utilizan de manera permanente las TIG para gestionar sus actividades y apoyar la toma de decisiones dentro del área de trabajo que desempeñan, sin embargo, aún hay resistencia por parte de algunos miembros de incursionar en el uso de las tecnologías geográficas, lo cual impide alcanzar los indicadores de logro 4 y 5 y en consecuencia no superan el nivel de uso tecnológico. Adicionalmente, no se cumplen los indicadores 8 y 9 ya que la entidad carece de la asignación de recursos para que el personal se capacite o en su defecto actualice sus conocimientos, así como implementar nuevos mecanismos de disponibilidad y acceso a la información que garanticen un mejor servicio al usuario. Como consecuencia de lo anterior, el sector cumple con los indicadores de Acceso y se ubica en el nivel Uso Tecnológico.

3.3. Sector Hábitat

En la Figura 4, se encuentra la validación del modelo de apropiación TIG y los indicadores de logro alcanzados por el sector Hábitat.

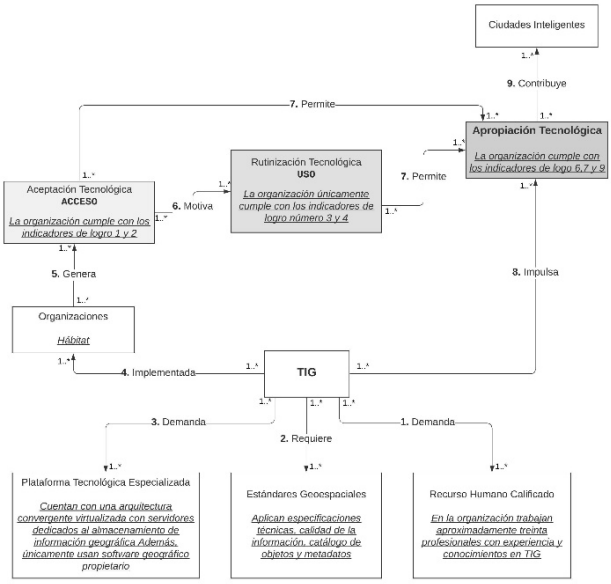


Figura 4 – Validación del modelo de apropiación TIG en el Sector Hábitat

Por medio de la validación del modelo en este sector, se observa que cuentan con un número importante de recurso humano con conocimientos en TIG los cuales utilizan las tecnologías especializadas en el desarrollo de actividades y en la toma de decisiones

acertadas. Adicionalmente, aplican estándares geoespaciales apropiados para generar información de calidad. Así mismo, cuentan con una infraestructura tecnológica adecuada a satisfacer las necesidades de la institución y los usuarios a través de las TIG. Es de resaltar, que no se destinan recursos propios para capacitación del personal, sin embargo, por medio de una alianza con la empresa proveedora del software geográfico empleado por la entidad se pone a disposición de los funcionarios capacitaciones en herramientas geográficas actuales, pero la asistencia es baja, lo cual pone en evidencia la falta de motivación por incorporar las nuevas tecnologías en los procesos habituales y no permiten alcanzar los indicadores de logro número 5 y 8, ubicándolos en el nivel de Uso Tecnológico.

4. Conclusiones

Es importante establecer una comparación del modelo propuesto con otros que se han desarrollado y evalúan la apropiación de las TIC en diferentes tipos de entidades, los cuales fueron presentados en la revisión documental de la presente investigación. Se observaba que en dichos modelos se parte de una descripción general de indicadores que permitían evaluar la calidad de los recursos tecnológicos, además del análisis generado a partir de dicha información por parte de los usuarios. Para ello se definen criterios generales, expresados a través de un conjunto de indicadores que se evalúan aplicando instrumentos como encuestas a los usuarios o guías de observación para verificar el estado y funcionalidad de los equipos y recursos tecnológicos. En contraste con dichos modelos, en la presente investigación se parte de un conjunto de indicadores específicos para cada uno de los niveles asociados a la apropiación de las TIG. De esta forma, los indicadores responden a un análisis concreto sobre la realidad, en el cual se tienen en cuenta las necesidades de las entidades, la importancia de las herramientas TIG en su gestión, y el conjunto de debilidades que deben ser superadas.

El uso de herramientas geotecnológicas es esencial en las organizaciones responsables de la administración de la ciudad y, como ejemplo, esta investigación muestra que los tres sectores seleccionados están trabajando en la incorporación de las TIG en sus actividades misionales. Además, se evidencia que Bogotá se está enfocando en involucrar los conceptos de ciudades digitales e inteligentes, por eso ha fortalecido la capacidad tecnológica y los recursos humanos de sus organizaciones administrativas y para garantizar una mejor gestión de la información geográfica para apoyar el proceso de toma de decisiones en la ciudad. Como evidencia de lo anterior, por medio de la presente investigación, se concluye que los tres sectores se encuentran en el nivel Uso Tecnológico y es el sector Ambiente quien está próximo a alcanzar el nivel de Apropiación Tecnológica, sin embargo, debe fortalecer los mecanismos de capacitación al recurso humano. En este contexto, la investigación revela que el elemento común a fortalecer en los tres sectores es la falta de capacitación o actualización de los conocimientos al recurso humano, ya que esto dificulta la implementación de nuevas herramientas tecnológicas y es un limitante para satisfacer las necesidades en la ciudad.

Al ser la primera vez que se formula y valida un modelo de apropiación de las TIG, esta investigación logra caracterizar los elementos esenciales que se deben considerar para alcanzar de forma definitiva la apropiación de las TIG, además, puede ser fácilmente

implementado en las demás entidades del gobierno de la ciudad, con el fin de que en un futuro cercano todas ellas se encuentren en un nivel homogéneo de apropiación tecnológica y contribuyan de manera más eficiente a dar respuesta a los requerimientos de la ciudad y del ciudadano.

Referencias

Alvarado López, R. (2018. http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a7n13.299). Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva. *PAAKAT: revista de tecnología y sociedad, 7*(13), 5-23. doi:http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a7n13.299

Bar, F., Weber, M., & Pisani, F. (2016. https://doi.org/10.1177/1461444816629474). Mobile technology appropriation in a distant mirror: Baroquization, creo-lization, and cannibalism. *New Media & Society, 18*(4), 617-636.

Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M. (2016). *The road toward Smart Cities: Migrating from Traditional City Management to the Smart City*. BID.

Bustillo Holgado, E., & Rodríguez Bustamante, P. (2015). Los Sistemas de Información Geográfica y las Ciudades Inteligentes. *Polígonos, 27*, 257-270.

Chuvieco, E., Bosque, J., & Pons, X. (2005). ¿Son las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) parte del núcleo de la Geografía? *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 40*, 35-56.

Crovi, D. (2008. https://doi.org/10.26439/contratexto2008.n016.784). Dimensión social del acceso, uso y apropiación de las TIC. *Contratexto Digital, 16*, 65-79.

Curtis, C., & Scheurer, J. (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning,* , 74 (2): 53-106. .

Díaz, L., Torroco, U., Martínez, M., & Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica, 2*(7), 162-167.

Embley, D., Kurtz, B., & Woodfield, S. (1992). *Object-Oriented Systems Analysis: A Model-Driven Approach*. Yourdon Press.

Giraldo, F., Zúñiga, S., Londoño, D., & Sánchez, L. (2018). La lectura en la apropiación de la Ciencia y la Tecnología. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 14*(2), 158-178.

Gonzalo, A. (2014. https://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/question/article/view/2227). Una aproximación conceptual a la "Apropiación social" de TIC. *Questión, 1*(43), 17-31.

Moreno Alonso, C., & Arce Ruiz, R. (2015. https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39079). *Desarrollo de un modelo de evaluación de ciudades basado en el concepto de ciudad inteligente, PhD Tesis, Universidad Politécnica de Madrid*. Madrid. doi: https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39079

Naser, A., & Concha, G. (2014). *El rol de las TIC en la gestión pública y en la planificación para un desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

Parra, C., & Rodríguez, F. (2016. https://doi.org/10.19053/20278306.4602). La capacitación y su efecto en la calidad dentro de las organizaciones. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 6*(2), 131-143.

República, P. d. (2019). *Estrategia de uso y apropiación de las Tecnologías de Información* . Bogotá.

Rosenberger, S. (2019). Information and Communication Technologies, Education and Appropriation in Latin America. *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad, 14*(40), 11-39.

Saga, V., & Zmud, R. (1994). The Nature and Determinations of It-Acceptance. En *Diffusion, Transfer and Implementation of Information Technology* (págs. 67-86). North Holland: L. Levine.

Siabato, W. (2018. http://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v27n1.69500). Sobre la evolución de la información geográfica: las bodas de oro de los SIG. *Cuadernos de Geografía, 27*(1), 1-9.

Van Dijk, J. (2005). *The Deepening Divide: Inequality in the information society*. California: SAGE.

Velazco, S., Porras, A., & Alzate, G. (2016. https://doi.org/10.14483/2248762X.11994). Space Data Infrastructures as a Support for the Development of Intelligent City. *Redes de ingeniería, especial*, 74-83. doi:https://doi.org/10.14483/2248762X.11994

Verhetsel, A., Kessels, R., Goos, P., & Cant, J. (2015). Location of logistics companies: A stated preference study to disentangle the impact of accessibility. *Journal of Tranport Geography*, 42: 110-121.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/09/2020
Aceitação/Acceptance: 17/11/2020

Desarrollo e implementación de sistema de gestión integral de calidad

Manuel Andrés López Martínez[1], Nora Osuna-Millán[2], Jesús Manuel Niebla Zatarain[3] Ricardo Rosales[4] Esperanza Manrique Rojas[5]

mlopez77@uabc.edu.mx; nora.osuna@uabc.edu.mx; j.niebla@uas.edu.mx; ricardorosales@uabc.edu.mx; emanrique@uabc.edu.mx

[1] Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Contaduría y Administración, Calzada Tecnológico y Universidad S/N Delegación Mesa de Otay C.P.22390, Tijuana, Baja California, México.

[2] Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Contaduría y Administración, Calzada Tecnológico y Universidad S/N Delegación Mesa de Otay C.P.22390, Tijuana, Baja California, México.

[3] Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Derecho, Av. de los Deportes s/n, Tellería, 82117 Mazatlán, Sinaloa, México.

[4] Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Contaduría y Administración, Calzada Tecnológico y Universidad S/N Delegación Mesa de Otay C.P.22390, Tijuana, Baja California, México.

[5] Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Contaduría y Administración, Calzada Tecnológico y Universidad S/N Delegación Mesa de Otay C.P.22390, Tijuana, Baja California, México.

Pages: 59-69

Resumen: La propuesta de este trabajo incluye el desarrollo de un sistema de gestión integral de calidad para La Agencia Aduanal, ya que actualmente la mayoría de sus procesos se realizan de forma manual en archivos de datos separados, el desarrollo de este sistema permitirá a la agencia cumplir fácilmente con diversas certificaciones que otorgan beneficios a la empresa y a sus clientes, además de proporcionar una visión detallada a los directivos para la toma de decisiones.

Palabras-clave: - gestión; calidad; decisiones.

Development and implementation of comprehensive quality management system

Abstract: The proposal of this work includes the development of a comprehensive quality management system for the Customs Agency, since currently most of its processes are carried out manually in separate data files, the development of this system will allow the agency to comply easily with various certifications that provide benefits to the company and its customers, in addition to providing a detailed vision to managers for decision making..

Keywords: management; quality; decisions.

1. Introducción

Las agencias aduanales deben llevar un estricto y preciso control sobre documentos y formatos generados diariamente en las operaciones de comercio exterior de sus clientes, estos formatos deben ser almacenados en un archivo durante diferentes periodos, los cuales varían en función el formato del cual se trate, ya que son auditables por la autoridad (SAT) y los agentes aduanales susceptibles a multas en caso de falta o incumplimiento. Es posible también que las agencias aduanales obtengan certificaciones como OEA, OLA, NMX, entre otras, las cuales dan a los clientes la confianza de que las operaciones se realizan de acuerdo a lo que indica la autoridad, además, algunas de estas certificaciones ofrecen beneficios como el uso de carriles especiales en la aduana, plazos de permanencia de insumos extendidos, agilización de trámites de despacho aduanero, entre otros.

Actualmente, la Agencia Aduanal Romero Galaviz está en busca de la certificación OEA, la cual requiere estrictos controles sobre todos los procesos y operaciones realizadas, seguridad física, controles de acceso físico, seguridad de los procesos, seguridad de la información y documentación, actualmente los registros y evidencias de lo realizado no se lleva a cabo de una forma estructurada y tiene muchas oportunidades de mejora. La solución que se propone es el desarrollo e implementación de un sistema para la gestión de la calidad, el cual permitirá tener la información centralizada, disponible en cualquier momento y desde cualquier dispositivo móvil, va a permitir configurar alertas para que no se pase agregar información al sistema y permitirá la toma de decisiones a los directivos, basado en los resultados arrojados por el sistema.

2. Problematica

El principal conflicto radica en el control mismo de los registros y formatos, ya que la empresa cuenta de forma interna con tres divisiones, las cuales pertenecen a socios diferentes, esto es un problema al momento de llevar controles generales, ya que cada área solo tiene acceso a los que le pertenecen, por lo tanto, cada uno de los empleados en relación a su puesto realiza ciertas funciones, mismas que si su procedimiento indica que debe llevar algún formato de control de registro, el empleado lo realiza en archivos de Excel o PDF pero lo deja almacenado en su computadora, esta acción es repetida por todos los empleados de la empresa, sin embargo cuando se presentan auditores estos esperan ver la información concentrada, es decir, como una sola empresa, misma que no se encuentra de esta forma. Cuando sucede esto es necesario realizar la integración de toda la información y verificar si se encuentra actualizada, indagar y validar los datos proporcionados, los cuales no se tiene la certeza que sean correctos o que están actualizados.

Otro problema que se presenta es el llenado de los documentos, ya que no se realiza en el momento indicado, ya que pocos días antes de las auditorias empiezan a capturar o llenar la información que no han registrado en meses, esto supone riesgos de que la información no sea la correcta o este incompleta, por lo cual podría ser rechazada la certificación que se intente acreditar o re acreditar en ese momento. La cantidad

de información que se maneja en la empresa es grande y toda se controla ya sea en expediente físico o electrónico, lo cual repercute en tiempos muy prolongados cuando se requiere buscar algún documento o validar algún dato, inclusive cuando se quiere modificar o realizar cambios.

3. Antecedentes

3.1. Definición de calidad

La calidad abarca diferentes ámbitos cotidianos, como calidad de vida, de relaciones humanas, de productos, de servicios, en el medio ambiente, y en general todos los aspectos de la vida. Calidad se refiere a la forma en que se hacen las cosas y de igual manera lo que se espera del entorno, es decir de todo lo que se utiliza o recibe (Stamis, 2016).

En este documento nos centraremos en la calidad enfocada a los servicios, específicamente a los ofrecidos en una agencia aduanal, los cuales van relacionados con su planeación estratégica, confidencialidad de la información manejada, control de documentos, control de registros, seguimiento continuo, tratamiento de quejas y en general de todas las operaciones que realiza el agente aduanal (Secretaria de Economía, 2016).

3.2. Sistema de gestión integral

Relacionado con la calidad tenemos los sistemas de gestión integral, el cual se describe como el conjunto de actividades interrelacionadas donde a través de ciertas acciones específicas se pueden definir e implementar los lineamientos generales de una organización, para lograr de este modo los objetivos que desean alcanzar (Atehortúa Hurtado, Bustamante Vélez, & Valencia de los Ríos, 2015).

Los principales beneficios de la integración de estos sistemas son (Larios, 2016):

- Simplificar y reducir la documentación generada.
- Conocer los avances logrados por la empresa u organización en materia de calidad y seguridad.
- Incrementar la participación del personal, por lo cual estos tendrán una mayor satisfacción y se sentirán más relacionados con la empresa.

3.3. Funciones de una Agencia Aduanal

Las funciones o servicios que brinda una agencia aduanal a través de un agente aduanal, van más allá de solo la importación y exportación de mercancías, su principal objetivo es brindar asesoría en comercio exterior con información experta que ayude a prevenir errores, reduzca tiempos y sobre todo costos (La presunción de no responsabilidad, una garantía del Agente Aduanal, 2017). Una agencia aduanal realiza diferentes tipos de operaciones, algunas de las más importantes son las siguientes:

Elaboración de pedimento aduanal: El pedimento aduanal es un documento fiscal creado en un formato que aprueba la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, donde se declara:

1. El tipo y la cantidad de mercancía.
2. Los datos que faciliten la identificación de la mercancía.
3. El origen, valor y la base gravable de la mercancía.
4. El cumplimiento de restricciones y regulaciones no arancelarias.
5. La sección aduanera o aduana de ingreso y la de despacho.
6. El tipo de operación.
7. El régimen aduanero.

Y algunos otros datos y documentos que se deben incorporar al pedimento.

Esta forma se presenta ante la aduana por medio de la agencia aduanal, la cual funge como consignataria del importador/exportador. El pedimento aduanal es un documento de mucha importancia en el comercio exterior, porque con éste se ampara la estancia y la tenencia legal de la mercancía de origen extranjero (Servicio de administración tributaria, 2017) De igual forma, muchos de estos datos deben procesarse conforme lo establecido el marco normativo relativo a datos personales.

3.4. Definición de norma

Una norma es un conjunto de reglas que deben seguir las personas en una sociedad, para tener una mejor convivencia. Las normas como tal regulan las reglas o deberes que regula las acciones de las personas.

La norma mexicana (NMX) es una regulación no obligatoria y sirven para establecer la forma en que se realizan con calidad los procesos o servicios en las empresas mexicanas (Quintanilla, 2006), existen además normas oficiales mexicanas (NOMs) las cuales son regulaciones obligatorias.

3.5. Norma NMX-R-026-SCFI-2016

La creciente demanda de especialistas aptos, hábiles y con suficientes conocimientos del sistema aduanero y comercio exterior, que dominen fácilmente todas las normas reglamentarias y administrativas, así como los ordenamientos legales, sanciones, tipos de cambio, preferencias arancelarias, infracciones y restricciones no arancelarias, entre otras, ha obligado a los agentes aduanales a ampliar su campo de acción.

La norma NMX-R-026 especifica los requisitos generales que un agente aduanal debe cumplir para que la agencia sea reconocida como una empresa confiable y capaz en la prestación de servicios aduanales con calidad (Asociación de normalización aduanera y de comercio exterior, A.C., 2015).

Esta norma mexicana es aplicable a los agentes aduanales que explotan su patente a través de la legal constitución y operación de una agencia aduanal en los Estados Unidos Mexicanos, de la que son dueños o socios; con el objeto principal de la prestación de servicios aduanales y de comercio exterior orientados al despacho de las mercancías en cualquiera de los regímenes aduaneros previstos en la Ley de la Materia, ya que cuando alguna agencia aduanal adquiere la certificación bajo esta norma mexicana se obtienen beneficios tanto internos como beneficios para la organización. A continuación, se describen algunos de estos:

Beneficios Internos:

- Planeación estratégica de la organización.
- Objetivos estratégicos medibles.
- Seguimiento exhaustivo en lo que respecta a las quejas y reclamaciones de los clientes.
- Manuales de procesos documentados.
- Informes a la alta dirección programadas.
- Contratación de personal adecuado con base a la descripción de los puestos.
- Disminuir los Productos No Conformes que afecten la calidad del servicio.
- Mejora continua en los procesos mediante Acciones Correctivas, Preventivas y/o de Mejora.
- Logros de la organización con base a Política y Objetivos de Calidad.
- Mejora en la comunicación formal, así como lineal y horizontal en la estructura orgánica.
- Control en la documentación que se genera por parte de la organización, así como la que se recibe por parte de clientes y proveedores.
- Confiabilidad en los proveedores que proporcionan servicios a la organización mediante evaluación, selección y reevaluación.

Beneficios para la Organización:

- Confiabilidad de los clientes en el servicio que ofrecen como agencia aduanal.
- Ventaja competitiva en el ramo.
- Mejora consistente del servicio y desarrollo constante de sus productos y/o servicios.
- Altos niveles de satisfacción del cliente.
- Mejora el concepto de la comunidad sobre la empresa.
- Mejora la productividad y eficiencia de la organización.

3.6. Definición de certificación

Una certificación es un documento o reconocimiento por parte de una unidad certificadora capaz de otorgar dicha certificación. Es una garantía o reconocimiento de que la empresa o individuo se encuentra completamente calificado para realizar las actividades indicadas en dicha certificación.

3.7. Certificación OLA

El Operador Logístico Acreditado (OLA) es un programa de autorregulación que, a través de su acreditación, valida la implementación de un sistema de gestión de riesgos en las organizaciones, permitiéndole a los actores del comercio exterior contar con las herramientas necesarias para certificarse como Operador Económico Autorizado (OEA) que otorga el Servicio de Administración Tributaria. (Asociación de normalización aduanera y de comercio exterior, A.C., 2018).

- OLA diagnóstica el nivel de cumplimiento que tiene la Agencia Aduanal en relación a los requerimientos de la autoridad.

- OLA te otorga las herramientas que generan seguridad jurídica en el despacho aduanero.

Con este programa los Agentes Aduanales podrán desarrollar políticas y procedimientos documentados para llevar a cabo un análisis que les permita la identificación de riesgos y debilidades en su cadena de suministros con el objeto de mitigarlos.

3.8. Certificación OEA

El Operador Económico Autorizado de México (OEA), es un programa voluntario diseñado en base al Marco SAFE de la Organización Mundial de Aduanas y en coordinación con el sector privado, con el objetivo de incrementar la seguridad en la cadena de suministros de comercio exterior que optimiza la cadena logística internacional y así promover la competitividad de las empresas mexicanas (De la Ossa, 2015) .

En busca de fortalecer la seguridad de la cadena logística, se pretende que OEA incluya a nuevos actores de la cadena logística a los cuales los reconoce como "Socio Comercial Certificado" entre los que destaca el agente aduanal, considerado como pieza clave para llevar a cabo las operaciones de comercio exterior.

OEA es un programa que busca fortalecer la seguridad de la cadena logística del comercio exterior a través de la implementación de estándares mínimos en materia de seguridad internacionalmente reconocidos en coordinación con el sector privado y que otorga beneficios a las empresas participantes.

El Operador Económico Autorizado nace principalmente, al igual que el C-TPAT americano, como una forma de aumentar la seguridad de la cadena logística internacional, lucha contra el terrorismo, el tráfico de drogas y otras amenazas.

3.9. Sistema de información

Una Generalmente, los sistemas de información pueden clasificarse en tres grupos, de acuerdo a sus propósitos generales, Peralta (2008) clasifica los sistemas de información en tres grupos generales (1) Sistemas transaccionales, (2) Sistemas de apoyo para la toma de decisiones, sistemas para la toma de decisiones en grupo, sistemas expertos

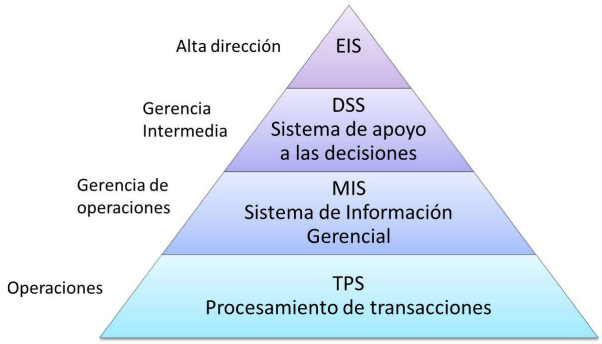


Figure 1 – Tipos de sistemas de información en las empresas

de soporte a la toma de decisiones y sistema de información para ejecutivos y (3) Sistemas estratégicos.

Para este proyecto se hará un énfasis en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, ya que es el enfoque que se dará al sistema que se va a desarrollar e implementar.

3.10. Sistemas de apoyo para la toma de decisiones

Un sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS) es un sistema informático que permite la toma de decisiones, para esto se utilizan datos y modelos para la evaluación y comparación de alternativas, de esta forma ayuda a los responsables en la toma de decisiones (Salles, 2015).

Los DSS son una herramienta para la toma de decisiones válidas, enfocadas de diferentes formas y en una gran cantidad de actividades. Los resultados pueden utilizarse para obtener información que revele el origen de los problemas y las relaciones entre ellos, así como revelar posibles acciones a tomar y alternativas de decisión (Sauter, 2011).

Un DSS que es impulsado por documentación utiliza los datos de diferentes orígenes, como documentos de texto, hojas de Excel o bases de datos con registros, esta información se ingresa al DSS y permite tomar las mejores estrategias. Algunas de sus características son las siguientes (Turban & Delen, 2010):

- Manipulación y extracción de información de acuerdo a las necesidades
- Soporte gerencial en la toma de decisiones
- Permiten definir la información requerida y combinarse con otra de acuerdo al criterio del usuario que lo requiere.
- Incluye herramientas para visualización de información.
- Permite combinar la información de los sistemas de la empresa con información externa de otra empresa, cuyas actividades se vean relacionadas en algún punto.

3.11. Metodologías de desarrollo agiles

Las metodologías Agiles (p. Ej., Scrum) fomentan respuestas rápidas y flexibles al cambio mediante la promoción de la planificación adaptativa, la identificación de requisitos colaborativos entre un equipo auto organizado, así como el desarrollo gradual de soluciones de software. Actualmente es el enfoque que está siendo más utilizado, por la facilidad de integrar equipos de trabajo y ofrecer valor al cliente rápidamente (Guide to the Business Process Management Body of Knowledge,2018).

Las metodologías agiles se basan en el Manifiesto Ágil, un documento que fue redactado en 2001 por 17 expertos de programación, en él se declaran los valores y principio en los cuales se basa la metodología ágil, los valores son los siguientes (Agile Manifiesto, 2001):

- Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas.
- Software que funciona sobre documentación exhaustiva.
- Colaboración con el cliente sobre negociación contractual.
- Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan.

Cuando se utiliza una metodología ágil, las necesidades se definirán a lo largo del desarrollo del sistema y es necesaria una fuerte presencia por parte de los clientes a

lo largo de todo el proyecto, generalmente se utilizan en proyectos muy cambiantes y donde el cliente no está del todo seguro de lo que desea. En función del proyecto se pueden usar diversas metodologías agiles, entre las cuales las más utilizadas son las siguientes (Management Association, 2018):

- Scrum: Marco de trabajo iterativo que proporciona herramientas y roles para ver el progreso y constantemente entregar valor a los clientes.
- Kanban: Se basa en que solo se debería iniciar otro bloque de trabajo cuando el actual haya sido entregado o pasado a otra área para su finalización.
- Xtreme programming: Se centra en potenciar relaciones interpersonales entre los miembros del equipo de desarrollo de software, promueve el buen trabajo en equipo y de esta forma potenciar las capacidades y aprendizaje.

4. Objetivos

4.1. General

Crear e implementar un sistema de gestión integral de calidad para la Agencia Aduanal.

4.2. Específicos

- Identificar a detalle los registros y formatos que cada puesto de las diferentes áreas de la empresa lleva control y seguimiento.
- Determinar las áreas de la empresa en donde se debe iniciar primero el desarrollo.
- Realizar la codificación de cada uno de los procesos, así como de sus salidas
- Garantizar que el sistema no cuenta con fallas, para esto se aplicaran diferentes tipos de pruebas de software.
- Obtener la aprobación de cada área en relación al funcionamiento y salidas del módulo correspondiente.
- Implementación del sistema, se realizará una adecuada capacitación al personal para su uso.
- Obtener la medición y rendimiento del sistema recién implementado, para su posterior comparativa a como se manejaba originalmente.
- Proporcionar un modelo operativo que resulte compatible con la legislación en materia de datos personales para de esta manera, garantizar la integridad de estos según lo estipulado en el marco normativo.

5. Propuesta

La propuesta para la solución del problema mencionado consiste en el desarrollo de un sistema de gestión de calidad a la medida, ya que en el mercado no existen opciones dinámicas que se adapten a las necesidades de la empresa. Esta opción se justifica por lo siguiente:

- Se cuenta con el personal capacitado para realizar en análisis de los requerimientos, así como personal de apoyo para dar soporte en temas de comercio exterior.
- El personal de sistemas cuenta con los conocimientos para desarrollar e implementar el sistema

- Se cuenta con la tecnología necesaria para el desarrollo del sistema
- Se tiene contemplada una actualización a la actual infraestructura, la cual sentará las bases para que este proyecto pueda implementarse sin problemas.
- El personal tiene la disposición para apoyar en las dudas o peticiones que se requieran.
- El sistema será desarrollado de forma que permita su escalamiento a futuro, de acuerdo a las necesidades de la empresa.
- Aunque el costo parece considerable, este representa únicamente el sueldo de los dos empleados del área de sistemas, debido a que, aunque es parte de su sueldo, dejarán de realizar otras actividades en la empresa (sin desatender actividades cruciales e importantes), mientras se concluye el proyecto.
- El sistema procesará los datos personales de los usuarios garantizando la integridad de estos y en seguimiento a la normatividad de la materia.

Este último punto resulta fundamental para garantizar la compatibilidad entre el aspecto operativo de esta aplicación y el marco normativo en materia de datos personales. Derivado de la naturaleza operativa que este desarrollo realizará, se recopilarán datos los cuales pueden referir a la esfera privada de quienes requieran se presenten ante la autoridad aduanal, lo cual implica maximizar su seguridad e integridad.

6. Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo del sistema de gestión integral de calidad será Extreme Programming (XP), que enfatiza la excelencia de las habilidades de desarrollo sobre la gestión de proyectos complejos. Su abreviatura XP viene del inglés eXtreme Programming (Baumeister, 2017).

La metodología XP sigue el siguiente esquema: planificación > diseño > codificación > pruebas > lanzamiento, en caso de que sea necesario hacer cambios debido a las pruebas aplicadas, se regresa a la fase de diseño o codificación.

7. Desarrollo

7.1. Fase de planificación

En esta fase se define como se va a trabajar con XP y las instalaciones necesarias para el desarrollo y ejecución del desarrollo. En esta fase se contempla realizar lo siguiente:

1. Creación de cuenta en el sitio web https://asana.com/, donde serán cargadas las tareas de cada una de las fases y se dará el seguimiento sobre lo que está realizado.
2. Instalación de XAMPP para hacer uso del lenguaje de programación PHP y base de datos MySQL desde una computadora local, sin necesidad de rentar un hosting web.
3. Instalación de gestor de base de datos Heidi SQL, para creación de tablas de forma más amigable.
4. Instalación de editor Notepad++, el cual servirá para realizar la codificación.
5. Creación de usuario y base de datos para posteriormente en la fase de diseño crear las tablas.

6. Definir la prioridad de los módulos que va a contener el sistema, en base a las recomendaciones de la gerencia.
7. Garantizar que el procesamiento de datos personales se realice garantizando la integridad de estos, así como lo establece la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

7.2. Fase de diseño

Se definen los diseños los diseños tanto lógicos como físicos de cada uno de los módulos.

Diseño y creación de las tablas de la base de datos que afectan al módulo.

Diseño de interfaces (mockups), estas deberán ser autorizadas por la gerencia, para garantizar su aceptación y detectar posibles fallos.

Diseño de interfaces y formularios en HTML, con prioridad en los tiempos de carga de la página, para validar esta parte, se utilizará la herramienta PageSpeed de Google https://developers.google.com/speed/pagespeed/insights/?hl=es, PageSpeed Insights analiza el contenido de una página web y, a continuación, genera sugerencias para mejorar la velocidad de las páginas

7.3. Fase de codificación

En esta fase se procede a codificar los diferentes módulos del sistema, se utilizará el editor de texto Notepad++, se va a programar en base al paradigma orientado a objetos y se segmentará con el uso del diseño Modelo, vista, controlador (MVC).

7.4. Fase de pruebas

Se aplicarán pruebas unitarias al finalizar cada módulo del sistema, y una vez concluido será serán realizadas pruebas de integración para verificar el correcto funcionamiento de los módulos juntos. De igual forma, se comprobará la compatibilidad entre el aspecto técnico de este desarrollo y el debido procesamiento de los datos personales ingresados según la legislación mexicana y el apartado 4.1.5.3 de la NMX-R-026.

7.5. Fase de lanzamiento

En esta fase el sistema será lanzado a los usuarios, en donde previamente recibirán una capacitación en el uso del mismo y posteriormente se iniciará con su utilización.

8. Conclusiones

Con el desarrollo e implementación del Sistema de Gestión de Calidad para la Agencia Aduanal, se va a terminar una problemática de muchos años y muchas malas prácticas, donde todos los registros de procesos se realizada de forma manual o en archivos de datos separados (Excel), este tipo de cambios deben ser aplicados por todas las empresas u organizaciones que deseen mantenerse a la vanguardia, ofreciendo al cliente siempre un servicio confiable y eficaz. Actualmente el sistema se encuentra en su fase de desarrollo, trabajando con las diferentes áreas de la empresa, el objetivo es

concluir con todas estas y posteriormente implementarlo, medir los resultados y estar monitoreando para cualquier modificación o mejora que sea requerida. A la par de la eficiencia técnica propia de este desarrollo, este proyecto brindará certeza jurídica a los titulares de los datos personales requeridos para las operaciones aduanales a los que va dirigido. De esta manera, presentará un esquema de operación que combinará elementos computacionales como jurídicos en un enfoque interdisciplinario único.

Referencias

Agile Manifiesto. (2001). Obtenido de http://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html

Asociación de normalización aduanera y de comercio exterior, A.C. (12 de Feb de 2015). *Anace*. Obtenido de http://anace.mx/qcb/

Atehortúa Hurtado, F. A., Bustamante Vélez, R. E., & Valencia de los Ríos, J. A. (2015). *Sistema de gestión integral. Una sola gestión, un solo equipo*. Colombia: Universidad de Antioquia

Baumeister, H. (2017). *Agile Software Engineering and Extreme Programming*. Aachen: Springer Nature.

De la Ossa, A. (2015). *Operador Económico Autorizado (OEA): Aplicación y experiencia*. Mexico: Taric.

Guide to the Business Process Management Body of Knowledge. (2018). ABPMP. Obtenido de https://www.abpmp.org/page/guide_bpm_cbok

Larios, J. J. (2016). *La calidad es mas que ISO 9000*. Bloomington: Palibrio.

La presunción de no responsabilidad, una garantía del Agente Aduanal. (2017). En M. A. Olvera López. Ciudad de México: Desarrollo Grafico.

Management Association. (2018). *Intelligent Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. Pennsylvania, USA: IGI Global.

Secretaría de economía. (03 de Dic de 2016). *CLAA*. Obtenido de http://www.claa.org.mx/phocadownload/nmx-r-026-scfi-2016.pdf

Servicio de administración tributaria. (03 de Oct de 2017). SAT. Obtenido de http://omawww.sat.gob.mx/aduanas/servicios/Paginas/obligaciones_del_agente_aduanal.aspx

Salles, M. (2015). *Decision-Making and the Information System*. ISTE.

Stamis, D. (2012). *10 Essentials for High Performance Quality in the 21st Century*. Florida: CRC Press..

Sauter, V. L. (2011). *Decision Support Systems for Business Intelligence* (2 ed.). Wiley.

Quintanilla, M. d. (2006). *Las normas oficiales mexicanas*. Editorial Porrúa.

Turban, E., & Delen, D. (2010). Decision Support And Business Intelligence Systems. Prentice Hall

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 22/10/2020
Aceitação/Acceptance: 28/12/2020

Máquina Social: um paradigma emergente ainda desconhecido

Brunno Wagner Lemos de Souza, Silvio Romero de Lemos Meira

bwls@cin.ufpe.br; silvio@meira.com

Centro de Informática, UFPE, 50740-560, Recife, Brasil

Pages: 70-89

Resumo: Com o progressivo interesse em determinada classe de sistemas de informação baseados na Web, começou-se a trabalhar em pesquisas sobre Máquinas Sociais. As Máquinas Sociais estabelecem relacionamentos entre pessoas e máquinas por meio de restrições e lidam com o nível de complexidade de serviços e operações da Web. Nesta pesquisa, são abordados termos como Máquinas Sociais, Microsserviços e *Relationship-aware* com objetivo de apresentar a ausência de entendimento sobre esses assuntos. Foi realizado um levantamento de pesquisa por meio de um *survey* (questionário) e espera-se que os resultados tragam, de certa forma, uma noção a respeito da falta de conhecimento em determinados termos e, que estes termos, futuramente serão conectados.

Palavras-chave: Sistemas de Informação; Máquinas Sociais; Microsserviços; *Relationship-aware*; Survey.

Social Machines: an emerging paradigm still unknown

Abstract: With the progressive interest in a certain class of web-based information systems, work began on research on Social Machines. Social Machines establish relationships between people and machines through restrictions and deal with the level of complexity of Web services and operations. In this research, terms such as Social Machines, Microservices and Relationship-aware are addressed in order to present the absence of understanding on these subjects. A survey was carried out by means of a survey (questionnaire) and it is expected that the results bring, in a certain way, a notion about the lack of knowledge in certain terms and that these terms will be connected in the future.

Keywords: Information systems; Social Machines; Microservices; Relationship-aware; Survey

1. Introdução

A internet tem possibilitado o surgimento de um grande número de tecnologias que oferecem suporte à colaboração entre humanos e softwares. Tais tecnologias permitem

que as aplicações desenvolvidas demonstrem o poder e o potencial que a Web possui em facilitar o agrupamento da informação e a integração entre softwares.

De fato, a internet possibilitou o crescimento de sistemas que não usam apenas conceitos da computação, como também são guiados por processos sociais. Como consequência, novos aplicativos estão surgindo rapidamente, bem como novos modelos computacionais e paradigmas são necessários para lidar com eles. Mediante esse cenário, surgiu o paradigma denominado de Máquinas Sociais.

A área de Máquinas Sociais é atrelada às tecnologias desenvolvidas no mundo no campo dos aplicativos, já que o tema relaciona homem e máquina e que estes estão cada vez mais integrados e que interagem de maneira ubíqua. Logo, os desafios nessa área são a consolidação das Máquinas Sociais e o crescimento das pesquisas que devem focar principalmente nos problemas e soluções de maneira mais pontual no campo das Máquinas Sociais. Porém, esta pesquisa retrata que ainda há problemas de falta de conhecimento em determinados termos, dificultando o entendimento teórico e prático na construção e interação entre as Máquinas Sociais.

O papel das Máquinas Sociais transformou o entendimento do universo da computação na atuação em operações e serviços complexos, aumentando a interatividade e conectividade de aplicativos, plataformas colaborativas e redes sociais.

Atualmente, sabe-se que plataformas colaborativas (Wikipédia, Salesforce, Amazon, ...), Redes Sociais (LinkedIn, Twitter, Facebook, ...), aplicativos (Uber, Waze, Spotify, ...) são caracterizados como Máquinas Sociais, já que com a disseminação da Web como uma plataforma de desenvolvimento de software tem conduzido a maiores níveis de complexidade nas operações e serviços na rede e nos relacionamentos entre elementos humanos e computacionais.

O objetivo desta pesquisa é apresentar a falta de conhecimento e entendimento com os termos Máquinas Sociais, Microsserviços e *Relationship-aware* (ciente de relacionamento ou ciência do relacionamento), pois entende-se que há tendência de interligação entre estes termos, principalmente, mediante as suas características.

A relevância da contribuição deste levantamento é tornar uma pesquisa em uma área de estudo emergente, cujo resultado deve fazer com que se perceba que deve ter um aprofundamento na compreensão na natureza dos fenômenos relacionados às Máquinas Sociais. Além disso, também é relevante por buscar utilizar a arquitetura de Microsserviços para aplicação de teorias e práticas e o conceito de *Relationship-aware*. Portanto, as Máquinas Sociais apresentadas por diversos autores demonstram limitações quanto ao seu próprio desenvolvimento e à falta de alinhamento nas próprias definições.

2. Estado da Arte

Sabe-se que pessoas e organizações se utilizam de sistemas de informações diariamente e que cada vez mais empresas estão incorporando sistemas de informação baseados em computadores em seus produtos e serviços (Reynolds & Stair, 2018).

Para (Laudon & Laudon, 2018) afirmam que um sistema de informação pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações para apoiar a tomada de decisão e controle em uma organização. Estes contêm informações sobre pessoas, lugares e importantes coisas dentro da organização ou no ambiente que a rodeia. As pessoas têm recorrido aos sistemas de informação para se comunicarem, utilizando uma diversidade de dispositivos físicos (hardware), instruções e procedimentos de processamento de informação (software), canais de comunicações (redes) e dados armazenados (recursos de dados).

Para (Meira et al, 2011) o conceito de Máquinas Sociais representa uma rede de máquinas programáveis, que são conectadas umas as outras, e que também conectam pessoas e instituições em uma rede de computação, comunicação e que controla o que se precisa de uma descrição e formalização muito mais absurda do que seu comportamento externo na forma de uma interface pública (Web) e número de APIs (*Application Programming Interface*) em cima dos protocolos padrão de fato da Internet.

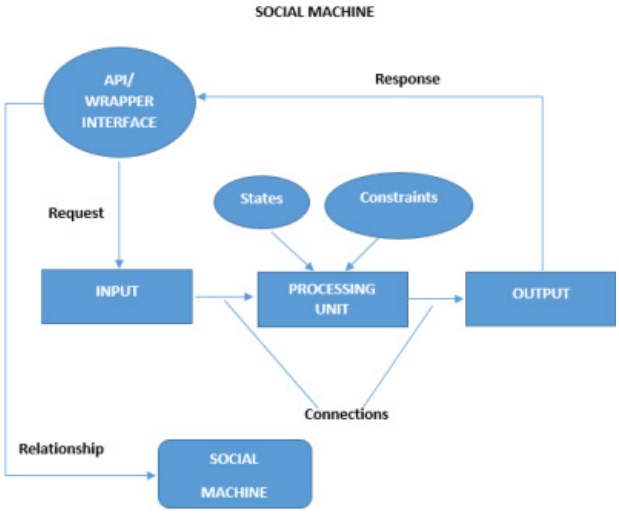


Figura 1 – Representação de uma Máquina Social na abordagem de Sistema.
Fonte: (Lemos de Souza & Meira, 2020)

A representação na Figura 1, expressa o relacionamento entre duas Máquinas Sociais, sendo uma apresentada de maneira interna, conforme a apresentação de (Meira et al, 2011) em que esta possui na entrada e na saída uma interface de comunicação, sendo uma API, e na unidade de processamento possui estado e restrições. Ressaltando que o relacionamento entre duas ou mais Máquinas Sociais é estabelecido pela interface de comunicação. Estes relacionamentos são dos tipos apresentados na Figura 2 e que cada tipo possui sua restrição.

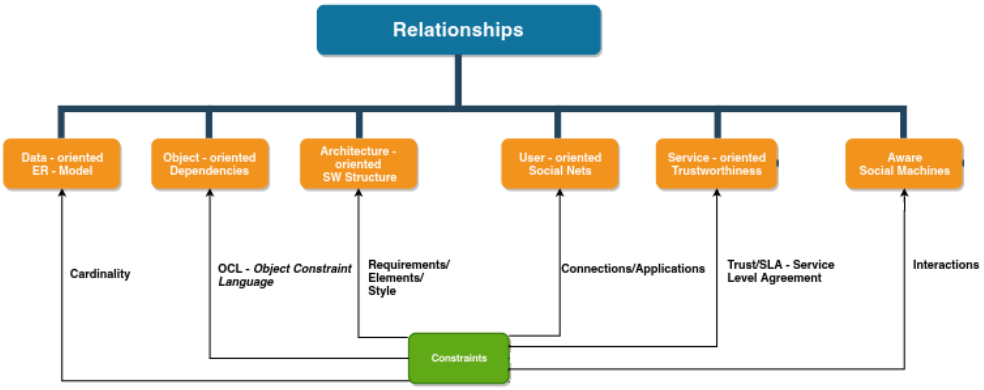


Figura 2 – *Relationship-aware* como um dos tipos de relacionamento.
Fonte: adaptado de (Lemos de Souza & Meira, 2020)

Acredita-se que dando preeminência ao "social" relacionamentos podem permitir novas classes de sistemas e oferecer potencial para criar aplicativos "sensíveis ao relacionamento" e serviços capazes de determinar a interação dinâmica, apoiar o processo de descoberta e composição e raciocínio sobre confiabilidade e privacidade (Burégio et al, 2013).

Utilizando a Máquina Social como componente do serviço social do ponto de vista de software "relacionamento consciente" (*Relationship-aware*), foi feito alguns ajustes no modelo inicial, redefinindo a máquina social como: "Um bloco de construção conectável e programável que envolve interface de comunicação, um sistema de processamento de informações e define um conjunto de serviços requeridos e prestados, dinamicamente disponível sob restrições que são determinados, entre outras coisas, por seus relacionamentos com outros" (Burégio et al, 2013).

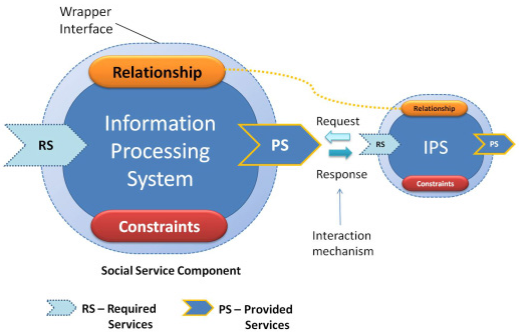


Figura 3 – Máquina Social como componente de serviço social. Fonte: (Burégio et al, 2013)

Nesta visão os sistemas que estão cientes de sua relação com os demais são outros aspectos que são considerados. Em (Meira et al, 2011) e (Brito et al, 2012), apresentam a ideia da Máquina Social como modelo mental unificador para entender, descrever e projetar

cada entidade conectada à relação de pontos da Web como um elemento fundamental desse modelo. De fato, transformar o software em serviços na Web significa que ele pode interagir com uma grande quantidade de outros aplicativos e serviços independentes (e às vezes desconhecidos), e possivelmente estabelecer uma infinidade de relacionamentos "sociais" com eles. Nesse sentido, um sistema pode ser visto como uma entidade sociável cujas interações são determinadas por suas relações "sociais" como as pessoas (Burégio et al, 2013). Desta forma, as Máquinas Sociais podem interagir de várias maneiras, isto irá depender dos tipos de relacionamentos ocorridos, já que estes relacionamentos possuem suas restrições, em alguns casos, gerando novas Máquinas Sociais, em outros casos, competindo ou cooperando entre si.

Os autores (Chopra & Singh, 2016) contemplam uma Máquina Social como sistema sociotécnico (STS), que é um sistema suportado por software no qual elementos autônomos, como humanos e organizações, interagem para trocar informações e serviços. Assim, uma Máquina Social possui quatro características significativas: são sistemas sociotécnicos, que inclui participação humana e tecnológica; são apoiados nos sistemas da Web; constitui-se de vários indivíduos; e são os sistemas físicos que realizam a combinação de pessoas e processos em múltiplas contribuições (Ma & Mcgroarty, 2017).

Os autores (Madaan et al, 2018) descrevem as Máquinas Sociais como novos sistemas sociotécnicos que se relacionam com uma variedade de recursos de Internet das Coisas (IoT), como atuação, sensores, redes distribuídas, automação e escalabilidade que podem automatizar certas interações, envolvendo seres humanos, plataformas e dispositivos. Com isso, sugerem que as Máquinas Sociais são melhor concebidas como sistemas cuja combinação de elementos sociais e tecnológicos desempenha um papel na realização mecanicista dos fenômenos no nível do sistema (Smart et al, 2018).

Esta combinação ou interação de elementos sociais e computacionais é baseada através de relacionamentos. Diante vários relacionamentos, apresentados na Figura 2, o relacionamento do tipo orientado a serviços, conhecidos e apresentados na Figura 4, é destacado nesta pesquisa, os Microsserviços, diante algumas características existentes, principalmente pela independência dos serviços.

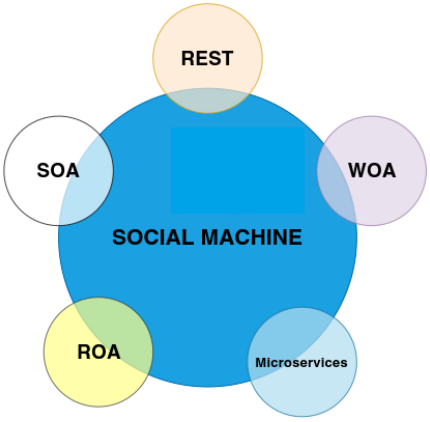


Figura 4 – A Máquina Social e os relacionamentos orientado a serviços.
Fonte: adaptado de (Lemos de Souza & Meira, 2020)

O termo "Arquitetura de Microsserviços" surgiu nos últimos anos para descrever uma maneira particular de projetar aplicativos de software como suítes de serviços implementáveis independentemente (Fowler & Lewis, 2014). Esta arquitetura tem como desenvolver sistemas que sejam mais flexíveis, escaláveis e com manutenção mais simples do que as arquiteturas de sistemas monolíticas normalmente utilizadas (Machado, 2017). Microssserviço é um estilo arquitetônico que utiliza uma abordagem para o desenvolvimento de uma única aplicação como um conjunto de pequenos serviços, cada um executando em seu próprio processo e se comunicando com mecanismos leves, muitas vezes uma API de recursos de protocolos de comunicação entre sistemas de informação que permite a transferência de dados via HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) entre redes de computadores, principalmente na *World Wide Web* (Fowler & Lewis, 2014). Esses serviços são construídos em torno de recursos de negócios e independentemente implementáveis por meio de maquinaria de implantação totalmente automatizada. Existe um mínimo de gerenciamento centralizado desses serviços, que pode ser escrito em diferentes linguagens de programação e usar diferentes tecnologias de armazenamento de dados (Fowler & Lewis, 2014).

3. Metodologia

Esta pesquisa é baseada em um (survey/questionário) utilizando à ferramenta google forms, que tratou de alguns temas específicos voltados a tecnologia e que refletem alguns cenários. Esse questionário avaliou conhecimentos iniciais das pessoas sobre determinados assuntos específicos na área de tecnologia como: Microsserviços, Máquina Social e *Relationship-aware*. Todos esses termos fazem parte do estudo de pesquisa, trazendo determinados reforços, quanto a alguns resultados no decorrer da pesquisa e, principalmente, na justificativa deste estudo. O período de levantamento desta pesquisa foi de 06/07/2019 a 13/07/2019 e obteve-se 136 retornos de pessoas de algumas áreas.

Analisou-se este levantamento de pesquisa em cenários, representados na Figura 5, visto que, estes cenários foram de acordo com a sua totalidade, área de formação (Tecnologia, Engenharia e outras) e comparação entre os cenários.

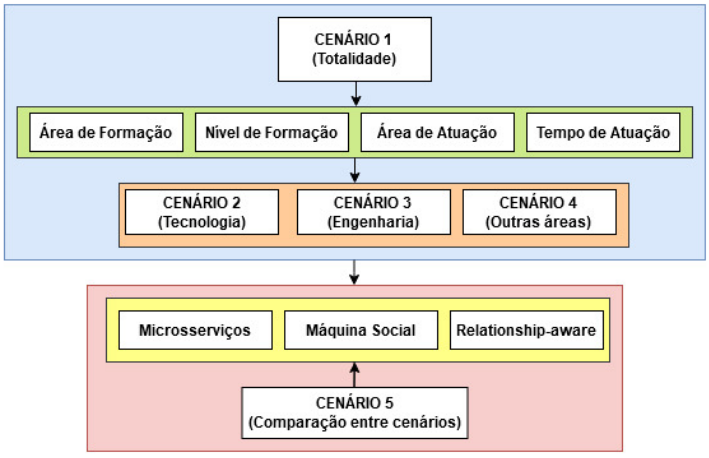


Figura 5 – Representação dos cenários.

No cenário 1, apresenta-se a pesquisa como um todo, ou seja, independente da área de formação dos participantes.

No cenário 2, demonstra-se a pesquisa somente com pessoas que possuem formação tecnológica.

No cenário 3, exibe-se a pesquisa somente com pessoas que possuem formação em engenharia, a qual inclui engenharia da computação.

No cenário 4, aponta-se a pesquisa somente com pessoas que possuem formação em outras áreas, sem ser de tecnologia ou engenharia.

No cenário 5, haverá comparações entre os cenários no que concerne sobre termos específicos como: Microsserviços, Máquina Social e *Relationship-aware*.

4. Resultados

Iniciando nossa análise pelo cenário 1 que representa a totalidade das pessoas que participaram do levantamento de pesquisa (survey/questionário) respondendo as 16 (dezesseis) perguntas formuladas.

A Figura 6, apresenta um quantitativo maior de pessoas dentre as 136 (cento e trinta e seis) que responderam o questionário cuja formação é na área de tecnologia. Esta Figura 6 é referência para todos os cenários.

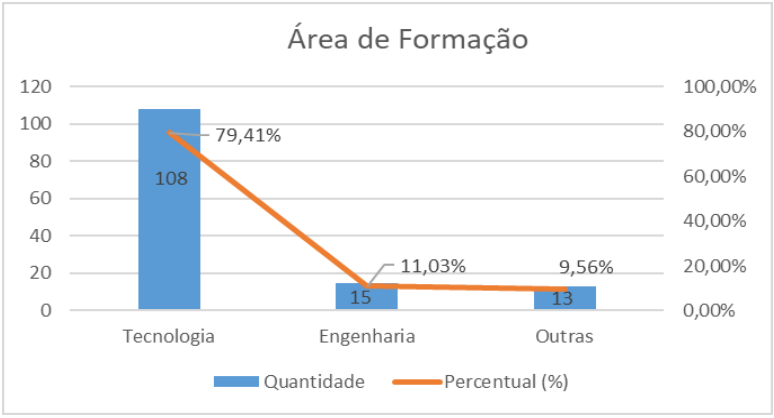


Figura 6 – Representa área de formação das pessoas que participaram do questionário

Os níveis de formação das pessoas que participaram do questionário representadas na forma (quantidade; percentual), dentre as concentrações das áreas de formação, em ordem decrescente, respectivamente foram: doutorado em andamento (33; 24,26%), mestrado em andamento (31; 22,79%), graduação em andamento (28; 20,59%), graduação concluída (12; 8,82%), mestrado concluído (11; 8,09%), especialização (lato sensu) concluída e doutorado concluído, ambos (9; 6,62%) e especialização (lato sensu) em andamento (3; 2,21%), existindo respostas de todos os níveis de formação

apresentadas no questionário, desde a graduação em andamento até o doutorado concluído.

Em relação as áreas de atuação das pessoas que responderam o questionário representadas na forma (quantidade; percentual), dentre as concentrações das áreas de atuação, em ordem decrescente, respectivamente foram: tecnologia voltada para empresas (serviços) (42; 30,88%), tecnologia voltada para área acadêmica (pesquisa) (24; 17,65%), seguida da junção das duas, tecnologia voltada para empresa (serviços) e acadêmica (pesquisa) (19; 13,97%), outras áreas (16; 11,76%), tecnologia acadêmica (ensino) (12; 8,82%), seguida da junção das duas, tecnologia acadêmica de pesquisa e ensino (11; 8,09%), seguida da junção das três, tecnologia voltada para empresa (serviços) e acadêmica (pesquisa e ensino) (7; 5,15%) e na junção das duas, tecnologia voltada para empresa (serviços) e tecnologia acadêmica (ensino) (5; 3,68%).

No que diz respeito ao tempo de atuação em que as pessoas responderam o questionário representadas na forma (quantidade; percentual), dentre os períodos de atuação, em ordem decrescente, respectivamente foram: o período de mais de 10 anos (38; 27,94), o período compreendido entre 1 ano e 3 anos (26; 19,12%), o período compreendido entre 5 anos e 7 anos (21; 15,44%), o período de até 6 meses (15; 11,03%) e cada um dos períodos entre 6 meses a 1 ano, entre 3 a 5 anos e entre 7 a 10 anos com (12; 8,82%).

A análise do cenário 2, representa as pessoas que participaram do levantamento de pesquisa (survey/questionário) respondendo as 16 (dezesseis) perguntas formuladas cuja formação é na área de tecnologia.

Neste cenário, aponta-se a pesquisa somente com pessoas que possuem formação em tecnologia. Ressalvando que o total foram de 108 (cento e oito) pessoas que participaram desse questionário e que possui essa formação.

No que representa os níveis de formação representadas na forma (quantidade; percentual), dentre as áreas de formação, em ordem decrescente, respectivamente foram: próximos entre o doutorado em andamento (24; 22,22%), mestrado em andamento e graduação em andamento ambos possuem (23; 21,30%) das pessoas que participaram do questionário e que possuem formação em tecnologia. Em seguida, a graduação concluída (12; 11,11%), mestrado concluído (9; 8,33%), doutorado concluído (8; 7,41%), especialização (lato sensu) concluída (6; 5,56%) e especialização (lato sensu) em andamento (3; 2,78%).

No que exprime da área de atuação, em ordem decrescente, representadas na forma (quantidade; percentual) das pessoas que possuem formação em tecnologia boa parte atua em tecnologia em empresa (serviços) (38; 35,19%), área acadêmica (pesquisa) (19; 17,59%), empresas (serviços) e área acadêmica (pesquisa) (14; 12,96%), área acadêmica (ensino) (11; 10,19%), área acadêmica (pesquisa e ensino) e outras áreas, ambos (8; 7,41%),a junção das três áreas empresas (serviços) e acadêmica (pesquisa e ensino) (6; 5,56%) e a junção de empresa (serviços) e área acadêmica (ensino) (4; 3,70%).

Quanto ao tempo de atuação, em ordem decrescente, representadas na forma (quantidade; percentual) dentre as pessoas que participaram do questionário e que possuem formação em tecnologia, (28; 25,93%) destas, atuam a mais de 10 anos, (24;

22,22%) das pessoas que atuam entre 1 e 3 anos, (16; 14,81%) das pessoas atuam entre 5 e 7 anos, (11; 10,19%) das pessoas entre 3 e 5 anos e entre 7 e 10 anos, (10; 9,26%) das pessoas atuam até 6 meses e (8; 7,41%) das pessoas que atuam entre 6 meses e 1 ano.

A análise do cenário 3, representa as pessoas que participaram do levantamento de pesquisa (survey/questionário) respondendo as 16 (dezesseis) perguntas formuladas cuja formação é na área de engenharia.

Neste cenário, aponta-se a pesquisa somente com pessoas que possuem formação em engenharia. Ressalvando que o total foram de 15 (quinze) pessoas que participaram desse questionário e que possui essa formação.

Os níveis de formação das pessoas formadas em engenharia que participaram do questionário representadas na forma (quantidade; percentual), dentre as concentrações das áreas de formação, em ordem decrescente, respectivamente foram: doutorado em andamento (6; 40%), mestrado e graduação em andamento, ambos (3; 20%) e especialização (lato sensu), mestrado concluído e doutorado concluído, cada um (1, 6,67%). Não houve respostas por pessoas somente com graduação concluída ou especialização (lato sensu) em andamento.

No que apresenta a área de atuação, em ordem decrescente, representadas na forma (quantidade; percentual) das pessoas que tem formação em engenharia, a atuação maior se dá pela área de tecnologia acadêmica (pesquisa) (4; 26,67%), seguida de empresa (serviços), junção de empresa (serviços) e área acadêmica (pesquisa), na combinação das áreas acadêmicas (pesquisa e ensino) e outras áreas, todas com (2; 13,33%) e (1; 6,67%) das pessoas que atuam em cada área, na área acadêmica (ensino), na junção de empresas (serviços) e área acadêmica (ensino) e na combinação das três áreas, área de empresas (serviços), área acadêmica (pesquisa e ensino).

No que se refere ao tempo de atuação, em ordem decrescente, representadas na forma (quantidade; percentual) das pessoas que atuam tanto em mais de 10 anos quanto entre 5 e 7 anos foram ambas (4; 26,67%). Em seguida, (3; 20%) das pessoas atuaram até 6 meses e (2; 13,33%) das pessoas atuaram entre 6 meses e 1 ano e entre 1 ano e 3 anos. Não houve respostas por pessoas que atuaram entre 3 anos e 5 anos e entre 7 anos e 10 anos.

A análise do cenário 4, representa as pessoas que participaram do levantamento de pesquisa (survey/questionário) respondendo as 16 (dezesseis) perguntas formuladas cuja formação é em outras áreas, exceto em tecnologia e engenharia.

Neste cenário, aponta-se a pesquisa somente com pessoas que possuem formação em outras áreas com exceção de tecnologia e engenharia. Ressalvando que o total foram de 13 (treze) pessoas que participaram desse questionário e que possui formação em outra área, exceto tecnologia e engenharia.

É apresentado, em ordem decrescente, representadas na forma (quantidade; percentual) o nível de formação das pessoas que responderam o questionário que são de outras áreas, com exceção de tecnologia e engenharia, que participaram respectivamente: mestrado em andamento (5; 38,46%), doutorado em andamento (3; 23,8%), graduação em andamento juntamente com especialização (lato sensu) concluída (2; 15,38%) e mestrado concluído (1; 7,69%). Não houve respostas por pessoas cuja formação foram

em outras áreas, sem ser de tecnologia ou engenharia, que tivesse graduação concluída, especialização (lato sensu) em andamento e doutorado concluído.

Quanto a exposição que as pessoas que participaram do questionário que não são da área de tecnologia e engenharia, a maioria atua em áreas que não são de tecnologia, porém não significa um resultado óbvio, já que também apareceram pessoas atuando na área de tecnologia em empresas (serviços) e no ambiente acadêmico. Assim é apresentado, em ordem decrescente, representadas na forma (quantidade; percentual) da área de atuação das pessoas cuja área de formação seja diferente da de tecnologia e engenharia, denominada como outras (6; 46,15%), na área de tecnologia em empresas (serviços) e acadêmica (pesquisa) (3; 23,08%), tecnologia em empresas (serviços) (2; 15,38%) e tanto para tecnologia acadêmica (pesquisa) como tecnologia acadêmica (pesquisa e ensino) ambos foram (1; 7,69%). Não houve respostas por pessoas cuja a área de atuação fosse tecnologia acadêmica (ensino), tecnologia empresas (serviços) e acadêmica (ensino) e na junção das três áreas de tecnologia em empresas (serviços), acadêmica (pesquisa e ensino).

No que se refere ao tempo de atuação dentre as pessoas que são de outras áreas sem ser de tecnologia e engenharia é mostrado, em ordem decrescente, representadas na forma (quantidade; percentual) e que mostrou que a maioria atua a mais de 10 anos (6; 46,15%), seguidamente de até 6 meses e entre 6 meses e 1 ano, ambos equivalem a (2; 15,38%) das pessoas e entre 3 anos e 5 anos, entre 5 anos e 7 anos e entre 7 anos e 10 anos todos equivalem a (1 ; 7,69%) das pessoas. Não houve respostas por pessoas cuja o tempo de atuação foram entre 1 ano e 3 anos.

A análise do cenário 5, representa todas as pessoas que participaram do levantamento de pesquisa (survey/questionário) respondendo as 12 (doze) perguntas formuladas específicas cujo os termos são: Microsserviços, Máquina Social e *Relationship-aware*. Neste cenário, haverá comparações entre os cenários anteriores no que concerne sobre breve conhecimento sobre os termos voltados a área de tecnologia. Tais termos são: Microsserviços, Máquina Social e *Relationship-aware*.

A Figura 7, apresenta que mais que o dobro do número de pessoas que participaram do questionário ouviram falar sobre o termo Microsserviços do que as pessoas que não ouviram falar. Mostra também que a maioria das pessoas formadas em tecnologia que responderam o questionário ouviram falar sobre Microsserviços. Exibe que das pessoas que participaram do questionário e tem formação em engenharia um pouco mais da metade não ouviram falar em Microsserviços. Expressa que mais da metade das pessoas já ouviram falar sobre Microsserviços, mesmo estas pessoas sendo de outras áreas que não seja de tecnologia e engenharia. Por fim, o quantitativo percentual das pessoas que ouviram falar que são da área de tecnologia sobressaiu em relação ao quantitativo percentual do total de pessoas que participaram do questionário e que admitiram também ter ouvido falar sobre Microsserviços.

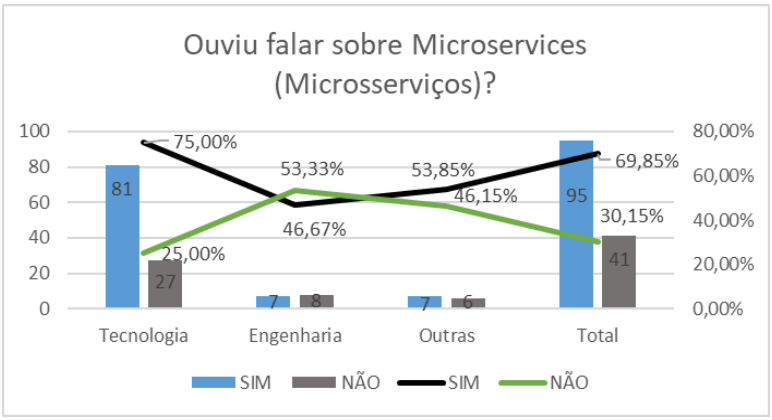


Figura 7 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que ouviram falar sobre o termo Microsserviços

A Figura 8, demonstra que existiu uma aproximação entre ter lido ou não algo relacionado a Microsserviços, prevalecendo na pesquisa ainda a negativa da leitura com diferença de 4,42%. Aponta que mais da metade das pessoas formadas na área de tecnologia já leram algo relacionado a Microsserviços. Aponta que cerca de 80% das pessoas envolvidas no questionário com formação em engenharia não leram algo relacionado a Microsserviços. Mostra que quase 70% das pessoas que responderam o questionário e que são de outras áreas, fora da área de tecnologia e engenharia, não leram algo relacionado a Microsserviços. Por fim, o quantitativo percentual das pessoas que leram algo relacionado a Microsserviços que são da área de tecnologia sobressaiu em relação ao quantitativo percentual do total de pessoas que participaram do questionário e que admitiram também ter lido algo relacionado a Microsserviços.

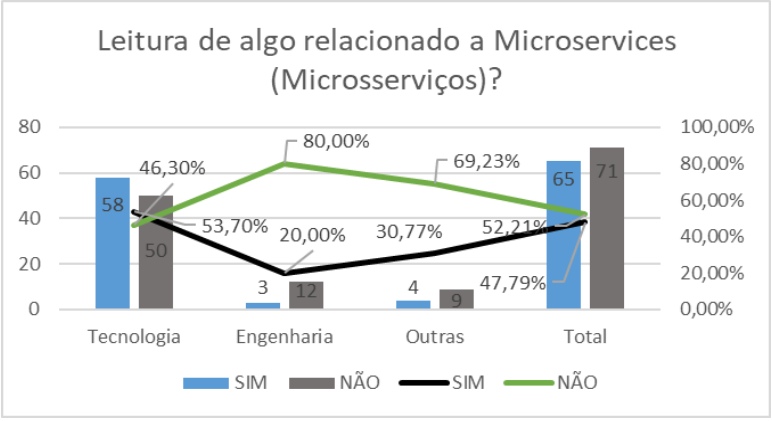


Figura 8 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que já leram algo relacionado ao termo Microsserviços

A Figura 9, expõe que a maioria, ou seja, um pouco mais da metade sequer saberia dizer o que seria Microsserviços. E ainda os que responderam que disseram que saber dizer ou talvez do que seria Microsserviços, houve um prevalecimento da certeza do que disseram saber dizer. Exibe que aproximadamente 51% das pessoas formadas em tecnologia que participaram do questionário não saberiam dizer o que seria Microsserviços, porém 49% ficaram entre a certeza ou o talvez de saber dizer o que seria Microsserviços, prevalecendo ainda a certeza do saber. Exprime que boa parte das pessoas com formação em engenharia não saberiam dizer o que seria Microsserviços, onde quase 27% disseram que talvez ou saberia informar o que seria o termo. Mostra um quantitativo percentual pequeno aproximado de 23% de pessoas que disseram saber responder sobre o que seria Microsserviços. Por fim, o percentual de não saber em todos os cenários foram maiores que 50%, ou seja, mais da metade não saberia dizer o que seria Microsserviços.

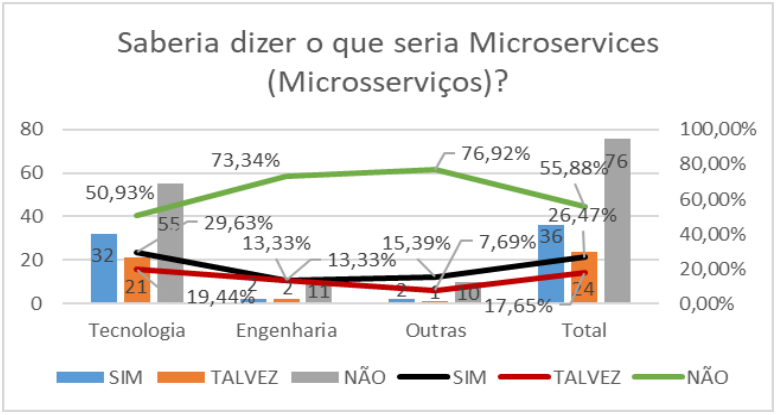


Figura 9 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que saberiam dizer o que seria Microsserviços

A Figura 10, expressa um quantitativo de 60 (sessenta) pessoas que disseram em achar ou dizer o que seria Microsserviços. Desses a grande maioria obteve o nível de acerto em quase 90%. Demonstra que das pessoas que são da área tecnológica que ficaram na certeza ou talvez do que seria Microsserviços a grande maioria responderam corretamente. Aponta que das pessoas cuja formação é engenharia que responderam que saberia ou achar que saberia o que seria Microsserviços, boa parte responderam corretamente. Exprime que das pessoas cuja formação é de outra área, exceto tecnologia ou engenharia, que responderam que talvez ou saberiam dizer o que seria Microsserviços, 2/3 (dois terços) acertaram sobre o assunto, que equivale a quase 67%. Por fim, a grande maioria que responderam em achar ou realmente saber o que seria Microsserviços acertaram. Isso mostra a convicção de uma parcela de pessoas em saber o que seria Microsserviços.

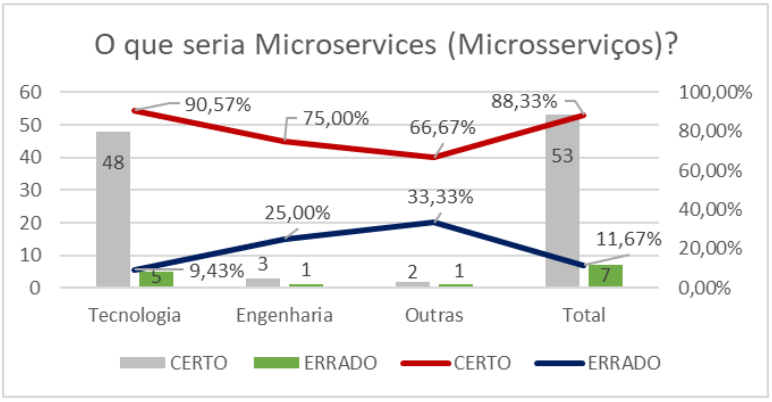


Figura 10 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que responderam corretamente ou não o que seria Microsserviços

A Figura 11, mostra que uma grande maioria das pessoas que responderam o questionário, quase 80% não ouviram falar em Máquina Social. Apresenta que a maioria das pessoas com formação em tecnologia não ouviram falar em Máquina Social. Aponta que todas as pessoas com formação em engenharia não leram algo relacionado a Máquina Social. Expressa que quase 70% das pessoas que participaram do questionário e que são de fora da área de tecnologia e engenharia não ouviram falar sobre Máquinas Sociais. Por fim, mostra um fato interessante que pessoas que são fora da área de tecnologia e engenharia, percentualmente, já ouviram mais falar sobre Máquina Social do que as outras duas áreas (tecnologia e engenharia).

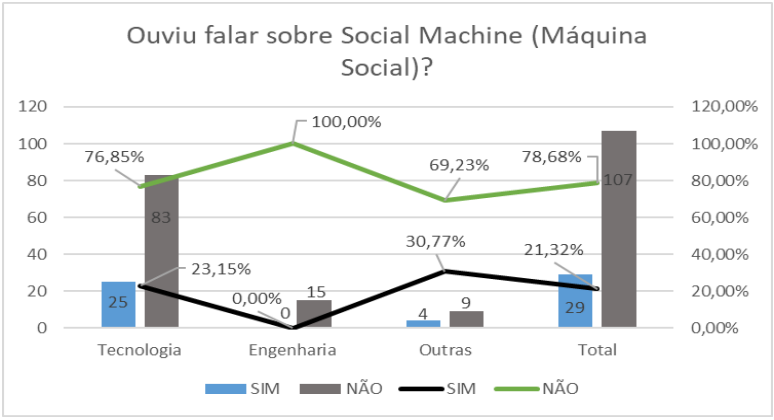


Figura 11 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que ouviram falar sobre Máquina Social

A Figura 12, apresenta que quase 92% das pessoas que responderam o questionário não leram algo relacionado a Máquina Social. Mostra que grande parte das pessoas que responderam o questionário e que são da área de tecnologia não leram algo relacionado a Máquina Social. Aponta que todas as pessoas com formação em engenharia que responderam o questionário não leram algo relacionado a Máquina Social. Ainda referindo-se a leitura relacionada a Máquina Social, quase 85% das pessoas que responderam o questionário e que possuem formação sem ser de tecnologia e engenharia não leram algo relacionado a Máquina Social. Por fim, o maior quantitativo percentual de pessoas que leram algo relacionado a Máquina Social foi em outras áreas, comparando com a área de tecnologia e engenharia.

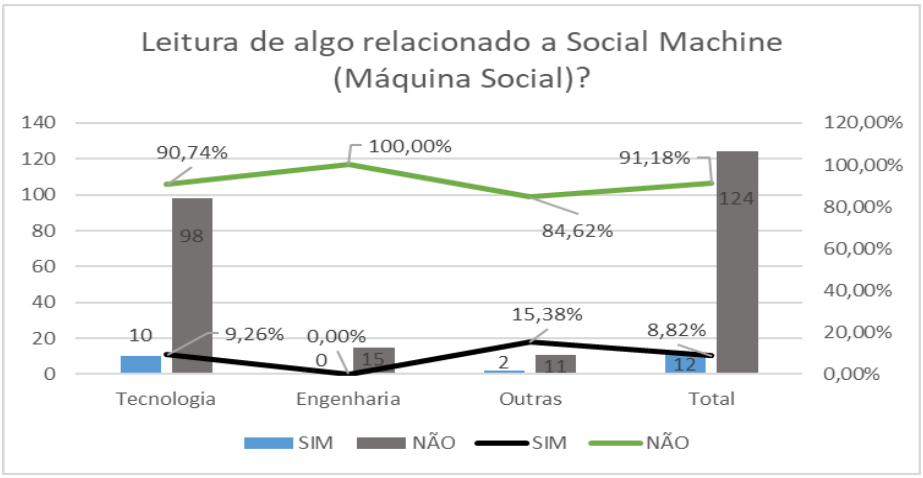


Figura 12 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que já leram algo relacionado ao termo Máquina Social

A Figura 13, exibe que quase 11% das pessoas que responderam o questionário disseram que talvez ou saberiam responder o que seria Máquina Social. Demonstra que das pessoas que responderam o questionário com formação em tecnologia a maioria não saberiam dizer o que seria Máquina Social com exceção de 12,04% que disseram talvez ou saber sobre Máquina Social. Expõe que todas as pessoas com formação em engenharia que participaram do questionário não saberia dizer sobre Máquina Social. Aponta que das pessoas cuja formação é de outra área sem ser de tecnologia e engenharia e que participaram do questionário, 15,38% disseram talvez ou saber sobre Máquina Social. Por fim, mostra que o pessoal com formação em tecnologia mesmo que em uma pequena parcela talvez ou saibam o que seria Máquina Social em comparativo com outras áreas em questão.

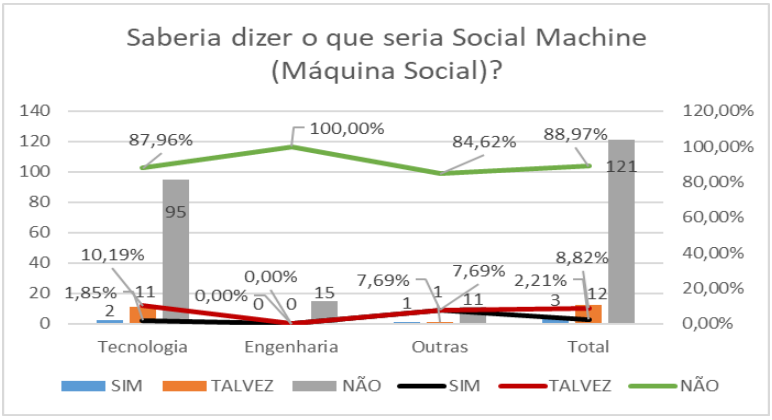


Figura 13 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que saberiam dizer o que seria Máquina Social

A Figura 14, demonstra que das pessoas que disseram que talvez ou saberiam responder o que seria Máquina Social 1/3 (um terço), equivalente a 33,33%, responderam errado e 2/3 (dois terços), equivalente a 66,67% responderam corretamente, sobressaindo a convicção do assunto, mesmo com uma pequena parcela das pessoas envolvidas no questionário. Mostra que as pessoas com formação tecnológica que disseram talvez ou saber sobre Máquina Social, quase 70% respondeu corretamente. Aponta que não houve respostas quanto ao termo Máquina Social entre as pessoas que responderam o questionário e são formadas em engenharia. Apresenta que as pessoas com formação em outras áreas, exceto tecnologia e engenharia, que disseram talvez ou que sabiam responder o que seria Máquina Social, metade, ou seja, 50%, respondeu corretamente. Por fim, da parcela de pessoas que disseram o que seria Máquina Social, a maioria acertou devido ao pessoal cuja formação é de tecnologia.

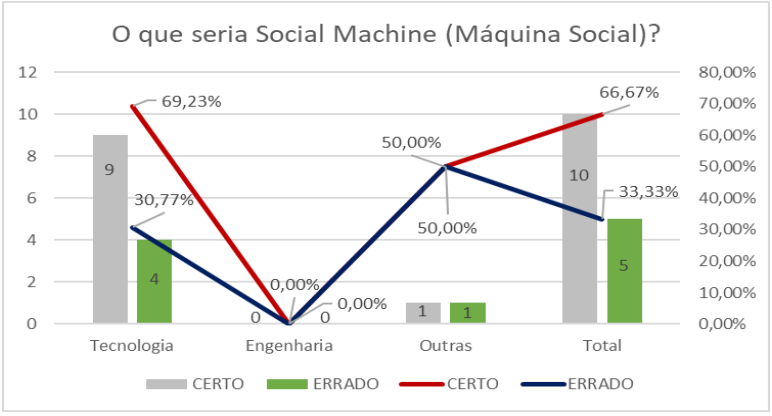


Figura 14 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que responderam corretamente ou não o que seria Máquina Social

A Figura 15, apresenta que uma grande parte das pessoas que responderam o questionário não ouviram falar do termo *Relationship-aware*. Exibe que a maioria das pessoas que são da área de tecnologia e que participaram do questionário não ouviram falar sobre o termo *Relationship-aware*. Aponta que das pessoas formadas em engenharia e que participaram do questionário quase todas não ouviram falar sobre o termo *Relationship-aware*. Mostra que uma grande parte das pessoas que não são formadas em tecnologia e nem engenharia e que participaram do questionário não ouviram falar sobre o termo *Relationship-aware*. Por fim, pode ser dizer que houve um homogeneidade das pessoas que participaram do questionário independente da área de formação do fato de não ter ouvido falar sobre o termo Relatioship-aware.

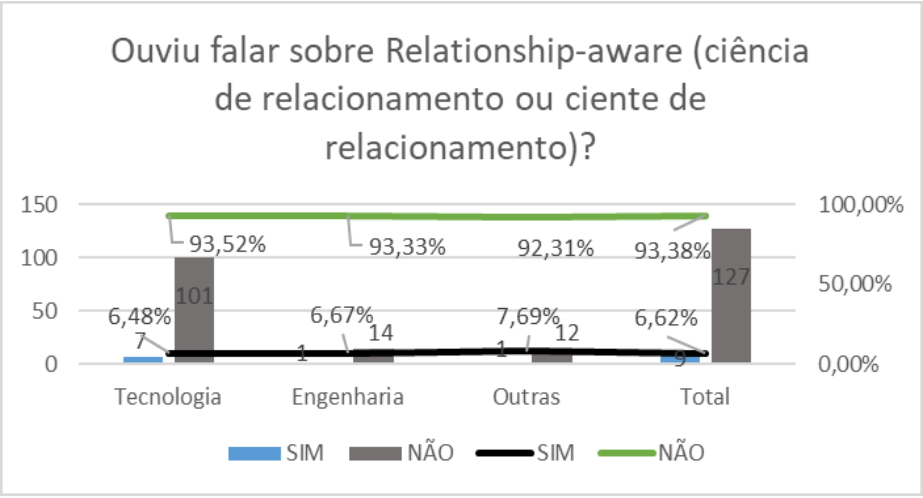


Figura 15 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que ouviram falar sobre Relationship-aware

A Figura 16, demonstra ao que foi apresentado no gráfico 13, quase 98% das pessoas que responderam o questionário não leram algo relacionado ao termo *Relationship-aware*. Expressa que quase 98% das pessoas da área de tecnologia que participaram do questionário não leram algo relacionado ao termo *Relationship-aware*. Apresenta que todas as pessoas cuja formação é de engenharia e que responderam o questionário não leram nada relacionado ao termo *Relationship-aware*. Expõe que todas as pessoas de outras áreas que não sejam de tecnologia e engenharia e que responderam o questionário não leram nada relacionado ao termo *Relationship-aware*. Por fim, pode-se dizer que de maneira quase homogênea as pessoas que participaram da pesquisa não leram algo relacionado ao termo *Relationship-aware*.

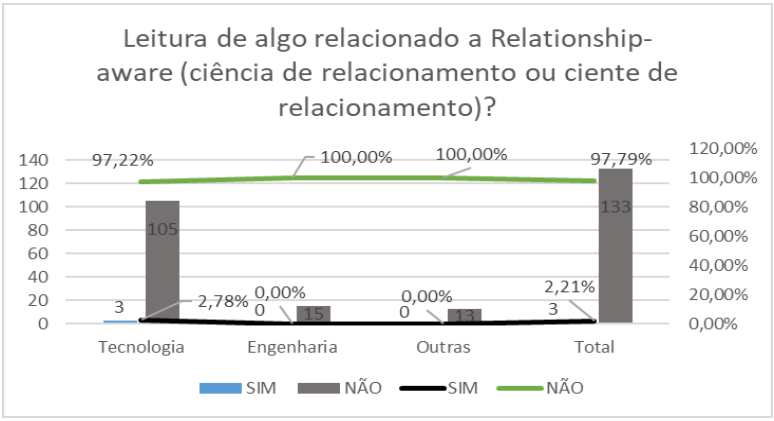


Figura 16 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que já leram algo relacionado ao termo Relationship-aware

A Figura 17, representa que das pessoas que responderam o questionário quase 5% disseram que talvez ou saberiam responder o que seria o termo *Relationship-aware*. Expressa que a maioria das pessoas formadas na área de tecnologia e que participaram do questionário não saberiam dizer o que seria o termo *Relatioship-aware*, com exceção de 3,71% das pessoas que talvez ou saberiam responder. Expõe que a grande maioria das pessoas formadas na área de engenharia e que participaram do questionário, com exceção de uma, não saberiam dizer o que seria o termo *Relatioship-aware*. Representa que quase 8% das pessoas com área de formação diferente de tecnologia e engenharia, disseram saber dizer ou talvez o que seria o termo *Relationship-aware*. Por fim, pode-se dizer que a homogeneidade dentre as áreas prevaleceu a de outras áreas.

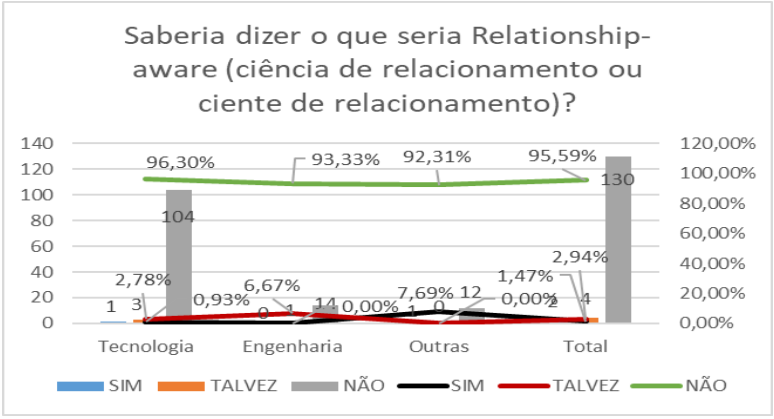


Figura 17 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que saberiam dizer o que seria o Relationship-aware

A Figura 18, aponta que das pessoas que responderam o questionário e que disseram que talvez ou saberiam responder sobre o que seria o termo *Relationship-aware*, metade, ou seja, 50% respondeu corretamente. Expressa que metade das pessoas com formação em tecnologia que disseram talvez ou saberiam dizer o que seria o termo *Relationship-aware* responderam corretamente. Exprime que a exceção de uma única pessoa cuja formação é de engenharia e que participou do questionário, dizer em saber o que seria o termo *Relationship-aware* está equivocada. Mostra que das pessoas que responderam o questionário e são de outras áreas sem ser de tecnologia e engenharia, e que disseram talvez ou saber o que seria o termo *Relationship-aware* foi respondido corretamente. Por fim, pode se observar que uma pequena parcela de pessoas saberiam dizer o que é o termo *Relatiosnhip-aware*.

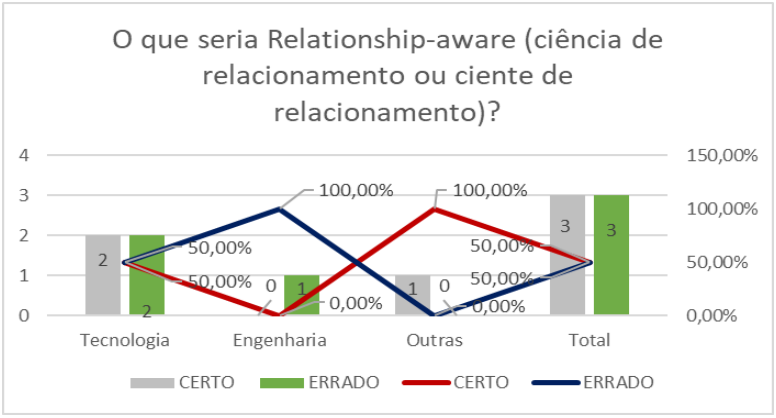


Figura 18 – Representa o comparativo entre a área de formação das pessoas que participaram do questionário que responderam corretamente ou não o que seria Relationship-aware

5. Conclusões

De fato, constatou-se que nesta pesquisa de levantamento por intermédio de um questionário sobre o entendimento ou conhecimento dos assuntos relacionados a Microsserviços, Máquinas Sociais e Relationship-Aware há uma falta de discernimento.

Diante o levantamento de pesquisa realizado através de um questionário pôde-se observar que independente da área e nível de formação (escolaridade), da área e tempo de atuação a questão de entendimento dos termos Microsserviços, Máquina Social e *Relationship-aware* ainda não são conhecidos, mesmo apesar de existir diferenças nas ações entre ouvir, ler e saber.

Na ação de ouvir sobre o termo Microsserviços existe uma discrepância muito grande entre os participantes formados na área de tecnologia e os formados em engenharia ou outras áreas, ou seja, sem dúvidas as pessoas na área de tecnologia, uma grande parte, já ouviu falar. Na ação de ouvir sobre o termo Máquina Social, independente da área de formação, grande parte das pessoas não ouviram falar e uma pequena parte que já ouviu falar prevaleceu o pessoal com formação em tecnologia. Na ação de ouvir sobre

o termo *Relationship-aware* pode-se basicamente afirmar que dentre as pessoas que participaram do questionário de forma homogênea há uma grande falta de entendimento das pessoas independente da área de formação.

Na ação de leitura sobre o termo Microsserviços prevaleceu a negativa da leitura diante todos os participantes, porém aos que possuem formação em tecnologia um pouco mais da metade disseram que já leram algo relacionado. Na ação de leitura sobre o termo Máquina Social uma grande parte das pessoas não leram nada relacionado e um pequeno quantitativo de pessoas disseram que leram algo, prevalecendo percentualmente pessoas de outras formações que não sejam de tecnologia e nem engenharia. Na ação de leitura sobre o termo *Relationship-aware* pode-se dizer que de certa forma houve uma homogeneidade na negativa de leitura, pois somente uma parcela mínima de pessoas com formação na área de tecnologia leram algo relacionado ao termo *Relationship-aware*.

Na ação de saber sobre o termo Microsserviços boa parte dos participantes disseram não saber, porém uma pequena parcela, prevalecendo o pessoal de formação tecnológica disseram saber algo relacionado ao termo de Microsserviços e no entanto, aqueles que afirmaram saber ou talvez saber, boa parte respondeu corretamente. Na ação de saber sobre o termo Máquina Social uma grande parte das pessoas envolvidas responderam não saber dizer sobre o assunto e pequena parcela de pessoas que disseram saber ou talvez saber boa parte delas responderam corretamente. Na ação de saber sobre o termo *Relationship-aware*, basicamente se torna homogêneo a negativa das pessoas não saberem sobre o termo e das pessoas que responderam que saberiam, metade respondeu corretamente.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (Cin-UFPE).

Referências

Brito, K. et al. (2012). Implementing Web Applications as Social Machines Composition : a Case Study. In proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, vol. (SEKE'2012, pp. 311–314).

Burégio, V. A. et al., (2013). Moving towards "Relationship-Aware" Applications and Services: A Social Machine-Oriented Approach. In Proceedings of the *17th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops* (pp. 43-52). Vancouver, BC.

Chopra, A., Singh, M. From Social Machines to Social Protocols: Software Engineering Foundations for Sociotechnical Systems. *International World Wide Web Conference Com- mittee (IW3C2)*, 2016.

Fowler, M., & Lewis, J. (2014). Microservices a definition of this new architectural term. https://martinfowler.com/articles/microservices.html

Laudon, K.C., & Laudon, J. P. (2018). Management Information Systems, 15 Ed.Pearson Education, Inc., New York, NY.

Lemos de Souza, B. & Meira, S. (2020). Social Micromachine: Origin and Characteristics.. In Proceedings of the 22nd International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2020) - Volume 1, pages 788-796. ISBN: 978-989-758-423-7. DOI: 10.5220/0009580507880796.

Ma, T.; McGroarty, F. Social Machines: how recent technological advances have aided financialisation. *Journal of Information Technology*, vol. 32, no. 3, pp. 234–250, 2017.

Machado, M.G. (2017). Micro serviços: Qual a diferença para a arquitetura monolítica. https://www.opus-software.com.br/microservicos-diferenca-arquietura-monoliticas/.

Madaan, A., Nurse, J., De Roure, D., O'Hara. K., Hall, W. Creese S. A Storm in an IoT Cup: The Emergence of Cyber - Physical Social Machines. *ArXiv*. 2018:1-14.

Meira, S. et al. (2011). The emerging Web of social machines. In proceedings of the 35th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), (pp. 1–19). IEEE.

Reynolds, G. W., & Stair, R. M. (2018). Principles of information systems. Cengage Learning.

Smart, P., Madaan, A., Hall, W. Where the smart things are: social machines and the Internet of Things. *Phenom Cogn Sci*. 2018.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 08/10/2020
Aceitação/Acceptance: 19/12/2020

Propuesta de implementación de un modelo conceptual de infraestructura de datos espaciales para el departamento del Meta, Colombia

Helber Leonardo Gutierrez Guerrero[1], Luz Angela Rocha Salamanca[2]

hlgutierrezg@correo.udistrital.edu.co; lrocha@udistrital.edu.co

[1] Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Carrera 4 este 18 42, 500003, Villavicencio, Colombia.

[2] Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Carrera 7 40B 53, 110231, Bogotá D.C., Colombia.

Pages: 90-102

Resumen: La Información Geográfica (IG) es de vital importancia en el desarrollo, razón por la cual se ha generado un acelerado crecimiento de su demanda. No obstante, la tecnología para su gestión no ha tenido el mismo crecimiento en las entidades que hacen uso de esta. Con el objetivo de diseñar e implementar una Infraestructura de Datos Espaciales para el departamento del Meta (IDEM), que responda a las necesidades identificadas es en un diagnóstico resultado de una encuesta a 19 entidades del departamento, determinó dificultades de producción, disponibilidad y acceso a la IG. Por esta razón, se implementó un piloto de la plataforma tecnológica de código abierto. Asimismo, identificando que las entidades están interesadas en participar activamente en la construcción de una IDE a nivel departamental, se planteó una estrategia de fortalecimiento institucional como alternativa para solucionar las limitaciones presentes en la gestión de la IG.

Palabras-clave: Información Geográfica; Infraestructura de datos espaciales; Interoperabilidad; Estándares.

Proposal for the implementation of a conceptual model of spatial data infrastructure for the department of Meta, Colombia

Abstract: Geographic Information (GI) is relevant for development, therefore an accelerated growth in demand has been generated. However, the technology for management spatial information, has not been growth in the organizations that produce and use it. Focused to the aim of design and implement a Spatial Data Infrastructure for the Meta Department (IDEM), which responds to the identified needs, is a diagnosis determined by a survey of 19 department entities, which determined GI production, availability and access difficulties. For this reason, a pilot of the technological platform was implemented open source. Likewise, identifying the organizations are interested in participating in the construction of an SDI at the departmental level, an institutional strengthening strategy was proposed as an alternative to solve the limitations in GI management.

Keywords: Geographic Information; Infrastructure of spatial data; Interoperability; Standards.

1. Introducción

La demanda de información geográfica (IG), sigue tenido un crecimiento importante, teniendo en cuenta la necesidad de consolidar el modelo de economía de la información que entienden que las sociedades están espacialmente habilitadas (Duarte, 2001; Morocho & Morales, 2011). De tal manera, que esta alta cantidad de IG requiere que se generen herramientas para el intercambio de estos datos, así surge la denominada Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), que se define como un marco de tecnologías, políticas y disposiciones institucionales que se agrupan para facilitar la creación, intercambio y uso de IG entre la comunidad permitiendo una toma de decisión más efectiva (Ballares et al, 2001; Rojas, 2014; ICDE, 2016), teniendo como premisas, la democratización de la información, de mejor calidad, descentralizada y que responda a los requerimientos propios del sector público y privado (Lucky, 1965; Ariza, 2015). Esto ha permitido profundizar en la necesidad de la IDE en las diferentes actividades humanas, principalmente en los procesos de gobierno y planeación de entidades públicas (Ossa & Estrada, 2011).

En Colombia El Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, lidera en el país todos los esfuerzos en este campo, y ha logrado la consolidación de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales ICDE, como estrategia para establecer y promover el desarrollo de la Infraestructura como la suma de políticas, estándares, organizaciones y recursos tecnológicos que facilitan la producción, acceso y uso de la IG de cubrimiento nacional, para apoyar el desarrollo económico y social del país (Delgado & Crompvoets, 2007; ICDE, 2016). También, han contribuido en este campo, normativas como la NTC 4611 de Metadatos, además, de la aprobación del documento CONPES 3585, el cual ofrece lineamientos para consolidar la Política Nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de datos Espaciales (Martin et al., 2017). Sin embargo, existen dificultades para lograr principalmente la interoperabilidad de la información geográfica. En este sentido, la presente investigación tiene los siguientes objetivos: I) Diagnosticas del estado actual hacia la necesidad de construir una Infraestructuras de Datos Espaciales a escala local en el departamento del Meta. II) Diseñar un modelo conceptual de infraestructura de datos espaciales conforme a lineamientos nacionales e internacionales. III) Implementar una prueba piloto del modelo de infraestructura de datos espaciales para el departamento del Meta IDEM.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el Departamento del Meta, localizado en el central de Colombia, localizado entre los 04°54'25" y los 01°36'52" de latitud norte, y los 71°4'38" y 74°53'57" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 85.635 km2 lo que representa el 7.5% del territorio nacional. Esta lo componen 29 municipios, su capital es Villavicencio, La principal fuente de riqueza del Meta es la explotación de hidrocarburos, seguida

de la ganadería de extensión y la agricultura con cultivos tecnificados de arroz, cacao, forestales, caña y palma africana (Gobernación del Meta, 2016).

2.2. Diagnóstico situacional

La investigación es de tipo observacional y nivel descriptivo, la cual presenta una propuesta conceptual de un modelo de infraestructura de datos espaciales para el departamento del Meta IDEM, desde su necesidad contextual. Se inició con la caracterización de actores y su interrelación con necesidades del modelo, a través de la aplicación de 53 encuestas a entidades de las cuales fueron diligenciadas 23 por 19 entidades diferentes, 14 Alcaldías, Gobernación, 2 empresas de servicios públicos, la Universidad de los Llanos y el IGAC regional, es decir, el 52% del total es la muestra seleccionada , indagando sobre variables como el conocimiento de estándares geográficos, implementación de estándares de calidad, disponibilidad, relación entre entidades productoras, actualidad de los datos geográficos e infraestructura tecnológica, de tal manera que se dimensionara la situación actual frente a los criterios de la ICDE para la construcción de una IDE.

2.3. Modelo conceptual IDE

Teniendo en cuenta el diagnóstico situacional, se diseñó un modelo conceptual para la construcción de la IDEM (figura 1), que incluyera las necesidades contextuales del departamento.

Se realizó una prueba piloto de la plataforma tecnológica que se desarrolló en Geocatálogo Web, con datos fundamentales seleccionados como prueba, alojando el servidor bases de datos espaciales, generando servicios de catálogo (CSW), servicios web geográficos (WFS, WMS, WMTS) y servidor de aplicación, el cual permite la interacción y gestión de la IG de la IDEM.

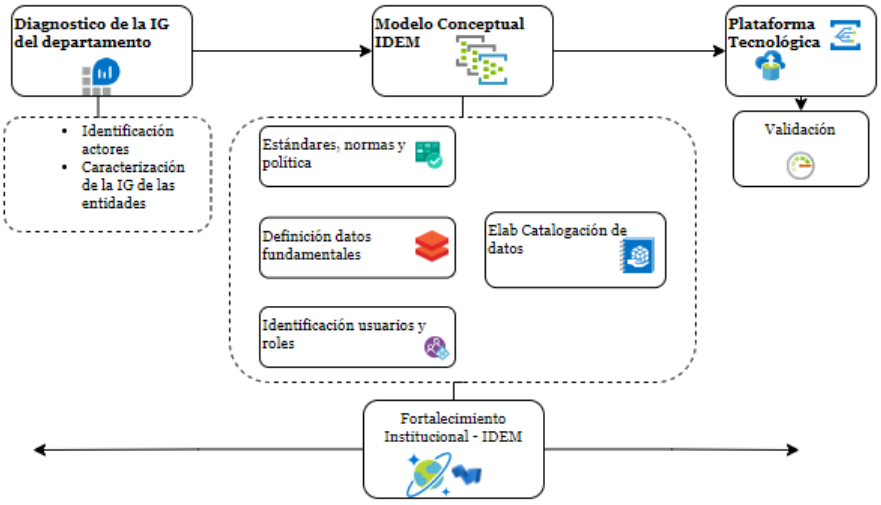


Figura 1 – Modelo conceptual IDEM

3. Resultados y discusión

3.1. Diagnóstico

En la figura 2, se evidencia que las entidades en estudio corresponden principalmente a secretarias de planeación (61%), secretarias de medio ambiente y sistemas integrados de gestión (26%), siendo coherente, con los temas de ambiente, ordenamiento territorial y catastro, que representan a los que mayor demanda de IG (Sendra & García, 2000; Aliaga, 2006), y las cuales en un 37% se hace uso, un 26% promueve su uso, un 21% la trasforma. Tan solo, el 16% es responsable de generarla, es decir, que el 84% de las entidades que tienen interés en la IG dependen de las entidades que la generan. Referente a la oferta de IG, se evidencio que el PDF y DWG, son los tipos de formato de mayor uso con un 21% cada uno, seguido de KMZ-KML y Shapefile con un 14% respectivamente. No obstante, coinciden en que requieren de información analógica grafica (Carmona & Monsalve, 2004).

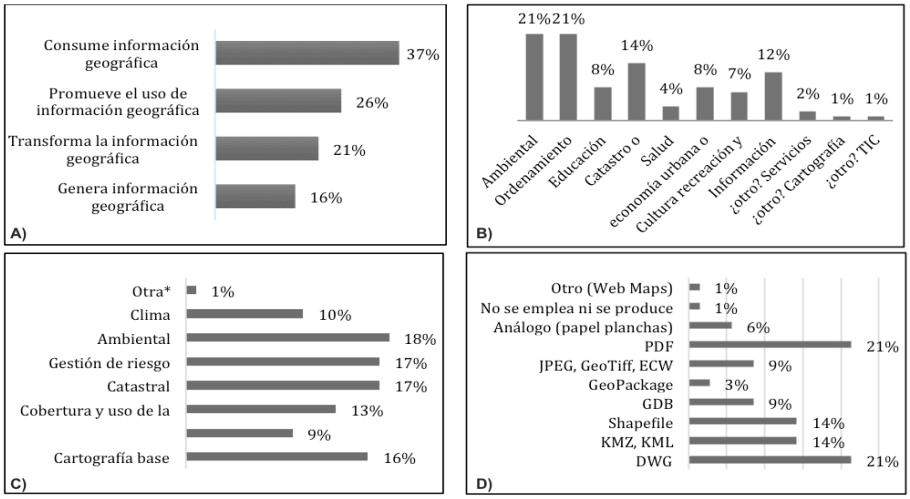


Figura 2 – Información analizada de la encuesta. A) Acción de la entidad frente a la información geográfica. B) Temáticas de información geográfica que la entidad utiliza o genera. C) Información geográfica especifica que requieren las entidades. D) Tipo de formatos que se produce o emplea la información geográfica en la entidad.

Por otro lado, la figura 3 refleja que la presencia de profesionales en sistemas de información geográfica es baja, solo el 35% de las entidades los emplean, situación que se refleja por el tamaño de estructura organizacional de las entidades encuestadas, y que explica lo expresado por Molina et al (2005), hacia la necesidad de las entidades principalmente públicas por la contratación externa de consultores para desempeñar labores relacionadas con la IG. El acceso a la IG, en un 40% es de carácter público, mientras un 20% es parcialmente público, sin embargo, posee limitantes en su acceso, mientras que el 40% restante es privado y su disponibilidad es discrecional a las políticas de cada

entidad, razón que dificulta la gestión de la IG (Abarca, 2008; De La Vega et al., 2016). Al analizar la infraestructura tecnológica, se observó que el 44% cuenta con estaciones de trabajo, el 28% con Software propios, seguido de software libre y servidor con 17% cada uno. No obstante, solo el 6% posee conexión a internet banda ancha. Entendiendo así, que existe una infraestructura básica para este tipo de sistemas (Andión, 2010). Motivo que justifica que el 46% de acceso a la IG sea por medio magnético o digital.

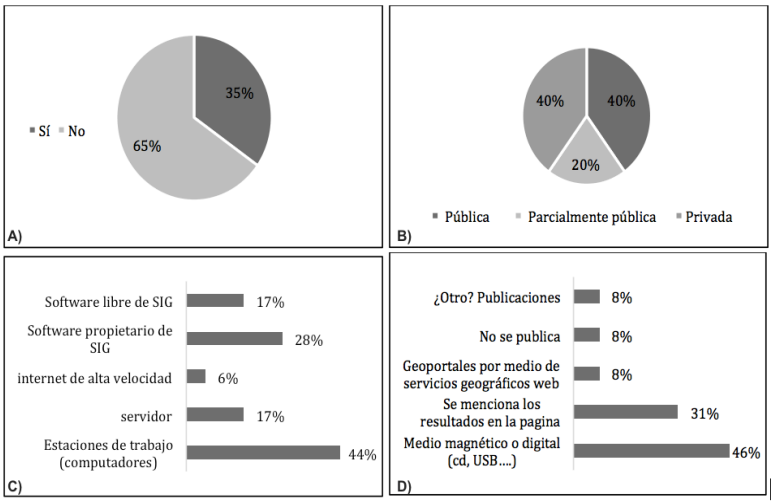


Figura 3 – Información analizada de la encuesta. A) Empleo de profesionales en sistemas de información geográfica (SIG) en las entidades. B) Acceso a la información geográfica generada. C) Infraestructura tecnológica con la que cuenta su unidad SIG. D) Medios de publicación de la información geográfica generada.

Las entidades no evalúan la calidad de la IG bajo criterios establecidos en estándares implementados por instituciones nacionales (Sendra & García, 2000), como lo es para este caso la ICDE. Así, que en la figura 3 se puede observar que un 50% realiza la valoración de la calidad de la IG a través de criterios propios, el restante 50% no realiza ningún tipo de evaluación. En cuanto a los estándares para la gestión de la IG aplicados en las entidades corresponden en un 40% a calidad de la información, seguida de especificaciones técnicas y estándares de metadatos con un 30% y 20% respectivamente, por último, con un 10% las entidades no aplican ningún estándar a la IG. Sumado a esto, la IG que se genera en el departamento es de bajo detalle, teniendo en cuenta que al aumentar la escala, el nivel de detalle de la IG es mayor (Alonso, 1989; Labrandero & Vega, 1995), así que la información que se genera en un 37% es IG a escala ≤ 1:100.000; mientras el 27% que se genera es en una escala entre 1:10.000 y 1:500; y finalmente con un 18% cada una de las escalas de 01:25.000 y 01:50.000. Es necesario comprender que el uso de IG en las entidades es fundamental para determinar la necesidad de su gestión. De esta manera en un 11% de manera permanente (diariamente), por otro lado, el uso de la IG de manera ocasiona al igual que mensual ocurre en el 35% de las entidades, y finalmente un 22% de las Entidades usan la IG anualmente.

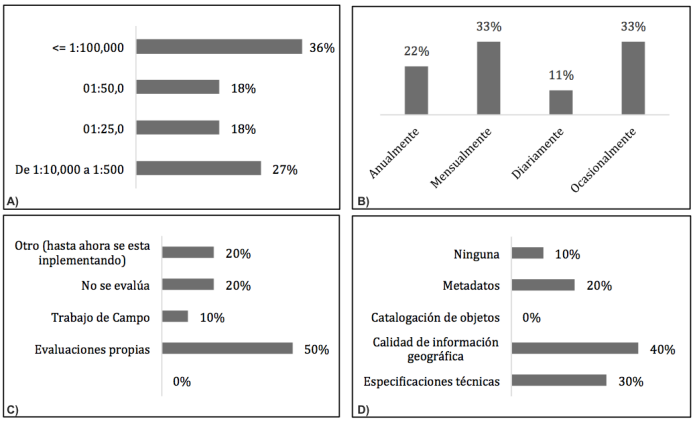


Figura 4 – Información analizada de la encuesta. A) Escala (s) de información geográfica que se generada en las entidades. B) Frecuencias de actualización de la información geográfica generada. C) Criterios mediante evalúa la entidad la calidad de los datos geográficos. D) Estándares aplicados en las entidades para la información geográfica

S evidencio que la IG que se genera en el departamento de Meta en un 62.5% se encuentra documentada en las entidades, Sin embargo, un 25% realiza la documentación de manera parcial y el 12.5% restantes de las entidades no realizan ningún tipo de documentación de la información generada. Esta situación sugiere el requerimiento de una gestión de la IG en las entidades mediante la creación de una IDE, de tal manera que garantice una optimización de dicha información en el futuro uso dentro de sus actividades, teniendo en cuenta que Iniesto & Nuñez (2014) indican que la creación de una IDE es una apuesta hacia el cambio en la gestión, procesamiento y disponibilidad de la IG para las entidades que la requieran dentro de sus actividades. Además, que sería una alternativa viable porque existe una disposición por parte de las entidades en participar en el proceso de construcción de una IDE a nivel departamental, considerando que en el 88% de las entidades están interesadas en participar activamente en la construcción de esta. Veintenilla & Larrea (2015) sugiere que esta disposición de las entidades se genera porque entienden que la IDE contribuye a mejores condiciones de gobierno, y en consecuencia un mejor desarrollo como sociedad.

3.2. Estándares geográficos

Para el adecuado funcionamiento de la IDE debe tener, interoperabilidad a nivel técnico y semántica, que implica acuerdos conceptuales y estructurales entre los participantes (Mascarell, 2014). Para ello se plantea el cumplimiento de estándares nacionales de la ICDE que serán regla y guía (Tabla 1).

El proceso de estandarización debe ser continuo y enmarcado en las políticas de calidad planteadas por el IGAC, expuestas en la Resolución 471 de 2020, por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia, para conseguir una mejora continua en los procesos de producción de IG.

Tipo	Estándar	Descripción
Estándares de Datos	ISO 19115/ 2014	Estándar de Metadatos
	ISO 19157/ 2013	Calidad de Información Geográfica
	ISO 19131/ 2007	Especificaciones Técnicas
	ISO 19110/ 2016	Estándar de Catálogo de Objetos
	ISO 19117/ 2012	Representación
	ISO 19111/ 2007	Referencia espacial por coordenadas
	ISO 19112/ 2003	Referencia espacial por identificadores geográficos
	ISO 19108/ 2002	Esquema temporal
	ISO 19104/ 2016	Terminología
Estándares de Tecnología	ISO 19128/ 2015	Web Map Service - WMS 1.3
	ISO 19142/ 2010	Web Feature Service - WFS 2.0
	CSW/ 2009	Catalog Service for the Web - CSW
	WMTS/ 2010	Web Map Tile Service – WMTS
	GeoPackage/ 2014	Estándar de codificación GeoPackage

Tabla 1 – Definición de algunos estilos

3.3. Políticas

Se debe crear un compromiso político departamental y municipal, que respalden los principios, acuerdos, justificaciones, un marco político y un plan de desarrollo del IDEM. Que garantice a través de comité de implementación liderado por la Gobernación del Meta. Además, se debe fortalecer el marco normativo de la gestión de Información Geográfica, mejorar la coordinación interinstitucional sobre la producción, adquisición y el uso de la IG de la IDEM, por tal motivo se propone definir políticas de IG alineadas con el COMPES 3585, que describe ítem de producción, metadatos, custodia, disposición, acceso y uso, propiedad intelectual y derechos de autor.

3.4. Datos fundamentales

En base a la caracterización de necesidades en el contexto del departamento del Meta, se identificaron temáticas que prioriza el modelo IDEAM, permitiendo establecer los datos fundamentales e identificar las entidades desde el nivel local al nacional, que disponen de la información según la temática y escala.

Siguiendo la plantilla de la ICDE para la documentación de catálogo de objetos geográficos (ICDE, 2019), se documentó cada uno de los datos fundamentales propuestos en base al catálogo del IGAC de la cartografía básica digital (IGAC, 2016a), catálogo de objetos de catastro (IGAC, 2016b), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA y se complementó con el Modelo de Almacenamiento Geográfico – MAG, de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA, 2016).

3.5. Actores y nodos

La IDEM se proyecta siendo participe en la ICDE, no obstante, para su estructura departamental se categorizan los actores claves dentro de nodo avanzado, medio y básico (IDEP, 2020), de tal manera que se identifique las responsabilidades y la participación en el proceso de los usuarios descritos en la tabla 2.

servicios de acceso a IG	Nodo		
	Básico	Intermedio	Avanzado
IG administrada como parte de sus competencias y funciones institucionales	X	X	X
Comparten su IG a través de medios tradicionales.	X	X	X
Cuentan con un visor de mapas	X	X	X
Proporcionan servicios de mapas en web estandarizados (WMS o WMTS)		X	X
Proporcionan servicios de descarga de su información en formatos de compresión o de visualización digital		X	X
Generan metadatos de su información parcialmente o completa		X	X
Comparten su IG vía servicios de descarga estandarizados (WFS o WCS)			X
Cuentan con aplicativos SIG en Web, que permiten la interoperabilidad con una o más entidades de la administración pública o privada			X
Muestra su IG de manera centralizada a través de un Geoportal, con servicios de búsqueda, evaluación, visualización y descarga			X
Cuentan con un Catálogo de Metadatos propio			X
Cuentan con normas generales sobre manejo corporativo de la IG			X
Cuentan con procedimientos de generación de metadatos aprobados			X

Tabla 2 – Descripción de Nodos

Consecuentemente, la gobernación del Meta tendrá la responsabilidad de la planeación, creación y ejecución de la IDEM, mediante su Departamento Administrativo de Planeación Departamental, al estar definido como un usuario administrador, el cual será Custodio de los datos fundamentales. A su vez, se irán conformando otros nodos, que permita ir convirtiendo a cada una de las alcaldías del departamento en un nodo IDE desde su rol de productores de información. De esta manera, se propone a Villavicencio como un Nodo Intermedio a corto tiempo, igualmente los municipios de Acacías, Granada y Puerto Gaitán, pero estos tres se establecen a un mediano tiempo después de construido el Nodo Avanzado, en este contexto, se considera que el resto de los municipios se transformen en Nodos Básicos en largo plazo como se indica en la figura 5.

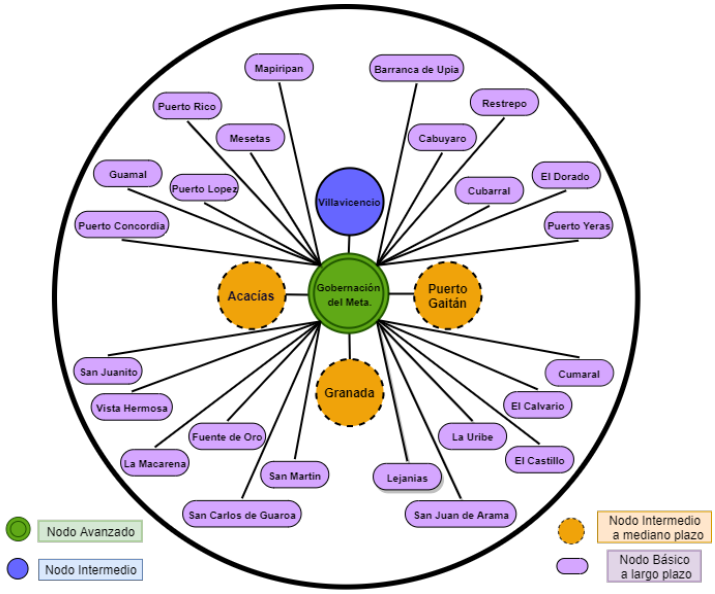


Figura 5 – Niveles de nodos IDEM

3.5. Fortalecimiento institucional

La estrategia de fortalecimiento institucional para la IDEM propuesto (Figura 6) se enmarca con el modelo que adopta la ICDE (Delgado Fernández & Crompvoets, 2007).

Figura 6 – Fortalecimiento Institucional

4. Implementación de la plataforma IDEM

La Infraestructura tecnológica de la IDEM se establece un piloto en la arquitectura orientada a servicios SOA (Service Orienteded Architecture), dispuesta en la nube Cloud Compunting, mediante la plataforma AcuGis en el plan Suite, la cual dispone arquitecturas en software libre, utilizando GeoNode para su implementación web (Figura 7).

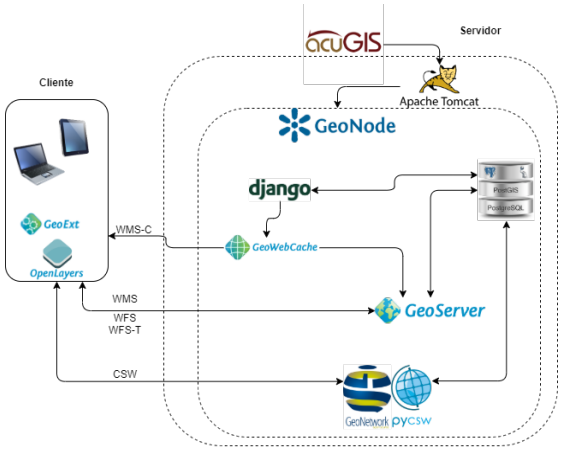


Figura 7 – Arquitectura plataforma tecnológica propuesta para la IDEM

Para el piloto de la plataforma web IDEM, se utilizó el GeoNode Versión 2.8, cuyo núcleo se basa en el framework web Django, permite fácilmente gestionar diferentes aplicaciones que integran el despliegue de una IDE, cumpliendo con los estándares de la OGC. En cada uno de sus componentes se utilizó los siguientes elementos:

- Base de datos. Se utilizó PostgreSQL con su extensión PostGis, permitiendo gestionar la IG, facilitando su cargue y actualización.

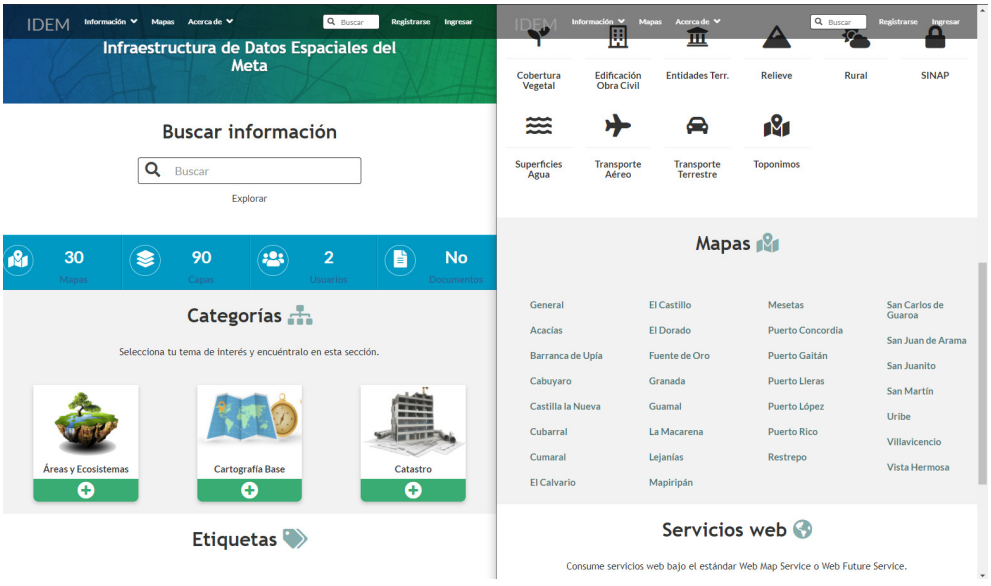


Figura 8 – Interfaz web IDEM

- Publicación de servicios. En este caso se utilizó Geoserver se conecta con PostGIS, que cuenta con una herramienta visual que administra el almacenamiento de datos, configuración de estilo y publicación de diferentes tipos de servicios web. Mediante Pycsw/GeoNetwork se exportó metadatos bajo la ISO 19139.
- Capa de Aplicación. Al lado del cliente se encuentra GeoExt y OpenLayer, brindando herramientas de creación y edición de geoportales.

Por consiguiente, como se observa en la figura 8 se obtiene una interfaz web fresca, con un buscador de IG, resumen de datos, menús de categoría, etiquetas, mapas y acceso al consumo de servicios web, adicionalmente en el menú principal permite desplegar información según el rol del usuario teniendo los usuarios registrados acceso a mayores privilegios según su rol en la plataforma.

5. Conclusiones

La demanda de IG en el departamento del Meta es importante, en temas de ambiente, ordenamiento territorial y catastro. Sin embargo, la producción de esta es limitada, teniendo en cuenta que su infraestructura tecnológica y profesional es básica. No obstante, en mayor proporción el uso de software en las entidades es licenciado, y los estándares no están sujeto a lo propuesto por la ICDE, por tal razón, la evaluación de la calidad de la IG se realiza principalmente con criterio propios. La articulación entre la información local y la nacional es limitada por sus capacidades técnicas y económicas, pero e identifico interés de las entidades en participar activamente en la construcción de una IDE a nivel departamental, de tal manera que esto garantiza un potencial de sinergia entre las instituciones que serían participante en la IDEAM.

Se determinó en el modelo tecnológico la utilización de un software libre y código abierto, para garantizar el uso adecuado de estándares, que además son fácil de configurar y económicamente más accesibles. No obstante, se propone el uso de servidores en la nube, que disminuye costos de mantenimiento, y al mismo tiempo, previenen una dificultad de disponibilidad de acceso asociada a los servicios web geográficos, debido a fallas en los servidores alojados en físico en las entidades, contrario a los servidores en la nube, teniendo en cuenta su escalabilidad en tiempo real y que pueden funcionar en otros servidores en simultaneo.

La estrategia de fortalecimiento institucional propuesto, promueve la integración de las entidades territoriales, dinámica que en el área de estudio no se evidencio, razón que propicia lograrlo un marco institucional con políticas concretas para la creación y mantenimiento de IDE, seguido de una catalogación de datos con el objetivo de documentar eficientemente la información según procesos organizacionales, de tal manera que definir los potenciales usuarios de la IDE se facilite y las necesidades que van a tener para poder definir los roles e identificar y evitar conflictos de interés entre usuarios, plataforma tecnológica necesaria para el funcionamiento del sistema, la interacción con los usuarios y los estándares correspondientes para que la información pueda ser interoperable entre las organizaciones y demás usuarios.

Referencias

Abarca, O. (2008). Viabilidad de la implantación de una infraestructura de datos espaciales (IDE) para la gestión pública y participativa de las tierras en Venezuela. GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, (8), 61-93.

Aliaga, G. (2006). Juan Peña Llopis. Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. Revista de Geografía Norte Grande, (36), 97-101.

Alonso, J. N. (1989). Evolución conceptual y técnica de los Sistemas de Información Geográfica: la agenda pendiente. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (9), 81-96.

Andión Gamboa, M. (2010). Equidad tecnológica en la educación básica: criterios y recomendaciones para la apropiación de las TIC en las escuelas públicas. Reencuentro, (59).

ANLA. (2016). Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Obtenido de Archivos de la Actualización del Modelo de Almacenamiento Geográfico RES2182 de 2016: http://portal.anla.gov.co/sistema-informacion-geografica.

Ariza López, F. J. (2015). La construcción descentralizada de datos espaciales: riesgos para la calidad de la información geográfica.

Bañares, J. A., Bernabé, M. A., Gould, M., Muro-Medrano, P. R., & Zarazaga, F. J. (2001). Aspectos tecnológicos de la creación de una Infraestructura Nacional Española de Información Geográfica. Universidad de Zaragoza

Carmona, A., & Monsalve, J. (2004). Sistemas de información geográficos. In Congreso de Ingeniería de Sistemas en la Universidad San Buenaventura de Medellín Colombia.

De La Vega, P. G., López, F. J. A., & Calveche, A. T. M. (2016). Problemas que presentan las trazas GNSS procedentes de información geográfica voluntaria. Geofocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, (17), 8.

Delgado Fernández, T., & Crompvoets, J. W. H. C. (2007). Infraestructuras de datos espaciales en Iberoamérica y el Caribe. Proyecto CYTED IDEDES 606PI0294, Habana, Cuba.

Duarte, L. P. A. (2001). El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, y su gestión como entidad líder de América en la construcción de infraestructuras de datos espaciales, IDE. Revista Cartográfica, (73), 63.

Gobernación del Meta. (2016). Gobernación del Meta. http://www.meta.gov.co/web/content/nuestro-departamento

ICDE. (2016). Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. http://www.icde.org.co.

ICDE. (2019). Guía para la documentación de un catálogo de objetos. http://www.icde.org.co/sites/default/files/Plantilla%20para%20la%20documentaci%C3%B3n%20de%20Cat%C3%A1logos%20de%20Objetos%20geogr%C3%A1ficos_ISO19110_V.1.0.pdf.

IDEP. (2020). Nodo Central de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú. https://www.geoidep.gob.pe/nodos-idep.

IGAC. (2016a). Catálogo de objetos geográficos cartografía básica digital https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/anexo_1.1_catalogo_objetos_cartografiabasica_v1.0_.pdf.

IGAC. (2016b). Catálogo de objetos de catastro Versión https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/anexo_6._catalogo_de_objetos_catastrales.pdf.

Iniesto, M., y Núñez, A. (2014). Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales. Madrid: Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

Labrandero, J. L., & Vega, J. M. (1995). Evaluacion de tierras y Sistemas de informacion geografica en la planificacion de los montes de Toledo. Boletin de la Asociacion de geografos españoles, (20), 135-146.

Lucky, R. W. (1965). Automatic equalization for digital communication. Bell System Technical Journal, 44(4), 547-588.

Martin, P., Andrés, C., & Pulido Arias, R. A. (2017). Diseño e Implementación de un Banco de Imágenes Provenientes de Sensores Remotos Pertenecientes al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como Apoyo a Consolidación de la Política Nacional de Información Geográfica.

Mascarell. (2014). Infraestructura de datos Espaciales. Valencia, España : ETSinf.

Molina, A. M., López, L. F., & Villegas, G. I. (2005). Los sistemas de información geográfica (SIG) en la planificación municipal. Revista EIA, (4), 21-31.

Morocho, V., & Morales, A. (2011). El vertiginoso crecimiento de la IDE Ucuenca hacia la IDE REDCEDIA: Un estudio de caso exitoso de IDE Subnacional. Proceedings of CISCI, 19-22.

Ossa, J. A. G., & Estrada, G. A. U. (2011). Los sistemas de información geográfica y los planes de ordenamiento territorial en Colombia. Perspectiva Geográfica: Revista del Programa de Estudios de Posgrado en Geografía, (16), 247-266.

Rojas, M. (2014). Diseño metodológico para crear Infraestructuras de Datos Espaciales a escala Ciudad - Región en Colombia. Bogotá: UN.

Sendra, J. B., & García, R. C. (2000, January). El uso de los sistemas de Información Geográfica en la planificación territorial. In Anales de Geografía de la Universidad complutense (Vol. 20, p. 49).

Veintimilla-Reyes, J., & Larrea, F. A. (2015). Análisis e implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Caso de estudio: Gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón Guachapala. Revista Tecnológica-ESPOL, 28(2).

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 28/09/2020
Aceitação/Acceptance: 08/11/2020

Implementación de un Dashboard para el apoyo en la toma de decisiones en el sector privado en Distribución de Maquinaria y Materia Prima para productos de Panificación

Rodrigo Cuevas Hernández[1], Hilda Beatriz Ramírez Moreno[2]

rodrigocuevas@uabc.edu.mx; ramirezmb@uabc.edu.mx

[1] Universidad Autónoma de Baja California, FCA Tijuana México.

[2] Universidad Autónoma de Baja California, FCA Tijuana México.

Pages: 103-112

Resumen: El análisis y gestión de la información se ha convertido en un elemento clave para poder competir en un mercado muy cambiante, de ahí la importancia de tener la información actualizada en el momento justo. El objetivo general de este proyecto fue Implementar un Dashboard en un sistema transaccional para visualizar reportes y dar apoyo a la toma de decisiones al departamento de Ventas. El desarrollo inicia con el análisis de requerimientos, dónde se puede evidenciar varios puntos importantes de los cuales resaltan uno principalmente, el manejo de un sistema transaccional que carece de reportes personalizados que genera para el usuario carga operativa en la obtención y consolidación de esta. Para la implementación del Dashboard se utilizó Microsoft Power BI Desktop que es una solución de análisis empresarial que permite visualizar los datos y compartir información con toda la organización por medio de dispositivos móviles o sitio web.

Palabras-clave: Dashboard, Sistemas transaccional, Bases de datos, inteligencia de negocios, KPI.

Implementation of a Dashboard to support decision-making in the private sector in the Distribution of Machinery and Raw Material for Bakery products

Abstract: The analysis and management of information has become a key element to be able to compete in a very changing market, hence the importance of having updated information at the right time. The general objective of this project was to Implement a Dashboard in a transactional system to view reports and support the Sales department in decision-making. The development begins with the requirements analysis, where several important points can be evidenced, one of which stands out mainly, the management of a transactional system that lacks personalized reports that generates operational load for the user in obtaining and consolidating it. For the implementation of the Dashboard, Microsoft Power BI Desktop was used, which is a business analysis solution that allows you to view

data and share information with the entire organization through mobile devices or website.

Keywords: E Dashboard, Transactional systems, Databases, business intelligence, KPI.

1. Introducción

En las empresas son muy importantes los sistemas de información ya que éstos otorgan un gran beneficio en el procesamiento de la información para el apoyo a la toma de decisiones a gerentes y ejecutivos; por lo tanto, los sistemas de información han sido considerados por las empresas como parte dinámica de su estructura.

Una de las herramientas que ayudarán a contar con este tipo de informes más visuales son los tableros de negocios o también llamada inteligencia de negocios. Asociándolo directamente con las Tecnologías de la Información, podemos definir la inteligencia de negocios como el conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de los sistemas transaccionales en información estructurada, para su explotación directa como reportes o para su análisis y conversión en conocimiento, dando así soporte a la toma de decisiones sobre el negocio.

2. Antecedentes y Problematica

Hoy más que nunca, es necesario distribuir la información de un modo fiable y seguro, en el momento oportuno y a la persona adecuada.

El sistema que utiliza la distribuidora tiene capacidad para generar reportes de una manera estática para la toma de decisiones, debido a que el sistema de gestión de bases de datos en el que está desarrollado es una plataforma obsoleta; la descarga de los reportes es muy lenta, debido al gran volumen de información que se maneja y pueden generarse inconsistencias en algunos reportes que se utilizan para la toma de decisiones; como resultado de utilizar este sistema, el soporte se vuelve escaso y costoso.

Debido a esta situación, la empresa tiene problemas para la generación de información en el Área de Ventas, que repercute en otras áreas operativas; a continuación, se detalla la problemática:

- Sistema Transaccional obsoleto.
- Alto tiempo de respuesta en la generación de reportes
- Proceso manual en la generación de reportes
- Reportes en formatos diferentes.

3. Justificación

Tener mucha información, no siempre significa tener una mejor visión sobre la situación de la empresa, ya que ésta no es clara, confiable y oportuna.

El recurso tradicional empleado por la empresa para controlar y hacer seguimiento de la información es en Excel, a través de tablas y gráficos. Y ello, derivó la necesidad de implementar una herramienta analítica como lo es un Dashboard.

Un software de inteligencia de negocios es muy importante, ya que ayudará a tener una visión más amplia del negocio, teniendo toda la información a la mano de manera rápida y consistente; de esta manera, ayudará a la toma de decisiones. En cualquier organización, los empleados diariamente toman decisiones; algunas veces, están basadas en los hechos, pero con frecuencia, están basadas en la experiencia, el conocimiento acumulado o las reglas básicas del negocio.

Nada es más frustrante que recibir informes con cifras que no concuerdan entre sí, fuera de tiempo y poco visual para los usuarios que toman decisiones importantes dentro de la organización; los procesos tediosos de consolidación y actualizaciones constantes de presentación de la información son factores importantes para la toma de decisiones oportunas; con esta investigación, se pretende dar solución al análisis de la información desde varias perspectivas y no a través de reportes estáticos.

Los negocios dependen cada vez más de los sistemas transaccionales, y éstos a su vez, acumulan rápidamente grandes cantidades de información; tal como sucede en la Distribuidora, pero, aun así, con toda esta información disponible, sorprendentemente, es difícil para los Gerentes tener una imagen clara de los objetivos de la empresa, como las ventas diarias o el historial de los clientes. En la mayoría de las organizaciones, le tomaría al Gerente horas o días obtener respuestas a sus preguntas de la operación diaria de la empresa.

4. Objetivo general

Implementar un Dashboard en un sistema transaccional actualizado, para visualizar los reportes y dar apoyo a la toma de decisiones al departamento de Ventas.

4.1. Objetivos específicos:

- Realizar una investigación documental de la actualización del sistema transaccional que tiene la empresa y sistemas de inteligencia de negocios en el mercado.
- Crear una estrategia para la implementación de un Dashboard.
- Analizar los procesos de generación de reportes.
- Diseñar los informes en la plataforma elegida.
- Implementar un Dashboard con la información, de acuerdo a la necesidad del Departamento de Ventas.

5. Marco Teorico

5.1. Sistemas de Información

Un sistema de información es un conjunto coordinado de contenidos y servicios, basados en tecnologías digitales y en red, que una organización pone a disposición de sus stakeholders (personas con intereses en la misma) interno y externos, para facilitarles la producción, así como el consumo de conjuntos estructurados y selectos de datos, orientados a convertirse en información de valor para la actividad de la organización (Combarsi, 2011).

Los Sistemas ofertan, regulan y gestionan todo tipo de recursos de información, con este objetivo, se producen los procesos de almacenamiento, identificación, transformación, organización, tratamiento y recuperación de la información. A medida que las organizaciones empiezan a expandirse y desarrollarse, necesitan del apoyo de una unidad independiente que controle, supervise, asesore, gestione los posibles riesgos de las actividades operativas y financieras de la entidad, permitiéndoles de esa forma alcanzar de una manera satisfactoria todas las metas establecidas por la entidad (Torres, 2015).

5.2. Tipos de Sistemas de Información

Los sistemas transaccionales constituyen los pilares del sistema de información de una empresa y recogen las operaciones empresariales diarias. Muchas empresas no podrían funcionar sin este tipo de sistemas (Lapiedra, 2011).

Un sistema de soporte a decisiones, suele ser implementado después de los sistemas transaccionales más importantes de una empresa, y prácticamente, estos sistemas llegan a ser la plataforma principal en el manejo de su información.

El proceso de toma de decisiones, es una de las actividades que se realizan con mayor frecuencia en el mundo de los negocios, en todos los niveles de la organización, desde asistentes o auxiliares, hasta los directores generales de las empresas. Además, según el nivel en el cual se tome una decisión, será el efecto de ésta (Cohen, 2009).

Para poder implementar un nuevo sistema de información en una empresa que no detiene su operación diaria, es necesario crear una estrategia, para poder hacer dicha implementación; si no se cuenta con la experiencia suficiente para coordinar la implementación, podría ser riesgosa poder implementarla con éxito en la organización. La mayor complejidad organizativa y tecnológica, ha hecho que cada vez sea más difícil implementar nueva tecnología sin causar interrupciones que afecten a la productividad de los usuarios finales (Dell, 2017).

Para poder competir en el turbulento mundo de los Negocios Internacionales, las empresas deben desarrollar estrategias en todas las áreas, y a su vez, agruparlas en una general, enmarcada dentro de la Planeación Estratégica de la empresa (Lombana, 2011).

Para poder medir el desempeño de las empresas dentro de un Dashboard se necesitan los KPI o indicadores claves de gestión, son métricas que nos ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia. Estas unidades de medida nos indican nuestro nivel de desempeño en base a los objetivos que hemos fijado con anterioridad (Espinosa, 2016). En un entorno tan cambiante como es el actual, es necesario comparar periódicamente los resultados que estamos obteniendo con los objetivos fijados. Si no estamos obteniendo los resultados esperados, los KPI nos permitirán darnos cuenta y poder reaccionar a tiempo. Un Dashboard es una representación gráfica de los principales indicadores (KPI) que intervienen en la consecución de los objetivos de negocio, y que está orientada a la toma de decisiones para optimizar la estrategia de la empresa. Un Dashboard debe transformar los datos en información y está en conocimiento para el negocio (Tristan, 2014).

5.3. Inteligencia de negocios

Una interesante definición para inteligencia de negocios o Business Intelligence en inglés (BI), la define como la combinación de tecnología, herramientas y procesos que me permiten transformar mis datos almacenados en información, esta información en conocimiento y este conocimiento dirigido a un plan o una estrategia comercial. La inteligencia de negocios debe ser parte de la estrategia empresarial, ésta le permite optimizar la utilización de recursos, monitorear el cumplimiento de los objetivos de la empresa y la capacidad de tomar buenas decisiones, para así obtener mejores resultados (Oracle, 2017).

Las herramientas de Software de BI, son usadas para acceder a los datos de los negocios y proporcionar reportes, análisis, visualizaciones y alertas a los usuarios. La gran mayoría de las herramientas de Business Intelligence son usadas por usuarios finales para acceder, analizar y reportar.

Para la implementación del Dashboard se utilizará la herramienta de Microsoft Power BI Desktop es una solución de análisis empresarial que permite visualizar los datos y compartir información con toda la organización, o insertarla en una aplicación o sitio web transformando los datos en impactantes objetos visuales (Barcos, 2016).

5.4. Base de datos

El motor de base de datos que se utilizó para las implementaciones en este proyecto es SQL, ya que el que se tiene actualmente es Visual FoxPro y es demasiado obsoleto.

La tecnología de las bases de datos resuelve muchos de los problemas de la organización de los archivos tradicionales (Laudon, 2012). Una definición más rigurosa de una base de datos es la de una colección de datos organizados para dar servicio a muchas aplicaciones de manera eficiente, al centralizar los datos y controlar los que son redundantes.

El Software de Administración de Bases de Datos se encarga de que la base de datos física esté disponible para las diferentes vistas lógicas requeridas por los usuarios. Microsoft SQL Server es una plataforma de base de datos que se utiliza en el Procesamiento de Transacciones en Línea (OLTP) a gran escala, el almacenamiento de datos y las aplicaciones de comercio electrónico; es también una plataforma de Business Intelligence para soluciones de integración, análisis y creación de informes de datos (Microsoft, 2008).

6. Metodologia

Después de haber analizado las diferentes metodologías para la resolución de este proyecto se considera apropiado utilizar la metodología Scrum, tomando en consideración que es una solución a un problema organizacional.

La metodología Scrum es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar de equipos altamente productivos

(Proyectos, 2018). La metodología SCRUM es especialmente valiosa para proyectos de empresa complejos y cuya ejecución se haga efectiva en situaciones poco habituales (Project Management, 2018)., por ejemplo: cuando es indispensable obtener resultados de forma inmediata, cuando los requisitos son cambiantes y poco definidos, cuando las entregas se alargan o los costes del plan se disparan, cuando hay un alto grado de rotación del personal dentro de los equipos, por ultimo cuando un proyecto tradicional requiere soluciones de gestión. Fases de la metodología utilizada: inicio, planificación, iteraciones, revisión y retrospectiva y lanzamiento.

Dentro del Sprint Backlog podemos identificar todos los requerimientos a desarrollar dentro de la implementación, cada uno de estos requerimientos son priorizados de acuerdo a la necesidad del negocio por un usuario líder, el cual es denominado como el Product Owner o dueño del producto.

Los sprint llevados a cabo en este Proyecto fueron los siguientes:

Sprint 1: Diseño de arquitectura de BI para la empresa, Identificación de indicadores, Requisitos de la herramienta Microsoft Power BI, Historias de usuarios, Diseño de prototipos, Identificación y descripción de tablas para extraer la información de la Base de Datos.

Sprint 2: Proceso ETL, Creación de modelo dimensional, Creación de medidas, Importación de tablas a Microsoft Power BI.

Sprint 3: Desarrollo de Dashboard Gerencial, Desarrollo de reporte de ventas, mejores clientes, productos y existencia de productos por almacén, visualizaciones y reportes en página web, Pruebas.

7. Desarrollo

Sprint I, abarcó el levantamiento preliminar, desarrollo de las historias de usuarios, creación de los prototipos de tableros y la identificación de las tablas a extraer según los indicadores que se quieren implementar.

Entregables:

- Creación de historias de usuarios
- Creación de Prototipos de tablero y reportes
- Creación de Arquitectura de BI
- Identificación de indicadores
- Identificación de tablas a extraer
- Requisitos de Herramienta de Microsoft Power BI

Diseño de arquitectura de BI para las distribuciones

Fue necesario establecer una arquitectura, la cual permitió identificar los sistemas transaccionales de los cuales será extraída los datos para posteriormente realizar el proceso de extracción, transformación y carga (ETL) hasta la explotación en la herramienta de BI, que ha sido seleccionada por la empresa.

Indicadores de gestión (KPI)

Los KPI (Key Perfomance Indicator) o indicadores claves de gestión, es una medida de desempeño, el cual está ligado con los objetivos en valores porcentuales de la empresa. Mediante el cual busca visualizar el progreso en el proceso de ventas mediante indicadores de rendimiento que le permita analizar y hacer comparativos para cuantificar el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos.

Diseño de prototipos

El diseño de los prototipos fue desarrollado de acuerdo a los requerimientos levantados y analizados en conjunto con el dueño del producto. El objetivo consta en mostrar al usuario una idea de cómo sería la visualización de los gráficos.

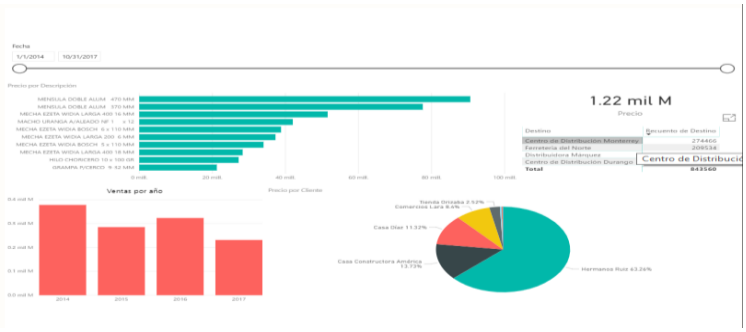


Figura 1 – Entidad relación en Power BI

Sprint II se trabajó el proceso de limpieza de datos el cual permitió identificar y depurar los datos inconsistentes, para posteriormente ser almacenada en el Datawarehouse de ventas.

Entregables:

- Proceso ETL
- Creación de modelo dimensional
- Creación de Métricas
- Importación de tablas a Power BI

Proceso ETL (Extracción, Transformación y Limpieza)

Extracción: En esta fase se extrajeron las tablas desde el sistema de origen para analizar los datos y validar si cumplen con la estructura con la que se debe contar para la transformación.

Transformación: En esta fase se cargaron solo las tablas que cuenta con los datos que son relevantes para el diseño y modelado de los reportes que necesita la empresa.

Limpieza de datos: En esta sección se limpiaron los datos como eliminación de columnas que no se necesitaron y se aplicaron formatos a las columnas de acuerdo a su valor ya sea texto, numero o porcentaje.

Para llevar a cabo el desarrollo se utilizaron las diferentes tablas de la base de datos del sistema transaccional: admAgentes, admAlmacenes, admCapasProductos, admClientes, admClasificaciones, admConceptos, admCostosHistoricos, admDocumentos, admExistenciaCosto, admMovimientos, admMovimientosCapas y admProductos.

Durante el desarrollo se creó el modelo dimensional entidad relación en Microsoft Power BI, como se muestra en la figura 2.

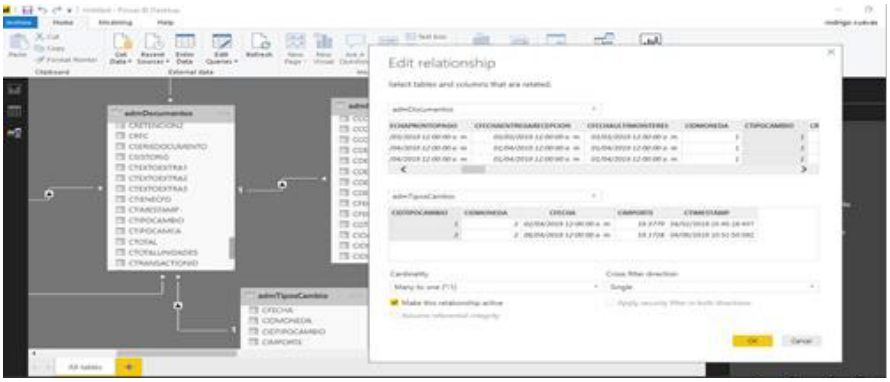


Figura 2 – Entidad relación en Power BI

Sprint III. Explotación de la información consta de: La generación de Tableros de control, el cual contiene los indicadores implementados. También se desarrollaron los reportes de venta por cada sucursal, estos reportes son utilizados por los encargados de cada sucursal para supervisar las ventas y el cumplimiento de metas mensuales.

Se aplicaron las reglas de seguridad, para el acceso a la plataforma, según el perfil y los privilegios que tenga cada usuario.

Entregables:

- Desarrollo de Dashboard gerencial
- Desarrollo de reporte de ventas
- Visualizaciones de Dashboard y reportes en plataforma.
- Pruebas

Para el Dashboard Gerencial se agregó un filtro de fechas y agentes de ventas lo cual despliega la información de la venta de ese agente, así como el detalle de los productos y clientes en unidades, venta y utilidad con un indicador que muestra si está cumpliendo con los objetivos manejados por la empresa, como se muestra en la figura 3.

También se realizaron las pruebas en dispositivos móviles con sistema operativo Android, figura 4.

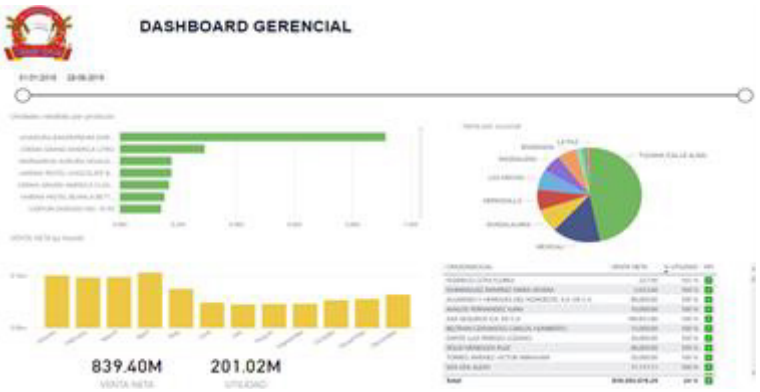


Figura 3 – Diseño de Dashboard Gerencial

Figura 4 – Dispositivo Móvil

8. Conclusiones

Con la etapa de desarrollo terminada, se ha aprovechado la herramienta de Microsoft Power BI para la elaboración del Dashboard y la explotación de la información, aumentando el porcentaje de análisis de los datos y el apoyo a la toma de decisiones. Además, se ha mostrado un mejor acceso a la información ya sea por correo o en los dispositivos móviles de los usuarios.

No obstante, se buscó disponer de forma atractiva visualmente e interactiva la información, así como facilitar la comprensión de la misma. Actualmente la empresa invierte entre 3 a 4 días en la elaboración de informes y graficas que viene siendo a ser el 50% del tiempo laboral que emplean. Se pretende que con la implementación del Dashboard se reduzca el tiempo a 4 horas las cuales están empleadas al análisis de la información solamente.

Una vez implementada la solución se va eliminar por complemento la dependencia que se tiene con el personal de ventas y los reportes mismo del sistema transaccional,

se liberarían licencias de acceso al sistema transaccional que solo son utilizadas para reportear directamente desde el sistema reduciendo los accesos a personal que solo reportea y teniendo esas licencias disponibles para usuarios operativos como facturación y compras de las diferentes sucursales.

Cabe resaltar que la solución es escalable, por lo cual en un futuro permitirá la adecuación e implementación de otros departamentos de la empresa.

Referencias

Barcos, e. (2016). Las mejores herramientas de Business Intelligence. Recuperado de We are marketing: https://www.wearemarketing.com/blog/yo-no-soy-tonto-o-las-mejores-herramientas-de-business-intelligence.

Cohen, d., & Asin, e. (2009). Tecnologías de información en los negocios. México: mc Graw Hill quinta edición.

Combarsi, j. (2011). Sistemas de información en la empresa. Barcelona, España: UOC.

Dell (2017). Servicios de implementación. Recuperado de Dell: http://www.dell.com/learn/es/es/esbsdt1/by-service-type-deployment.

Espinosa (2016. Indicadores de gestión: ¿Qué es un KPI?. Recuperado de Roberto Espinosa Welcome to the new marketing : https://robertoespinosa.es/2016/09/08/indicadores-de-gestion-que-es-kpi/

Lapiedra, r., Devece, c., & Guiral, j. (2011). Introducción a la Gestión de sistemas de información en la empresa. Recuperado de: www.sapientia.uji.es.

Laudon, k. & Laudon, j. (2012) sistemas de información gerencial. México: Pearson educación decimosegunda edición.

Lombana, j., & rosas, s. (2011). Negocios internacionales fundamentos y estrategias. Barranquilla Colombia: ECOE ediciones.

Microsoft docs (2008). Información general de SQL server. Recuperado de Microsoft docs: https://technet.microsoft.com/es-es/library/ms166352(v=sql.90).aspx.

Tristán Elósegui (2014). ¿Qué es un Dashboard y para qué sirve? Recuperado de Tristán Elósegui: https://tristanelosegui.com/2014/10/27/que-es-y-para-que-sirve-un-dashboard/

Oracle (2017). Que es inteligencia de negocios. Recuperado de: http://www.oracle.com/ocom/groups/public/@otn/documents/webcontent/317529_esa.pdf.

Project Management (2018). ¿Qué es un SCRUM Características y ventajas? Recuperado de: https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/metodologia-agile/que-es-un-scrum-caracteristicas-y-ventajas

Proyectos agiles (2018). Qué es SCRUM. Recuperado de: https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/

Torres, k., & lamenta, p. (2015). La Gestión del conocimiento y los sistemas de información en las organizaciones. Negotium, 32, 13.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/09/2020
Aceitação/Acceptance: 10/11/2020

El Impacto de Inteligencia de negocios en las Redes Sociales

Donald Córdova[1,2], Jeniffer Domínguez[1,2], Jefferson Moreira[1,2], Shirley Suárez[1,2], Teresa Guarda[1,2], Lidice Haz[1,2], Ivan Coronel[1,2]

donald.cordovagarcia@upse.edu.ec; jeniffer.dominguezsuarez@upse.edu.ec; jefferson.moreiraplua@upse.edu.ec; shirley.suarezmartinez@upse.edu.ec; tguarda@gmail.com; victoria.haz@hotmail.com; icoronel@upse.edu.ec

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.

[2] CIST – Centro de Investigación en Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador

Pages: 113-125

Resumen: Debido a los grandes avances de tecnología, que se han producido, las empresas se han visto en la obligación de cambiar sus estrategias de hacer negocios y sus ideas de marketing para ser más agresivas con la competencia. En este artículo se discutirá por qué se debe hacer uso de la inteligencia de negocios en unión con las redes sociales más utilizadas a nivel mundial, enfocándonos de manera más profunda en el área de gestión del cliente y el enfoque organizacional aplicado en la atención al cliente, las corporaciones utilizan redes sociales o Social CRM logrando el objetivo de mejorar los tiempos de respuesta, resultados, creando un mayor mercado de competitividad en las empresas. Se comprobó que la inteligencia de negocios abarca más cosas que el simple uso de un software, es un enfoque que la organización de la empresa debe asumir con el fin de disponer de esta información a tiempo y oportunas tomas de decisiones.

Palabras-clave: Inteligencia de negocios; Redes sociales; CRM; Social CRM; Gestión del cliente.

The impact of Business Intelligence in the social network

Abstract: Due to the great advances in technology that have occurred, companies have been forced to change their business strategies and their marketing ideas to be more aggressive with the competition. This article will discuss why we should make use of business intelligence with the most used social networks on the world, focusing more deeply on the area of customer management and the organizational approach applied to customer service, Corporations use social networks or Social CRM accomplished the objective of improving response times, results, creating a greater competitive market between companies. It was proven that business intelligence involves more things than the simple use of software, it is an approach that the organization of the company must take in order to have this information on time and make timely decision-making.

Keywords: Business Intelligence; Social Network; CRM; Social CRM; Client Management.

1. Introducción

En la actualidad el uso de las redes sociales se convierte en grandes protagonistas de la sociedad digital, la importancia que van adquiriendo en poco tiempo generan nuevas oportunidades laborales que se transformen en un futuro en complejos grupos sociales (grupos de comercio, grupos de intercambio, intercambio de servicios entre otros). A medida que el tiempo transcurre las empresas desarrolladoras de software emprenden sus propias redes sociales, considerando la finalidad de diferenciarse de la competencia y proporcionar una mejora o valor agregado a sus clientes (Galeano, 2020).

Además, la participación de los usuarios cumple un rol importante dentro de las respectivas instituciones, la aparición de estas redes ha originado el llamado marketing viral. Se conoce actualmente que el marketing utiliza datos procedentes de medios como correos electrónicos, blogs, vlogs, de las redes sociales, aplicaciones móviles entre otros, con el objetivo de mejorar económicamente la posición de las empresas en el mercado (Galeano, 2020).

A través de distintos medios de comunicación se puede obtener información relevante para el usuario donde le ayude a la toma de decisiones y valoración de sus productos. El tipo de marketing viral tiene ventajas con respecto a su bajo costo en diferencia al costo habitual. Los usuarios que pertenecen a estas redes asisten de manera continua con la finalidad de resolver las problemáticas que surgen con relación al uso de productos o servicios. Al encontrar las redes sociales más usadas se logrará un análisis de la información que se disponga (Galeano, 2020).

El estudio de la empresa Hootsuite en conjunto con We are social provee información de las redes sociales más utilizadas y concurrentes a nivel mundial. La siguiente gráfica muestra que en el año 2019 siendo una de las redes más posesionadas Facebook ocupa el primer lugar al contar con 2.271 millones de usuarios. Actualmente sigue liderando con 2.449 millones de usuarios alcanzando un porcentaje mayor al año anterior seguido por YouTube que cuenta con 2.000 millones de usuarios (Kemp, 2020).

El uso de las redes sociales en las pequeñas y medianas organizaciones tienden a facilitar la comunicación que existe de forma directa entre empresas y clientes, además el gran alcance que ha tenido a medida del avance de la tecnología a resultado esencial para llegar a estudiar nuevas formas de llegar al usuario con el único objetivo de conseguir grandes beneficios para las empresas (Tipan, 2020).

La comunicación que se realiza a través de las redes sociales es muy sencilla, efectiva y rápida, llegando a tener un gran alcance las cuales ayudan a resolver las dudas que se presenten en los clientes atrayendo su atención de ellos mismos hacia la empresa. Es muy probable que los clientes aumenten debido a estas ventajas, las redes sociales han sido una gran novedad, desde el punto de darse a conocer hasta llegar a obtener datos reales del sector al que se dirigen (Alvarado, Janik, Chávez, & Carretero, 2020).

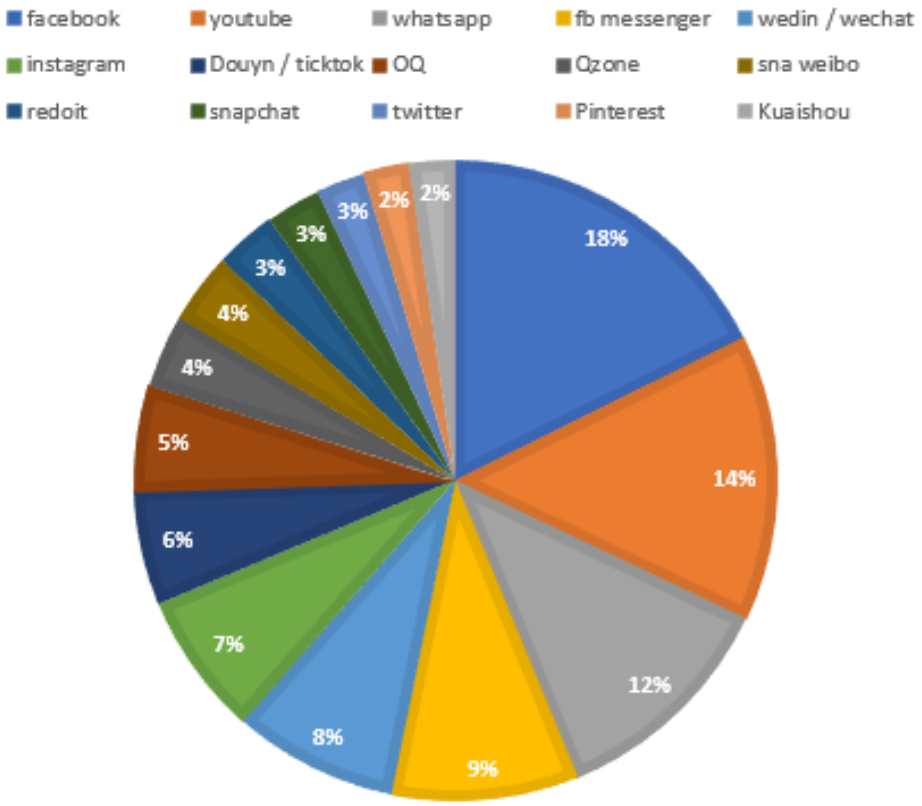


Figure 1 – Ranking de redes sociales más utilizadas (Fuente: (Kemp, 2020)).

De este modo para analizar de forma detallada, se incluye las siguientes secciones tales como inteligencia de negocios seguido de su conceptualización, así mismo su ventaja competitiva en el ámbito empresarial, además del ciclo que lo compone y sus respectivos roles. Por otra parte, se menciona la inteligencia de negocios basado en las tendencias de las redes sociales, en este documento también se incluye conceptos de Customer Relationship Management (CRM), a su vez se indica la evolución del mismo en tiempos actuales, de la misma manera se incluye un análisis comparativo por algunos autores y las herramientas mas útiles de este método finalmente se manifiesta brevemente el tema de redes sociales y su vinculación con el social CRM.

2. Inteligencia de negocios

Bussiness Intelligence fue introducido en el año de 1989 por Howard Dresner, quien popularizó el acrónimo de BI definiéndolo que es un conjunto de métodos que ayudaran al usuario a tomar decisiones, usando sistemas de soporte (Cevallos & Vera, 2020).

Con el pasar el tiempo Inteligencia de Negocio ha ido cambiando, pero ninguna de ellas tiene una definición precisa, a continuación, se mencionará algunos conceptos con respecto a ello: Uno de los conceptos se refiere que Bussiness Intelligence es al proceso de convertir datos en conocimientos y a su vez estos en acciones, teniendo una gran ventaja en el ámbito competitivo del respectivo negocio, otro de los conceptos indica que Inteligencia de Negocio o también conocido como Bussiness Intelligence es el conjunto de metodologías, prácticas y administración de diversa información que más adelante permitiría tomar decisiones (Delgado, 2020).

Además, indica Muñoz Hernández, que los recursos administrativos tantos actuales y modernos aprovechan de toda la información que poseen cada uno de los usuarios, teniendo la unica finalidad de poder lograr una ventaja competitiva dentro del mercado (Hernández, Mass, & Pérez, 2016). Otra definición que se considera es que Venegas Lago indica que mediante la inteligencia de Negocio se logra unir el mundo de los datos y del negocio, permitiendo a los empresarios poder analizar cada uno de los datos de una manera rápida, esto haria que cada esos datos se cruzen en distintos procesos, evitando que estos procesos esten incompletos (Lago, 2013).

Según González menciona que Hans Peter Luhn se refiere que la inteligencia de negocios son habilidades de aprendizaje de las interrelaciones, de esta manera las acciones que se generen cumplan con el objetivo propuesto (González Varona JM, 2019), a su vez Galvis Lista describe que Inteligencia de Negocio es considerado como un grupo de técnicas, conceptos y métodos que permiten que permiten analizar datos históricos y actuales que permitan tomar una decisión mediante reportes, considerando cada uno de los obejtivos del proyecto (Martínez, Lista, Zabala, Avendaño, & Fawcett, 2011).

La Inteligencia de Negocio indica que se puede transformar datos en información, considerando que existen herramientas que pueden ayudar de una manera favorable a los usuarios, considerando que puede ser un factor estratégico de una empresa, debido que crearia una ventaja competitiva (Hidalgo, Pinto, & Ramírez, 2020). A si mismo existen sistemas que podrian generar reportes e informes que facilitarian a cada miembro del establecimiento poder analizar cada uno de los resultados, apoyando al gerente/dueño del negocio a tomar una decisión, que mas adelante le podria llevarle al éxito.

2.1. Inteligencia de negocios como ventaja competitiva

Se ha observado y se considera que el término de Inteligencia en las organizaciones mediante sus procesos se convierte en información primordial de manera que en diferentes áreas aquellas les resultan muy útil en su función, tiene como objetivo principal permitir a la empresa que se proporcione información para así desarrollar cada una de sus actividades y disminuir la incertidumbre en la responsabilidad a la hora de tomar decisiones, esto también ayuda a la formación y experiencia del responsable. Es importante mencionar que los beneficios que traen consigo la inteligencia de negocios impulsa a las organizaciones al mercado en aumentar su valor dentro el mismo, existen estrategias de precios y diferentes análisis que ayudan a estos clientes de cierta forma en crear un mayor potencial a la toma de decisiones adecuadas (Bravo, Rincón, & Marín, 2019).

Para los establecimientos la ventaja competitiva tiene una serie de beneficios que posteriormente son nombrados como: tangibles, intangibles y estratégicos, siendo

uno de los componentes que además de aportar como ventaja seria aquel que ayudará a dichos negocios/empresas a tomar las mejores decisiones. Se considera que los beneficios tangibles son aquellos que nos permite observar de una manera clara y precisa la redución de costos y de tiempos, beneficiando de cierta manera al gerente de la empresa, debido que aumentaria los ingresos y se disminuiria los gastos, a su vez los beneficios intangibles seria aquella disposición que mejoria la perspectiva del establecimeinto tomado las mejores decisiones para poder satisfacer a los clientes, mediante esta ventaja anterior mencionada permite mejorar el análisis de datos y asi poder controlar la respectiva información, finalmente los beneficios estratégicos son aquellos que incentivan a las demás empresas hacia que mercado deben dirigirse para asi poder aumentar el valor de ese mercado, teniendo la posibilidad y habilidad de analizar cada una de las estrategias identificando quien es el cliente que tiene un mayor potencial en este ámbito (Bravo, Rincón, & Marín, 2019).

2.2. Ciclo de inteligencia de Negocios

La inteligencia de negocio dentro del ámbito empresarial cumple un papel muy importante debido que analizan cada uno de los problemas, definiendo principales objetivos que facilitan tomar decisiones que más adelante se verán reflejados los mismos, fundamentando en tres aspectos diferentes: tomar decisiones rápidas, convertir datos en información útil y ser un método razonable para los distintos departamentos de la empresa (Arce, 2019).

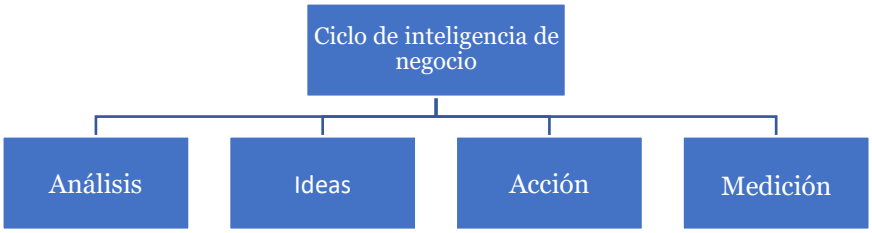


Figure 2 – Ciclo de Inteligencia de Negocio (Fuente: (Arce, 2019)).

El ciclo de inteligencia de negocio se compone por cuatro etapas: análisis, ideas, acción y medición como lo indica la Fig. 2. Cada fase cumple un rol importante, se empieza el proceso por el análisis, el mismo que estudia cómo es la situación del establecimiento o negocio, este proceso es primordial debido que ayudara al jefe o gerente de la empresa a tomar decisiones, a continuación las ideas, fase que describe el proceso que permite realizar el análisis del negocio que se ha establecido con anterioridad, indicando información relevante al encargado de la empresa, consecutivamente la acción se refiere directamente a la toma de decisiones, basándose en una decisión fundamentada, mediante los respectivos análisis ya estipulados y finalmente medición que mediante la generación de informes, se puede realizar controles de los resultados que se han generado permitiendo una mejora en los distintos negocios (Arce, 2019).

3. Inteligencia de Negocios basado en tendencias de las redes sociales

Actualmente, las empresas deben tomar decisiones a causa de cualquier problema que se presente, para la mejora de esta, desde la valoración hasta la evaluación, aplicando políticas, decisiones y sanciones. Es por esto que los clientes en las redes sociales juegan un rol muy importante, debido a que en estos tiempos el foco de toda la vida social se halla en las redes, convirtiéndose así para las empresas un capital social. Gracias a la magia de la inteligencia artificial y a la ayuda de bots que ayudan a recaudar información de búsqueda de lo que los clientes necesitan, se hace una extracción de datos de las redes sociales tanto como son Facebook, Instagram, Twitter, entre otros. Gracias a la formación de las redes sociales una vez recopilado todos estos datos con éxito se procede a registrar los mismos (Nasution & Noah, 2019).

Esto permite explotar un nuevo mercado muy poco explorado, con ayuda de minería de datos, permitiendo crear una estrategia para lograr un objetivo, para así tener información útil para la toma de decisiones. De manera general, los métodos para extraer los datos dependen de dos métodos: La fuente de información como el Corpus D que consiste en la recolección de información en forma documentada, haciéndolo en una forma semiestructurada en Bases de Datos en línea como DBLP y la otra pieza clave son las fuentes de información que se recopilan a través de la Web, las cuales contienen datos no estructurados con cambios en el contenido. Toda la información que se indexa formalmente sigue siendo parte del Big Data, el desafío de la extracción de la información en las redes sociales no solo está relacionado con las fuentes de información, sino también con los logros limitados, es decir tener acceso a esta información (Nasution & Noah, 2019).

Además, es necesario mencionar que las tendencias del BI conllevan analizar una serie de elementos, donde las empresas han dado un giro hacia ellas. La necesidad de crear competencia para poder ofrecer servicios novedosos que pueden sobresalir y superar competencias en el mercado satisfaciendo las necesidades que tienen día a día los distintos usuarios, pero para conseguir este objetivo, es importante hacer uso de los datos teniendo la posibilidad de ser procesados y puedan ser convertidos en información (Rodríguez, 2017).

4. Customer Relationship Management (CRM)

La definición del término CRM abarca con el tiempo un gran cambio en su conceptualización como “automación de las fuerzas de ventas” a una reciente concepción refiriéndose a plataformas de desarrollo de negocios. CRM tiene como objetivo reforzar tres pilares principales como lo es la clave del éxito en la mayoría de las empresas que existen en el mercado además de los componentes de ventas, marketing y servicios al reunir estos se convierten en un conjunto de herramientas de software, otro de los objetivos es incrementar la fidelidad de los clientes e involucrarlos en lo que realiza dentro de las empresas (Soler, 2020).

El CRM mejora las capacidades de un establecimiento creando estrategias que beneficiaran al negocio, debido que se buscara opciones para poder obtener y retener

un cliente a largo plazo, en este proceso se realiza un análisis, estudio de un producto teniendo la finalidad de poder adquirir las estrategias respectivas para tener una alta demanda de los mismos. Este tipo de proceso se realiza mediante una investigación que será evaluada por la calidad de servicio, es por esta razón que se de debe plantear cual es el objetivo principal antes de llevar a cabo una estrategia, considerando que esta será aquella que llevará al éxito un negocio (Sánchez, Andrade, Álvarez, & Quezad, 2020).

4.1. Evolución de los sistemas CRM

La evolución de los sistemas CRM aporta de cierta manera a una estrategia relacional donde las plataformas tecnológicas han atribuido al explorar toda la información derivada de la empresa y del cliente. Esta a su vez se ha convertido en una poderosa herramienta y ventaja competitiva donde el único objetivo es reducir el riesgo relacionado a la toma de decisiones. En otro sentido las soluciones del CRM evolucionan al incorporar toda la información disponible en redes sociales. En los últimos años se ha expandido las ofertas y aplicaciones de SCRM, además estos se relacionan con las plataformas 2.0 conocido también como social commerce, por lo que son frutos de la combinación de los medios sociales y comercio electrónico (Castelló, 2019).

La ilustración de esta compra social sigue siendo la de las plataformas 2.0 escuchando a los usuarios se consigue generar la intercomunicación por parte de los mismos, fortaleciendo el lazo con el consumidor y de esta forma se genera una oportunidad de negocio y la confianza del cliente. Teniendo en cuenta que los usuarios de redes sociales son más activos en el internet realizando frecuentemente las compras online, que los que no son usuarios. En estos entornos colaborativos la conversación y recomendación entre los usuarios son los puntos fuertes para realizar las ventas de manera online como para comparar los precios, dialogar del uso, resolviendo cualquier duda del cliente antes, durante y después de la compra (Castelló, 2019).

Para llegar a comprender el método de evolución y adaptación que ha tenido el uso del CRM como una alternativa de herramienta clave de administración empresarial, es importante y necesario valorizar su evolución histórica. Los primeros inicios del CRM aparecen en los 1970, tratando de ser considerada como una solución para llegar a gestionar y optimizar las ventas de la organización. Desde entonces este planteo de solución tecnológica como lo es CRM ha evolucionado hasta llegar a conseguir una amplia gestión de conocimiento del cliente aportando un comportamiento ordenado a nivel organizacional (Navarro, Badenes, & Gómez, 2019).

CRM sin duda alguna es una solución que no solo ayuda a que el cliente tenga mejor conocimiento de su empresa, también interviene el termino de desarrollo marketing relacional donde el único objetivo es darle una orientación hacia el cliente como foco de atención fundamental y principal. Finalmente se llega a establecer que el uso del CRM es una base para la organización donde este modelo de gestión obtenga todo lo relacionado con los beneficios para las empresas mismas (Navarro, Badenes, & Gómez, 2019).

4.2. Análisis comparativo entre el CRM y el Social CRM

Actualmente el Social CRM es una combinación de las redes sociales con los CRM, este concepto data de la web 2.0, cuando entro en auge la web social. Las soluciones de

Social CRM han tomado mayor fuerza en la web 3.0 que abarca desde el 2007 aportando una nueva calidad, interacción más fuerte y directa hacia los clientes individuales. Por definición el Social CRM hace uso de las redes sociales en relación de los clientes con las empresas. La infraestructura del Social CRM se basa en el monitoreo de redes sociales y un sistema de gestión el cual sirve para planificar, coordinar y publicar los datos de manera pública, esto permite hacer consultas al personal del departamento de atención al cliente. Este medio utiliza funciones analíticas que ofrecen las redes sociales individuales (Facebook, Twitter, Instagram, etc.). Este método permite obtener información más detallada, encaminando hacia un mercado de clientes online, como ejemplo la tienda online de Facebook. Esto apoya las actividades de gestión de clientes potenciales aumentando el conocimiento del cliente (Alt & Reinhold, 2019).

El análisis corresponde al ámbito general del desarrollo y funcionamiento de una empresa donde las piezas claves en ambos términos son los clientes y las redes sociales, en los cuales la participación de las empresas enfoca esfuerzos donde el único objetivo será de conservar las relaciones con clientes existentes a través de los medios sociales o plataformas que actualmente se consideran herramientas para la administración y éxito de un negocio como lo indica la Fig.3.

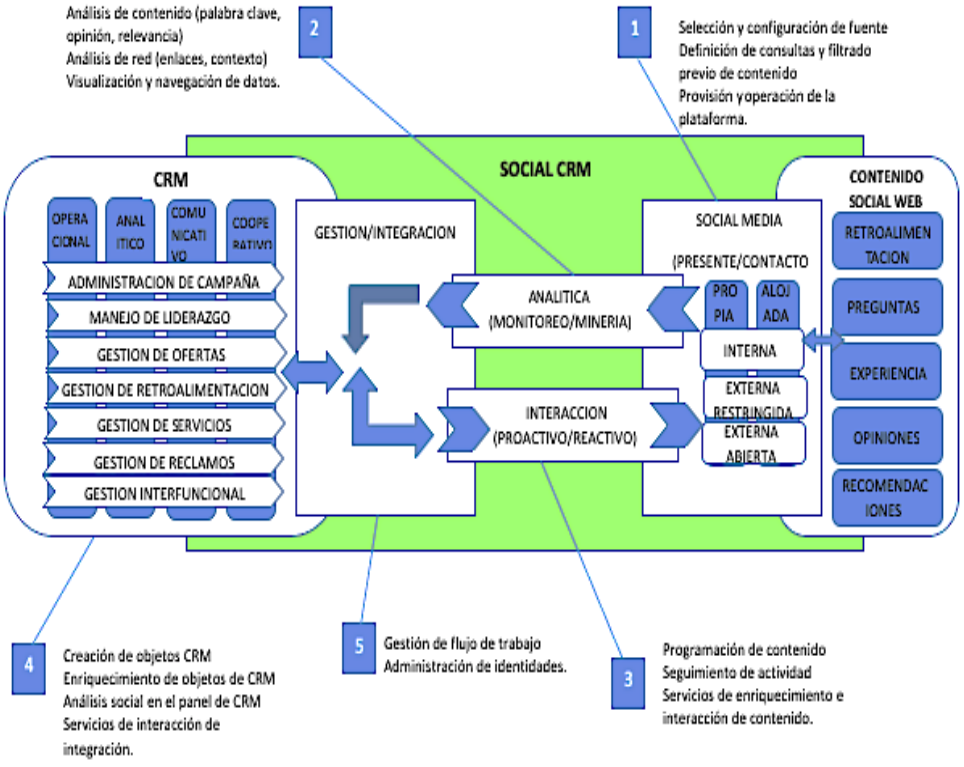


Figura 3 – Diagrama Social CRM (Fuente: Adaptado (Alt & Reinhold, 2019)).

Sin embargo, Araceli Castelló Martínez manifiesta que el uso de estos términos tiene otra perspectiva donde el social CRM desarrolla una ventaja competitiva y en colaboración con el consumidor tiene un gran valor en su totalidad además nos indica que el CRM tradicional es el cliente quien da el primer paso, creando contenidos y generando un valor significativo para la organización (Martínez, 2017).

Otro concepto que se puede destacar que según indica Greenberg que el social CRM es una filosofía y además de ser una estrategia que ayuda de cierta manera a los negocios teniendo una plataforma de tecnológica que está diseñada para poder conectar a distintos usuarios mediante diversas conversaciones que ayudaran a tener un beneficio para los diversos establecimientos. Esto indica que no se trata de querer reemplazar al sistema de CRM clásico si no de poder incluir dentro de ellas las redes sociales generando una nueva tendencia con respecto a ello, es decir, poder involucrar de cierta manera tanto a los clientes como los distintos establecimientos empresariales, ayudándolos a tener una marca que los represente y se sientan identificados (Martínez, 2017).

Además, la comparativa que se realiza en el presente artículo rige desde un previo análisis por varios autores donde se presenta la relación existente en ambos términos, al hablar del social CRM se refiere a la actualidad en el que varias empresas optan por este gran método de gestión y organización empresarial que en distintas palabras es el crecimiento de un CRM tradicional.

4.3. Herramientas del CRM más útiles

Algo principal y fundamental que sirve de mucho en varias empresas, es un buen manejo de sistema de CRM, los cuales de manera alguna ayuda a la gestión, monitorización de la información y datos que se manejen en la organización. A su vez contribuyen a las relaciones con los clientes gestionando los canales, hasta departamentos específicos como marketing, ventas o servicio técnico así lo describe el Instituto Superior para el Desarrollo de Internet (ISDI) que es una institución creada por sobresalientes profesionales de Internet que tienen el objetivo de apresurar el cambio hacia un nuevo modelo económico más competitivo y eficiente. Estos son considerados los mejores CRM para empresas y algunas de las funciones de sí mismos según publicado por el instituto en primer lugar esta Salesforce siendo un CRM que permite obtener lo máximo en comunicación, donde todo el equipo de la empresa podrá acceder a los datos corporativos necesarios para la gestión desde cualquier dispositivo, además tiene la oportunidad de generar reportes de sucesos importantes y personalizados, con un seguimiento total del evento ingresado o los contactos registrados en él (ISDI, 2019).

Cabe destacar que base es otro de los CRM que tiene a disposición grandes herramientas con la ventaja de ayudar a completar las tareas que se tengan por realizar, una de las características que lo describen de mejor forma es que es totalmente configurable, cuenta con registros automáticos de las llamadas desde el sistema. Netsuite es el único CRM que ofrece una visión 360 grados de los clientes, sobresale en la gestión de relación de clientes, teniendo también todos los datos de forma accesible para que la organización disponga de ella cuando la necesite. Suma CRM es uno de los más conocidos por la facilidad de su uso y con un precio asumible para el cliente que lo adquiera, tiene una clara orientación a venta de la empresa, es muy mencionado por su crecimiento

durante estos años y reconocido por su popularidad entre Pymes y startups, además de innovadora estrategia de contenidos siendo la diferencia en otros CRM (ISDI, 2019).

5. Redes sociales y su vinculación con el social CRM

Desde el inicio de la innovación en el conocimiento en las redes sociales abarca la importancia en el manejo de ellas o en su uso para estrategias con la finalidad de que intervengan principalmente en los ámbitos empresariales, la vinculación que existe con el Social CRM es nada más y menos incluir los procesos, sistemas, tecnologías con la gestión de los medios sociales con el propósito de mejorar y potenciar la relación con los clientes, atrayéndolos a través de la participación de la empresa (Lara, 2018).

Existen informes de analistas que afirman que el impacto del social CRM en el mundo de las redes sociales a tenido una gran interacción con los usuarios donde exclusivamente interactúan directamente con diferentes plataformas como lo son Facebook, WhatsApp, e Instagram para que estas puedan contribuir a la toma de decisiones de muchas organizaciones aumentando sus iniciativas e innovación (Lara, 2018).

Varias de las empresas al tomar esta estrategia de nombres Social CRM en diferentes áreas tienen los siguientes beneficios, como desde disponer a sus clientes una visión completa para darle más valor o mejorar el feedback de los usuarios en los diferentes canales sociales, siendo eficientes en los procesos internos comerciales, de manera que se consiga que los clientes compartan mensajes corporativos en las distintas y principales redes sociales (Lara, 2018).

El social CRM es un concepto donde su interpretación apoya a la revitalización y mantenimiento de las relaciones con los clientes, de manera que pueda lograr un enfoque estratégico en direccionamiento al usuario, es por eso que la relación que existe con los clientes, de cierta forma no está controlada por la empresa sino que se construye a medida con las interacciones que realiza la organización, esta estrategia proporciona un valor relevante y grandes beneficios para un ambiente de negocios confiable y transparente (Bohorquez, Huaynate, & Mendez, 2018).

6. Conclusiones

En relación a lo antes expuesto en este trabajo se concluye que las tendencias que actualmente aportan al desarrollo de las empresas o llegan a incursionar a este plan estratégico llamado social CRM y así puedan tener una mejora en la relación que existen con la inteligencia de negocios y herramientas que aportan dentro de ellas y tengan un grado de aceptación por los usuarios.

De este modo se menciona que dentro de las empresas se incluyen cambios y necesidades, las cuales tienen la finalidad de aportar en un futuro estas relaciones que ayudarán a la usabilidad y éxito de funciones internas y externas de estas entidades involucrando a las tendencias de redes sociales que según estudios han permito alcanzar gran rentabilidades y posición en diferentes negocios.

Se considera que dentro de las empresas/negocio existe un plan estratégico que puede ayudar a solucionar problemas que más adelante se puede ir dando en el ámbito empresarial o de un negocio, debido que se podrán realizar técnicas que ayudaran a tener éxito dentro del mismo, pero al llevar este proceso dentro de los establecimientos no es nada fácil debido que se debe considerar dichas estrategias que se han propuesto.

Cabe resaltar que aun cuando la pequeña o mediana empresa, utilice esta estrategia de negocio, no se garantiza que de inmediato, mejore su nivel de clientes, ya que para que esto suceda, se necesita constancia y estar a la par con las necesidades de los clientes, hacer encuestas para resaltar las necesidades del cliente y ahondar en lo que desean los mismos. Al igual que se necesita de la aceptación de los clientes involucrados en el proceso, de igual forma se debe mejorar las áreas de social marketing, soporte y servicio al cliente, para dar más confort y comodidades a los usuarios.

El uso de los sistemas de inteligencia de negocios de manera principal abarca un campo amplio, el cual se relaciona a las tecnologías de información, donde la principal función se justifica en la recolección, procesamiento y presentación de información de forma eficaz y sencilla, teniendo la facilidad para la administración de toma de decisiones basadas en argumentos válidos, además los cuales permitirán el cumplimiento de objetivos apoyando a la competitividad de la organización. A este gran aporte se debe aumentar que tendrán capacidad de mostrar información en formatos prácticos y que se encuentren disponibles destinados para quienes lo lleguen a utilizar, minimizando tiempos, considerando también que se obtendrá la optimización de procesos incorporando mecanismos competentes para llegar a una distribución de información exitosa y ágil (Meraz, 2018).

Referencias

Alt, R., & Reinhold, O. (2019). Social CRM: Challenges and Perspectives. SpringerLink, 30-36.

Alvarado, S., Janik, A., Chávez, S., & Carretero, A. (2020). Uso de las redes sociales en la comunicación organizacional. Línea de investigación: Identidad y cultura corporativa, 6-7.

Arce, M. L. (2019). Solución basada en inteligencia de negocios para apoyar a la toma de decisiones en el área de ventas de una empresa comercial de la ciudad de Chiclayo. 31.

Bohorquez, V., Huaynate, E., & Mendez, C. (2018). Uso de CRM Social para mejorar Campañas de Marketing Dirigido en Sector Minorista.

Bravo, J. D., Rincón, C. M., & Marín, D. L. (2019). Repositorio Uniagustiniana. Evolución del concepto, importancia y beneficios para las pequeñas y medianas empresas (estado del arte). Obtenido de http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/925/PaezBravo-JuanDavid-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castelló, M. A. (2019). La orientación empresarial hacia el cliente en plataformas 2.0. Revista Digital de Marketing Aplicado , 26-28.

Cevallos, J., & Vera, H. (2020). Inteligencia de negocios de nueva generación en manufactura. Polo del Conocimiento, 297-298.

Delgado, L. B. (2020). Solución de inteligencia de negocios para el análisis de datos en el ERP Business. TEC, 239.

Galeano, S. (03 de Febrero de 2020). M4rketing Ecommerce. Obtenido de marketing4ecommerce.net: https://marketing4ecommerce.net/cuales-redes-sociales-con-mas-usuarios-mundo-2019-top/

González-Varona JM, L.-P. A. (2019). Aplicabilidad de los Modelos de Madurez de Business Intelligence a PYMES. Revista Dirección y organización, 15.

Hernández, M., Mass, O., & Pérez, Z. (2016). Inteligencia de los negocios. Clío América, 194-211. Obtenido de Clave del éxito en la era de la información.

Hidalgo, J. O., Pinto, R. V., & Ramírez, J. D. (2020). Elementos de Inteligencia de Negocios para el Apoyo de Toma de Decisiones . RISTI, 15.

ISDI. (2019). Obtenido de Instituto Superior para el Desarrollo de Internet: https://www.isdi.education/es/isdigital-now/7-mejores-crm-momento

Juan José Camargo Vega, L. J. (2016). La inteligencia de negocios como una herramienta en la gestión académica. Revista udistrial, 120.

Kemp, S. (30 de 01 de 2020). We Are Social. Obtenido de We Are Social: https://wearesocial.com/blog/2020/01/digital-2020-3-8-billion-people-use-social-media

Lago, V. (2013). Sistema de Inteligencia de Negocios para Acueducto y Alcantarillado. Ingeniería UC , 25-34 .

Lara, J. S. (2018). OA.UPM. Obtenido de http://oa.upm.es/32753/1/memoria.pdf

Martínez, B., Lista, G., Zabala, G., Avendaño, G., & Fawcett, B. (2011). Soluciones de inteligencia de negocios en la práctica: apoyo a la toma de decisiones en proyectos educativos para población infantil vulnerable en el caribe Colombiano. UIS Ingenierías, 123-135.

Meraz, S. A. (2018). Inteligencia de negocios como generador de conocimiento para la competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas. La revista científica estudiantil del ismm, 12-15.

Nasution, M. K., & Noah, S. A. (2019). Social network extraction based on Web: 4. A framework. Ion Science, 1-3.

Navarro, V. G., Badenes, R. O., & Gomez, H. G. (2019). Análisis de la relación entre el grado de introdución del crm y los beneficios de la empresa a través del desempeño organizacional y la innovación empresarial. Investigación y pensamiento crítico, 4-5.

Peña, N. N., Sánchez, E. S., & Placeres, A. B. (2020). Diseño de un sistema informatizado basado en inteligencia de negocios en el astillero Mariel. SCIELO, 9.

Rodríguez, C. I. (2017). Tendencias en Business Intelligence del Big Data al Social Intelligence. Revista Tecnológica, 58.

Sánchez, A. T., Andrade, J. O., Álvarez, J. E., & Quezad, V. F. (2020). Modelo de gestión Customer Relationship Management (CRM) para empresas de transporte en el Ecuador. Digital Publisher CEIT, 16.

Soler, V. G. (2020). Análisis de la relación entre el grado de introducción de crm y los beneficios de la empresa a través del desempeño organizacional y la innovación empresarial. 3C Empresa Investigación y pensamiento crítico, 130.

Tipan, A. S. (2020). Estudio del uso de las redes sociales como estrategia de marketing.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 05/10/2020
Aceitação/Acceptance: 07/12/2020

Análisis del Estado Actual de Procesamiento de Lenguaje Natural

Dorys Moreira[1,2], Ivan Cruz[1,2], Karolina Gonzalez[1,2], Andrea Quirumbay[1,2], Christian Magallan[1,2], Teresa Guarda[1,2], Alicia Andrade[1,2], Carlos Castillo[1,2]

dorys.moreiraramos@upse.edu.ec; ivan.cruzvera@upse.edu.ec; karolina.gonzalezramos@upse.edu.ec; andrea.quirumbaysuarez@upse.edu.ec; christian.magallanmagallan@upse.edu.ec; tguarda@gmail.com; aandrade@upse.edu.ec; ccastilloy@upse.edu.ec

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.

[2] CIST – Centro de Investigación en Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador

Pages: 126-136

Resumen: El procesamiento del lenguaje natural (NLP) se muestra en distintas formas como la computación lingüística; la traducción automática de sistemas de búsqueda de información; automatización de síntesis; interfaces de lenguaje natural, ayudando así los sistemas a comprender el lenguaje natural de las personas. Recientemente este campo de investigación es muy activo. NLP se enfoca en inspeccionar modelos e interpretar los vínculos de texto para examinar de forma efectiva grandes volúmenes de datos. Una máquina para mostrar información a una persona, debe tener la habilidad de manejar el lenguaje humano, a través de procesos de elevado nivel de complejidad. El desarrollo de técnicas innovadoras, ha logrado creaciones grandiosas como Alexa, el asistente de voz de Amazon; el buscador de Google; el sistema de Spotify; y muchos otros, donde la eficacia de los sistemas NLP puede ser evaluada.

Palabras-clave: Proceso computacional; lenguaje natural; automatización.

Analysis of the Current State of Natural Language Processing

Abstract: Natural language processing (NLP) is shown in different ways such as linguistic computing; automatic translation of information search systems; synthesis automation; natural language interfaces, thus helping systems to understand people's natural language. Recently this field of research is very active. NLP focuses on inspecting models and interpreting text links to effectively examine large volumes of data. A machine to display information to a person must have the ability to handle human language, through processes of a high level of complexity. The development of innovative techniques has led to great creations such as Alexa, Amazon's voice assistant; the Google search engine; the Spotify system; and many others, where the effectiveness of NLP systems can be evaluated.

Keywords: Computational process; natural language; automation.

1. Introducción

En el área de lingüística computacional (LC) se integran diversas disciplinas: lingüística aplicada, informática e inteligencia artificial. La LC trata de interactuar entre el dialecto del ser humano y ordenadores, a esto se lo denomina procesamiento del lenguaje natural (NLP). La generación del lenguaje natural (GLN) es multidisciplinar, incorpora conocimientos que provienen de diversas áreas lingüísticas, psicología, ingeniería e informática; y su objetivo principal es investigar como poder realizar aplicaciones informáticas que sean capaz de generar los contenidos a aun nivel de comprensión que corresponde al lenguaje natural, que generen información bien estructurados y sean capaz de ser procesados o simplemente información común del lenguaje natura (Vicente, Barros, Peregrino, Agulló, & Lloret, 2015).

Los distintos campos de proceso de NLP involucran el restablecimiento y extracción de información; el análisis de sentimientos; el modo de investigación y consultas; la reproducción de síntesis automáticas; y la minería de datos (Hernández & Gómez, 2013).

El NLP es utilizado e implementado en distintas tareas y aplicaciones, también en circunstancias que necesitan recuperar información importante, minería de datos, traducción automática, sistemas de búsquedas de respuesta, entre otras más. Los programas o sistemas implementados que utilizan técnicas NLP para examinar documentos, son desarrollados en distintos lenguajes de programación y preparados para funcionar en una sola plataforma para ser compatibles. Este ambiente está en constante crecimiento ya sea implementando nuevos módulos o actualizándolos con la finalidad de satisfacer al usuario con resultados óptimos (Ramos & Vélez, 2016).

En el transcurso del tiempo se han manejado diversos métodos que proceden del NLP para incorporarlo en sistemas de recuperación o búsqueda de información, pero no han obtenido resultados eficaces, aunque existieron mejoras en la eficacia de los resultados logrados. El uso de herramientas NLP son eficientes (1 mil palabras por segundo) y robustas siendo capaces de analizar gran cantidad de gigabytes de texto en un tiempo razonable. Es de vital importancia apostar por el procesamiento inteligente del lenguaje natural ya que tramita acceso de grandes recolecciones de datos (Gamallo & García, 2000).

NLP presenta dos enfoques, el simbólico y lo estadístico. El enfoque simbólico se caracteriza por la elaboración de sistemas que son utilizados para almacenar específicamente los actos lingüísticos, por ejemplo: fonológicos/fonéticos, morfológicos, sintácticos, semánticos, pragmáticos o discursivos, que, mediante esquemas de representación del conocimiento, elaborados con la finalidad de manual (Periñán, 2012). La aplicación más obvia y probablemente más relevante en el instante actual, es la búsqueda de información, también llamada como recuperación de información (Gelbukh, 2002). El enfoque estadístico se caracteriza por la elaboración de los sistemas que no son utilizados para el almacenamiento del conocimiento lingüístico, o del mundo; empleando técnicas de tratamiento de información con la finalidad de sacar el potencial del conocimiento del mundo. Los procesos del lenguaje están basados en modelos formales del conocimiento lingüístico, entre los relevantes están: máquinas de estado, sistemas de reglas, lógica, o modelos probabilísticos. Actualmente se ha demostrado que no todos los sistemas NLP toleran adaptarse a teorías lingüísticas, ni si quiera los de procesamiento simbólico (Periñán, 2012).

El artículo se organiza de la manera siguiente, en la sección 2 se introducen algunos conceptos del procesamiento del lenguaje natural. En la sección 3 se concentra en el procesamiento computacional en el lenguaje natural la cual presenta subsecciones donde se encuentran ventajas, desventajas y sus aplicaciones. Por su vez, la sección 4 que se encargara de la problemática del NLP. La sección 5, se dedica a los modelos de procesamiento del lenguaje natural, mientras la sección 6 trata de la arquitectura del sistema NLP. Para finalizar, la sección 7 presenta las conclusiones finales.

2. Procesamiento del lenguaje natural

Lingüística computacional (LC) trata de lenguas naturales y ordenadores. Se puede definir como el estudio de sistemas computacionales utilizados para la compresión y evolución de lenguas naturales (Grishman, 1986). Es posible agrupar conjuntos de herramientas, aplicaciones, teorías, métodos y productos que consideran del dialecto humano como un objeto susceptible de ser tratado mediante procesos informáticos, la ayuda proporcionada por ordenadores a la investigación lingüística en áreas como la estilística, filosofía, estadística lingüística o lexicografía hasta sistemas capaces de automatizar una redacción de documento o de ofrecer servicios telefónicos sin tener de intermediario un operador humano (Moure & Llisterri, 1996).

El procesamiento del lenguaje natural consiste en la habilidad de una máquina para procesar información comunicada mediante el uso del lenguaje natural. Crean modelos computacionales del lenguaje suficientemente detallados que permitan escribir programas informativos que realicen distintas órdenes o peticiones donde interviene el lenguaje natural. Se podría decir que el NLP consiste en usar una expresión natural que pueda tener comunicación con la computadora directamente, por medio escrito o comando de voz, facilitando las órdenes o peticiones con el lenguaje, o seguir desarrollando modelos que ayuden a la comprensión humana y sus mecanismos que se relacionan al lenguaje (Gelbukh, Procesamiento de lenguaje natural y sus aplicaciones, 2010).

En el proceso de programas de ordenadores se simula la capacidad lingüística humana, siendo la lingüística computacional la ciencia que estudia el lenguaje de procesamiento natural (Sidorov, 2001). Esta definición permite distinguir LC-NLP de la inteligencia artificial y lingüística informática. Siendo Inteligencia Artificial (IA) la encargada de codificar en un programa facultades cognitivas como la toma decisiones, la adquisición de conocimientos experto, la inferencia, entre otros. La lingüística computacional es una parte integrante de inteligencia artificial, y en la definición de los lingüistas, se trata de un fragmento de la psicología por tratar una parte de las capacidades cognitivas por excelencia, el lenguaje (Sandoval, 1998).

La generación del lenguaje natural es el área de lingüística computacional que trata de desarrollar métodos automáticos para producir textos que expresan cierta información proporcionada non-lingüística (Striegnitz, 2001). Su función principal es investigar como poder elaborar aplicaciones en torno a la informática que generen por sí solas conteniendo legible de buena calidad en el dialecto humano, el proceso de transformar los datos de manera directa no se puede realizar, porque toman resultados referentes a varios aspectos, siendo un gran reto construir diseños capaces tomar todas las disposiciones de modo temporal y que genere textos ya sea escrito o por comando de

voz. El sistema GLN podría clasificarse en dos factores importante como el inicio del sistema y los objetivos que sigue (Sandoval, 1998).

3. Procesamiento computacional en el lenguaje natural

La interesante propiedad de los procesos computacionales es poder analizarlos desde un punto de vista totalmente independiente del mecanismo que debe implementarlos (Salinas & Gelbukh, 2010). El NLP se basa en procesar información que se caracterizan como proyecciones desde una entrada a una salida, de tal manera que logre representarse como un algoritmo determinado. Cada vez se hace más frecuente la relación entre los humanos y máquinas, cualquier avance en tratar de que se entiendan mejor también será un paso adelante para el crecimiento de este nuevo mundo en la sociedad informática (Balari, 2000).

La tarea principal de la inteligencia artificial es trabajar con lenguajes naturales usando herramientas de computación, los lenguajes de programación tienen mucha importancia, ya que se efectúa la interacción del lenguaje natural y máquina (Reyes, Rincón, & Domínguez, 2019). El NLP se basa en la comunicación del lenguaje natural y la computadora, teniendo que procesar textos y oraciones que le estén proporcionando, se desarrollan modelos que dan asistencia a la comprensión de cómo funcionan los mecanismos humanos relacionados al lenguaje. El proceso computacional con la utilización del lenguaje natural hombre-máquina muestra ventajas y desventajas con respecto a poder comunicarse (Vásquez, Quispe, & Huayna, 2009).

El procesamiento del lenguaje natural es abordado desde la lingüística computacional, área de la lingüística aplicada a la inteligencia artificial cuyo objetivo principal es la ejecución de estudio informáticos que simulen la capacidad humana, el procesamiento es una rama muy importante de la inteligencia artificial y considerada entre las más antiguas (Chaves & Zuleta, 2014).

3.1. Ventajas y Desventajas de NLP

Una gran ventaja que se halla es que las personas no tienen que esforzarse en aprender el medio de comunicación, al contrario de cómo es en los lenguajes de comandos, o interpretar interfaces graficas que dificultan su uso, ya que no todos tienen el mismo nivel de aprendizaje (Vásquez, Quispe, & Huayna, 2009). NLP es muy beneficioso en la utilización de plataformas de educación a distancia, ya que no se requiere un conocimiento alto de las herramientas a utilizar, y la interfaz que utiliza el procesamiento del lenguaje natural es intuitiva y sencilla de manejar (Fracchia & Roger, 2003).

EL uso de herramientas inteligente adecuadas a las necesidades de clientes, permiten el estudio de reputación y de marca, teniendo una visión de la institución y sus diferentes áreas, obteniendo los datos de forma real y accesible (Trabazos, Suárez, Bori, & Flo, 2014). Otra ventaja es la recuperación y extracción de información de grandes repositorios de datos. También evalúa técnicas gramaticales y descomposición de oraciones para un entendimiento mejor de humano máquina , sirviendo también

como un método de búsquedas, permitiendo usar en un gran rango de aplicaciones (Hernández & Gómez, 2013).

En lo que refiere las desventajas, el procesamiento computacional del lenguaje natural presenta algunas limitaciones, o sea, una computadora tiene limitado el entendimiento del lenguaje. Se presenta el ejemplo que un usuario no puede hablar con sobreentendidos, y realmente en lo que al usuario se le presenta como una ventaja para su fácil comunicación, para la computadora se convierte en un problema ya que debe tener conocimientos y procesos de razonamiento para satisfacer las necesidades del usuario (Vásquez, Quispe, & Huayna, 2009).

Entre otras desventajas computacionales hay que referir el procesamiento de documentos en lenguaje natural. Para que el sistema entienda el tema a tratar, y r aplique las estrategias correctamente, tiene que entender el lenguaje natural para ofrecer soluciones efectivas para toma de decisiones, caso contrario no sería intuitiva y sencilla de utilizar. Hay que ser precisos al momento de entablar expresiones y medir el impacto de palabras con la máquina ya que si no nos entiende pueden existir errores que pueden ser perjudiciales en el trabajo ejecutado (Contreras & Dávila, 2001).

3.2. Aplicaciones del Procesamiento del Lenguaje Natural

Las aplicaciones del NLP varían bastante, ya que su alcance es extenso, el primer punto se refiere a la traducción automática, que tiene objetivos claros como coger el mensaje elaborado en un lenguaje y cambiarlo a otro, manteniendo su mismo significado (Alias & Cassanelli, 2019). Este sigue tres pasos: primero el texto en el lenguaje original se convierte a una representación intermedia; después de acuerdo a la sintaxis del destino, se realizan modificaciones a la representación intermedia; y el en último paso se convierte al lenguaje de destino, aunque se ha avanzado en la tecnología, existen muchos retos en la traducción principalmente entre lenguajes distintos (Hernández & Gómez, 2013).

El segundo punto trata de la recuperación de la información la cual se basa también en la búsqueda de la información. El conocimiento escrito y guardado no sirve si no se puede localizar cuando alguien lo necesita. Aunque existe un problema al momento de buscar una idea ya que esta se puede expresar de diferentes maneras. Un ser humano puede interpretar de diferentes maneras lo que desea y entender que es lo que esta buscando, esto se intenta representar en este apartado, una máquina sea capaz de interpretar de igual manera que el humano, teniendo esta forma de razonamiento para satisfacer de buena manera las necesidades de usuarios (Gelbukh, Procesamiento de lenguaje natural y sus aplicaciones, 2010) Los buscadores como Google, Yahoo! y Bing son algunas de las aplicaciones más conocidas para la búsqueda de información (Alonso, 2016).

En tercer punto la extracción de información consiste en obtención de partes que son importantes en el contenido para pasarlos a una base de datos llenos sobre un tema específico, pueden ser de utilidad aun si no se muestra medidas perfectas de recuperación y precisión. En el tema de tener colecciones de datos muy grandes es preferible tener resultados correctos antes de realizar extracción. En general un sistema de extracción de información es útil si la información a ser extraída esta detallada o puede resumirse a un número pequeño de plantillas donde se podrá leer en un tiempo razonable (Vilares, 2005).

4. Problema del Procesamiento del Lenguaje Natural

La metáfora es una apariencia lingüística ubicua y resbaladiza, que se muestra en distintos tipos de textos y se determina para su correcta implementación (Navarro, y otros, 2011). El problema se localiza en los métodos de salvación de la investigación a través de lenguajes formales, no es de personalidad técnica sino de la psicológica poder entender que necesidades reales tiene el cliente o usuario y cuál es la adecuada pregunta de alguna necesidad (Vásquez, Quispe, & Huayna, 2009).

La orientación más satisfactoria de cómo resolver este problema es el respectivo uso del lenguaje natural. El gran problema del NLP es causado cuando voz o expresión de la lengua tiene más de una definición, esto quiere decir que cuando el lenguaje natural de dirección se puede establecer o estipular una o más expresiones diferentes. Este problema de imprecisión es presentado en todos los distintos niveles de lenguaje, sin ningún tipo de excepción o anomalía (Vásquez, Quispe, & Huayna, 2009). Esta disposición es agradable es que se debe decidir en qué lenguajes se desenvuelven en los distintos problemas, ya que, como sea interpretado con anterioridad, se parte de una situación, se utiliza el lenguaje natural (Moreno & Suárez, 2005).

El primer problema es la ambigüedad, este consiste en que el semejante término pueda ser interpretada de distintas maneras, es una labor que se incluye dentro de un grupo más amplio de métodos llamado NLP (Suárez, 2005). Por ejemplo, el término “perro” se logra entender como un animal o herramienta. En un mensaje u oración “María come vegetales con palillos”, no es claro si María come palillos adyacente a los vegetales o los usa para comer los vegetales, contrasta con la oración “María come arroz con maní”, comúnmente no es dificultoso para el programa hallar un comentario para el texto, lo complejo es saber elegir la oración correcta (Gelbukh, Procesamiento de lenguaje natural y sus aplicaciones, 2010).

En el segundo problema, el procesamiento de la lengua se describe, al conocimiento netamente preciso para poder resolver la ambigüedad, lo que el programa requiere estar al tanto cual es la diferencia entre el perro animal y el perro herramienta; y si las personas usualmente utilizan palillos para comer vegetales o los come contiguo con él; no obstante la repetición íntegra de los hechos parecen insignificante son hechos diferentes tanto en el uso edificación, de una base de datos que los contenía formidable todos parece ser un trabajo al menos muy complejo. Con esto, no es tan extraordinario el hecho de que las presentaciones del NLP resultan ser complejos y su trabajo en estos casos es muy perfectible (Gelbukh, Procesamiento de lenguaje natural y sus aplicaciones, 2010).

5. Modelos para Procesamiento del Lenguaje Natural

Un sistema de procesamiento de lenguaje natural posee dos módulos: el nivel gramatical, que contiene el nivel morfológico y sintáctico; y el nivel interpretativo, que contiene el nivel semántico y pragmático (Contreras & Dávila, 2001).

El procesamiento del lenguaje natural se pensó como un modelo secuencial que repetía los niveles una y otra vez, para lograr una comprensión exitosa del inicio del párrafo para mayor comprensión. La NLP es mucho más simple si se plantea una vista de niveles que pueden interactuar en diferentes aspectos (Ramos & Vélez, 2016).

En el nivel gramatical, las gramáticas simbólicas no pueden incluir toda la información necesaria para tratar el lenguaje natural. Las gramáticas probabilísticas tienen el atractivo de incorporar tanto el conocimiento como uso adecuado de la lengua; mientras que las gramáticas estándares solo manejan la competencia. Estas limitaciones han creado la tendencia a desarrollar sistemas que combinan ambos esquemas (Contreras & Dávila, 2001).

Cualquier gramática computacional en español, de cierta cobertura, basada en la competencia, produce un número muy grande de análisis sintácticos alternativos para las oraciones. Esto podría ser significativo que los hablantes no noten tanta ambigüedad cuando procesan oraciones: de manera espontánea solo tienen dos o tres posibilidades. Esto se debe a la interpretación ayuda a eliminar las ambigüedades sintácticas, ya que los hablantes prefieren las interpretaciones plausibles a las poco probables, entonces independientemente del modelo, simbólico o estadístico, el PLN involucra alguna gramática (Contreras & Dávila, 2001).

En el nivel interpretativo, el conocimiento del mundo ha logrado expresar con técnicas de representación los conocimientos, tales como modelos, redes semánticas y ontologías. El conocimiento del mundo del hablante se puede entender entonces como inicio de conocimiento. Este conocimiento del mundo interviene en la interpretación oracional y del discurso, pues sobre inicio dicho conocimiento se maneja el conocimiento implícito de los hablantes, que permiten resolver las ambigüedades (Contreras & Dávila, 2001).

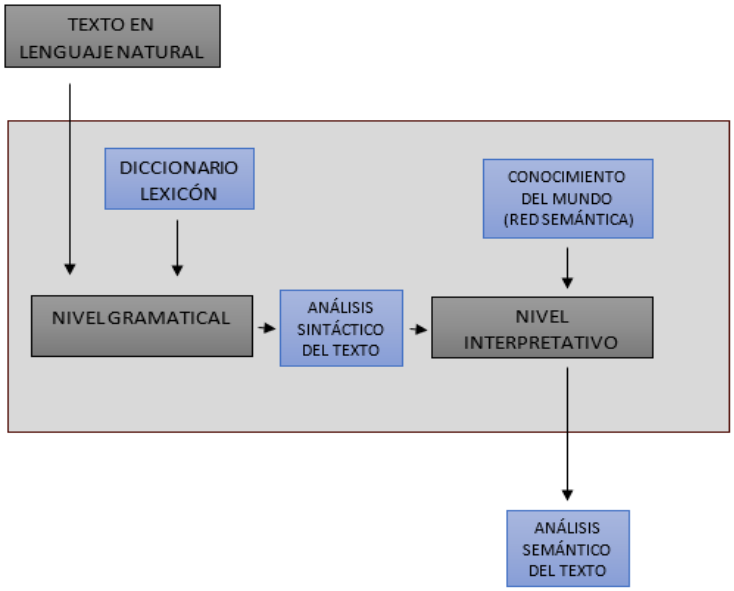


Figura 1 – Modelos del procesamiento del lenguaje natural
(Adaptado (Contreras & Dávila, 2001)).

Entonces se puede analizar que un procesamiento lógico permitiría lograr un nivel interpretativo en una gramática. Las reglas lógicas para la interpretación oracional y del discurso, pueden complementar las reglas gramaticales. El mismo nivel interpretativo, basado en reglas lógicas, podría procesar la representación del conocimiento del mundo que debe tenerse para el conocimiento (Contreras & Dávila, 2001).

El nivel interpretativo se puede definir como una unión de reglas lógicas que procesan la información gramatical (sintáctica) y el conocimiento del mundo. Es intelectualmente posible que un ser humano determine el contenido relevante de un documento. Para que un computador haga esto se necesita realizar un modelo que definan las decisiones de relevancia (Contreras & Dávila, 2001).

6. Arquitectura del Sistema NLP

La arquitectura del sistema NLP se rige bajo una definición del lenguaje natural por niveles, que son nivel fonológico, nivel morfológico, nivel sintáctico o sintaxis, nivel semántico y nivel pragmático que le ayudan al usuario expresarle lo que desea hacer a la computadora y esta puede interpretarla (Vásquez, Quispe, & Huayna, 2009).

El nivel fonológico es el estudio de unidades teóricas postuladas para estudiar la jerga humana. El nivel morfológico estudia la configuración de las palabras, analizando sus contribuyentes o significado, como la gramática, o el léxico de las personas. El nivel sintáctico, o sintaxis, estudia la conformación de la oración y de cómo las palabras se pueden unir para juntas formar una oración, las funciones y conexiones de las oraciones y palabras por medio de sus construcciones. Por su vez, el nivel semántico interviene en todo lo relativo al significado de palabras que dan sentido a una o varias oraciones, y el nivel pragmático detalla la utilidad y efecto de cada oración en distintos eventos. Consta de un subnivel recursivo: discursivo, y da a conocer el efecto de las oraciones por so significado de cada oración (Camacho & Navarro, 2020).

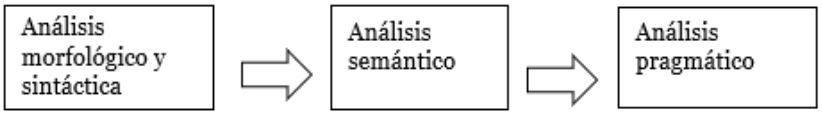


Figura 2 – Arquitectura del sistema NLP (Vásquez, Quispe, & Huayna, 2009).

La arquitectura del sistema NLP da a conocer la interpretación de la computadora y examina las oraciones proporcionadas. El manejo de forma sencilla de este sistema es el siguiente: primero el usuario le habla a la computadora expresando lo que desea realizar; segundo la computadora analiza el comando de voz proporcionado, en el sentido morfológico y sintáctico, es decir, analizan si las oraciones contienen palabras compuestas por morfemas y su conformación es correcta y completa; después se analiza las oraciones semánticamente, es decir, conocer cada oración y consignar el significado de estas a expresiones lógicas (verdadero / falso); de seguida se realiza el análisis pragmático de la instrucción, y una vez analizadas las oraciones, estas se analizan juntas,

analizando la situación de cada oración, finalizando estos pasos la computadora ya sabe que función realizar; cuando se obtiene la expresión u orden final, ya ejecutado brinda al usuario lo solicitado o pedido (Vásquez, Quispe, & Huayna, 2009).

Actualmente existen varios tipos de herramientas NLP, y entre otras. El dilema más común que presentan estas herramientas es haber sido implementadas con características muy científicas (Moreno & Suárez, 2005).

7. Conclusión

El procesamiento del lenguaje natural es un campo de conocimiento de la inteligencia artificial con comunicación entre máquinas y personas. Los niveles de procesamiento del lenguaje se refieren a modelos de gramática, con el fin de desarrollar el estudio de las reglas, y principios que gobiernan el uso de la lengua, en el funcionamiento real de los sistemas NLP, ayudando a describir formalmente las lenguas naturales.

En la trayectoria del NLP han logrado construir basados de combinaciones de distintos componentes: modelos lingüísticos; representación del conocimiento y razonamiento lógico; métodos estadísticos y recursos lingüísticos. El vocabulario incluye varios tipos de información que toma en cuenta aspectos de orden idiosincrática, de pronunciación, y toda información que no se puede derivar del significado de palabras o de su estructura morfológica.

El procesamiento del lenguaje natural constituye otras partes de diferentes tipos de métodos que tienen relación con el lenguaje humano. Este se utiliza en aplicaciones que contribuyen a la educación, componiendo cursos y proporcionando a los estudiantes la información requerida. En la medicina, se ve incluida en búsquedas en historial clínico y minería de texto, entre otros. Es por estas razones, es una técnica de las más importantes entre la comunicación humano-máquina, proporcionándole a las computadoras el lenguaje de entendimiento con la persona.

Referencias

Alias, G., & Cassanelli, R. (2019). *NLP aplicado a análisis de texto*. Facultad de Ingenieria. Argentina: Universidad Nacional de mar del Plata. Obtido de http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/bitstream/handle/123456789/354/GAlias-RCassanelli-TFG-II-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alonso, M. (2016). *Aplilcación de tecnologías de NLP en el entorno tecnológico local*. Facultad de Ciencias Economicas. Provincia de Córdoba: Universidad de Cordoba. Obtido de https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4531/TFI_MarianoAlonso_v2.5%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Balari, S. (2000). El procesamiento del lenguaje natural como problema computacional. *Quark*, 35-43.

Camacho, M., & Navarro, E. (Marzo de 2020). Procesamiento del lenguaje natural con Python Natural language processing with Python. (U. d. Facultad de Ingeniería Electromecánica, Ed.) *Procesamiento del lenguaje natural, 4*(13), 24-28.

Chaves, A., & Zuleta, A. (Diciembre de 2014). Procesamiento del lenguaje natural, un reto de la inteligencia artificial. *Revista Matices Tecnologicos, 4*, 1-5.

Contreras, H., & Dávila, J. (2001). *Procesamiento del lenguaje natural basado en una "gramática de estilos" para el idioma español.* Centro de Investigación y Proyectos en Simulación y Modelos, Postgrado en Computación. Venezuela: Universidad de los Andes. Obtido de http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/15961/CLEI_2001-a218.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Fracchia, C., & Roger, S. (2003). El lenguaje natural en plataformas de educación a distancia. *IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.*, (pp. 90-97). Argentina. Obtido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/22855/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gamallo, P., & García, M. (2000). Técnicas de Procesamiento del Lenguaje Natural en la Recuperación de Información. (A. d. (ATI), Ed.) *Centro de Investigación sobre Tecnoloxías da Lingua (CITIUS)*, 42-47.

Gelbukh, A. (2002). *Tendencias recientes en el procesamiento de lenguaje natural.* Informe de Investigación, Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro de Investigación en Computación (CIC), Mexico. Obtido de https://www.gelbukh.com/CV/Publications/2002/SICOM-2002-Trends.htm

Gelbukh, A. (Enero - Junio de 2010). Procesamiento de lenguaje natural y sus aplicaciones. *Komputer Sapiens, 1*, 6-11.

Grishman, R. (1986). *Computational Linguistics: An Introduction* (ilustrada, reimpresa ed.). (Cambridge University Press, Ed.) cambridge. Obtido de https://books.google.com.ec/books?id=Ar3-TXCYXUkC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false

Hernández, M., & Gómez, J. (31 de Julio de 2013). Aplicaciones de procesamiento de lenguaje natural. *Revista Politécnica, 32*(1), 87-96.

Moreno, L., & Suárez, A. (Septiembre de 2005). Una propuesta de infraestructura para el procesamiento del lenguaje natural. *Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural*(35), 303-310.

Moure, T., & Llisterri, J. (1996). *Lenguaje y nuevas tecnologías: El campo de la linguistica computacional.* Universidad Aútonoma de Barcelona, Universidad de Santiago de Compostela, Barcelona. Obtido de http://liceu.uab.es/~joaquim/publicacions/Llisterri_Moure_96_Linguistica_Computacional.pdf

Navarro, B., Tomás, D., Vázquez, S., Moreda, P., Izquierdo, R., Saquete, E., & Llopis, F. (Septiembre de 2011). Procesamiento automático de metáforas con métodos no supervisados procesamiento del lenguaje natural. *Sociedad Española para el Procesamiento del lenguaje natural*(47), 345-346.

Periñán, J. (2012). En defensa del procesamiento del lenguaje natural fundamentado en la lingüística teórica. *Revista de Lingüística, Filología y Traducción*(26), 13-48.

Ramos, F., & Vélez, J. (2016). *Integración de técnicas de procesamiento de lenguaje natural a través de servicios web*. Facultad de Ciencias Exactas. Tandil, Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Obtido de http://alejandrorago.com.ar/files/advising/2016-thesis-velez&ramos.pdf

Reyes, A., Rincón, E., & Domínguez, W. (Febrero - Marzo de 2019). Implementación de algoritmos de procesamiento de lenguaje natural para la evaluación de la pronunciación efectiva en el aprendizaje de lenguas indígenas. *Revista Electrónica de Investigación e Innovación Educativa-REIIE ISSN: 2448-556X, 4*(2), 16-24.

Salinas, S., & Gelbukh, A. (Enero - Junio de 2010). Representación computacional del lenguaje natural escrito. *Ingeniería, 15*(1), 6-21.

Sandoval, A. M. (1998). *Linguistica computacional* (Vol. 24). España: Editorial Sintesis. Obtido de https://www.textosenlinea.com.ar/academicos/Linguistica%20computacional.pdf

Sidorov, G. (31 de marzo de 2001). Problemas actuales de lingüística computacional. *Revista digital universitaria, 2*(1).

Striegnitz, K. (2001). *Generación de lenguaje natural*. Saarland University, Dept. of Computational Linguistics. Obtido de http://cs.union.edu/~striegnk/courses/rosario/rosario.pdf

Suárez, A. (2005). *Resolucion de la Ambiguedad Semantica de las palabras mediante Modelos de Probabilidad de Maxima Entropıa*. Lenguajes y Sistemas Informaticos. Alicante, España: Universidad de Alicante. Obtido de http://journal.sepln.org/sepln/ojs/ojs/index.php/pln/article/viewFile/3047/1540

Trabazos, O., Suárez, S., Bori, R., & Flo, O. (Septiembre de 2014). Aplicación de tecnologías de Procesamiento de lenguaje natural y tecnología semántica en Brand Rain y Anpro21. *Procesamiento del Lenguaje Natural, 53*, 201-204.

Vásquez, A. C., Quispe, J., & Huayna, A. (Julio - Diciembre de 2009). Procesamiento de lenguaje natural. *Revista de investigación de Sistemas e Informática, 6*(2), 45-54.

Vicente, M., Barros, C., Peregrino, F., Agulló, F., & Lloret, E. (Oct-Dic de 2015). La generación de lenguaje natural: análisis del estado actual. *Computación y Sistemas, 19*(4), 721-756.

Vilares, J. (2005). *Aplicaciones del procesamiento del lenguaje natural en la recuperación de información en español*. Departamento de Computación. Coruña: Universidade da Coruña. Obtido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/5682/VilaresFerro_Jesus_TD_2005.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Zapata, C., & Arango, F. (2005). Los modelos verbales en lenguaje natural y su utilización en la elaboración de esquemas conceptuales para el desarrollo de software: una revisión crítica. *Revista Universidad EAFIT, 41*(137), 77-95.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 20/09/2020
Aceitação/Acceptance: 23/11/2020

Aplicación del aprendizaje automático como solución en los sistemas de negocios

Kevin Gómez[1,2], Mervy Magallan[1,2], Geovanny Méndez[1,2], George Ramírez[1,2], Teresa Guarda[1,2], Marjorie Coronel[1,2], Jaime Orozco[1,2], Daniel Quirumbay[2]

gomezk624@gmail.com; mervymagallan@gmail.com; geovannyministerius21992@hotmail.com; ramiqg_94@hotmail.com; tguarda@gmail.com; mcoronel@upse.edu.ec; jorozco@upse.edu.ec; dquirumbay@upse.edu.ec

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena – UPSE, La Libertad, Ecuador.

[2] CIST – Centro de Investigación en Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador

Pages: 137-148

Resumen: El desarrollo económico viene siendo impulsado por las grandes innovaciones tecnológicas, las empresas tratan de aprovechar la revolución de la tecnología para crear o innovar modelos de negocios. Aprendizaje automático es un subcampo de la ciencia de la computación y una rama de la inteligencia artificial que tiene como finalidad desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender algo que no han sido explícitamente programadas, sin embargo, el que la computadora realice esta tarea no es todo lo que conlleva esta tecnología sino también que esta mejore y optimice dicha tarea. Tomando en cuenta las diferentes aplicaciones que esto puede tener en una empresa o compañía el aprendizaje automático es una de las técnicas más aplicadas como solución. Inteligencia de negocios es un conjunto de estrategias, aplicaciones, datos, productos, tecnología y arquitectura técnicas los cuales se enfocan en la administración y creación de conocimiento sobre el medio en donde están aplicados por ello estas dos técnicas o soluciones trabajan muy bien juntas por un lado el aprendizaje automático generando, estructurando y obteniendo datos los cuales serán muy útiles para generar conocimiento a través de inteligencia de negocios.

Palabras-clave: Inteligencia Artificial, Aprendizaje automático, Inteligencia de negocios.

Application of machine learning as a solution in business systems

Abstract: Economic development has been driven by great technological innovations, companies try to take advantage of the technology revolution to create or innovate business models. Machine learning is a subfield of computer science and a branch of artificial intelligence that aims to develop techniques that make computers learn something that have not been explicitly programmed, however, the one that the computer performs this task is not everything that this technology entails but also that it improves and optimizes this task. Taking into account the

different applications that this can have in a company or company, machine learning is one of the most applied techniques as a solution. Business intelligence is a set of strategies, applications, data, products, technology and technical architecture which focus on the administration and creation of knowledge about the environment where they are applied, therefore these two techniques or solutions work very well together for a side machine learning generating, structuring and obtaining data which will be very useful to generate knowledge through business intelligence.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Business Intelligence.

1. Introducción

El análisis de imágenes es una forma de emprender en el área del aprendizaje automático. Existen variedad de herramientas que se puedan utilizar para detectar objetos en imágenes y videos, una mas laboriosas que otras, pero todas con la capacidad de adaptarse según las necesidades y preferencias (Pérez, Arias, & Porras, 2019).

El término aprendizaje automático se trata de una disciplina científica del ámbito de la inteligencia artificial que crea sistemas capaces de aprender de forma automática. Estos sistemas son muy complejos en identificar patrones en millones de datos y predecir comportamientos futuros que con el transcurso del tiempo van mejorando de forma innovadora para los usuarios (Nuñez-Torron, 2019).

En el ámbito empresarial y de negocios, según un estudio realizado por ServiceNow y Oxford Economics realizado a 500 CIO de 25 industrias en 11 países diferentes: el 53 % de ellos asegura que el Machine Learning es una de sus apuestas en materia de digitalización empresarial (Recio, 2020). Aprendizaje automático no es algo actual, fue en 1959 cuando Arthur Samuel la establecido como una serie de técnicas aplicadas al aprendizaje de máquinas.

Según el Estudio Smart Industry 4.0 realizado por everis Spain solo el 8% de las empresas disponían en 2018 de aplicaciones industriales relacionadas con el Big Data y la inteligencia artificial (Fig. 1).

La implementación de esta tecnología ha provocado muchas ventajas para mejorar la estrategia de negocios, aumenta la calidad y velocidad en la toma de decisiones para muchas empresas logrando una futura transformación digital brindando mejores servicios para los usuarios.

En base a las indagaciones del tema en desarrollo, se determina el aporte de aprendizaje automático a varias líneas de investigación y áreas tecnológicas que a continuación mencionaremos. Se establece el aporte general en el diseño y desarrollo de proyectos en plataforma en la nube, al desarrollo de sistemas de clustering, detección de anomalías, segmentación, predicción, diagnóstico o clasificación, a la implementación de modelos de aprendizaje automático supervisados y no supervisados, y al apoyo de redacción técnica de los resultados técnicos en proyectos.

En el presente artículo se mencionará temas relacionados con el aprendizaje automático como sus principales aplicaciones en la industria, seguridad, logística y empresas. El

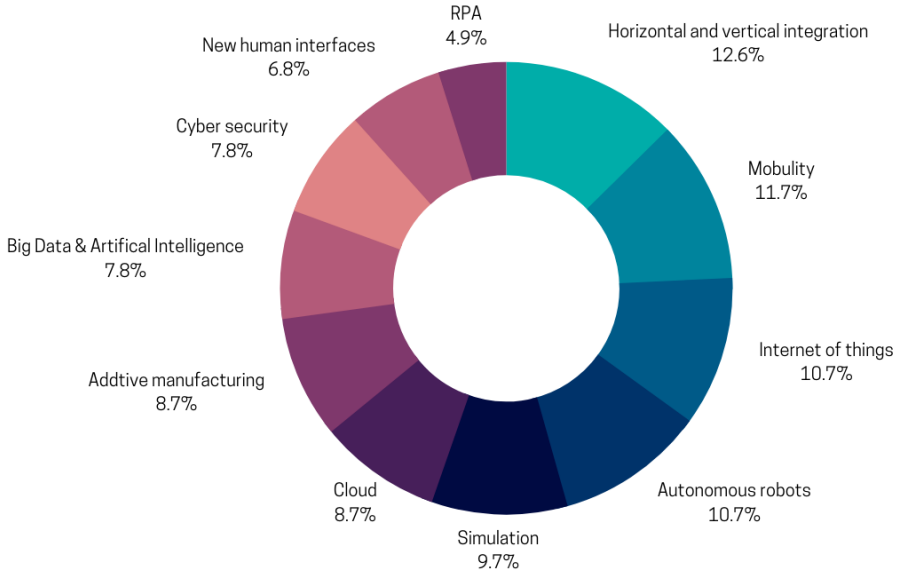


Figura 1 – Paradigmas más punteros actualmente en las empresas (Adaptado (Maisueche, 2019)).

contenido principal se enfoca en el impacto que el aprendizaje automático ha tenido en los sistemas de negocios. Nos centraremos en algunos temas importantes para entender que es al aprendizaje automático y los sistemas de negocios a lo largo del artículo profundizaremos estos temas de una forma secuencial y concreta con la finalidad de abarcar y estudiar los temas antes mencionados. Y entender como el uso del aprendizaje automático en las empresas ha logrado mejorar sus procesos obteniendo una ventaja competitiva.

2. Aplicaciones del aprendizaje automático en la industria

En la actualidad las grandes empresas han invertido en aprendizaje automatico, han contratado personal especializado para estas áreas, exiten numerosas empresas pequeñas que con recursos limitados investigan y tratan de adaptarse a cualquier innovacion para obtener una ventaja comparativa u oportunidad de supervivencia en un entorno competitivo cada vez mas hostil (Observatorio-ia, 2016).

El objetivo de toda industria es ofrecer productos o servicios de alta calidad con el mínimo coste. Los fabricantes están alcanzando este propósito con más éxito que nunca gracias a las fábricas inteligentes, en las cuales una de las tecnologías principales es la inteligencia artificial y, en particular, el aprendizaje automatico. Unido a la facilidad de obtención y almacenamiento de datos, esta tecnología tiene un impacto directo en

la mejora de la eficiencia de los sistemas productivos, la calidad de los productos y la seguridad de las personas (Maisueche, 2019).

2.1. Aprendizaje automático aplicado en logística

La cadena de suministro genera a diario una cantidad inmensa de datos tanto estructurados como no estructurados que solo pueden explotarse gracias a la inteligencia artificial (Nexus Integra, 2020). La logística se basa en redes físicas y digitales que no pueden ser optimizadas por humanos debido a su alta complejidad. Por ello, el objetivo de la inteligencia artificial es transformar los comportamientos reactivos en proactivos, los manuales en automáticos y los estandarizados en personalizados (Maisueche, 2019).

La logística es un área que tiene una incidencia importante en conseguir que las empresas lleguen al mercado en una posición que les permita satisfacer las necesidades de sus clientes, de cara a conseguir que el ciclo de vida de éstos en cualquier organización sea cada día más elevado (Iglesias, 2016).

Los procesos logísticos en la actualidad se han convertido en determinantes para el éxito de las empresas, el departamento de Logística coordina para la buena utilización de recursos y poder optimizar los procesos dentro de una empresa y/o organización, buscando siempre la reducción de costos; un buen manejo logístico puede llegar a convertirse en una muy buena herramienta, por esta razón es importante para las empresas de cualquier sector tener claridad sobre sus procesos logísticos y el manejo de estos para obtener mejores resultados (Torres & Hernandez, 2020).

La inteligencia artificial es uno de los mayores contribuidores en el desarrollo del vehículo autónomo. Para que el transporte autónomo sea aceptado, debe superar las capacidades de un humano al volante, empezando por la percepción del entorno y su habilidad para predecir cambios en él. Eso es posible gracias a la combinación de tecnologías que construyen un mapa tridimensional del entorno (Maisueche, 2019).

El aprendizaje profundo (Deep Learning) se encarga de procesar datos para identificar las señales de tráfico, detectar obstáculos y otros coches en la carretera, así como de cumplir con las leyes de tráfico. Estos algoritmos son imprescindibles para que el vehículo adquiera conocimiento, dado que los humanos no son capaces de programar todas las posibles situaciones que pueden ocurrir en la carretera (Maisueche, 2019).

Dado que el aprendizaje automático se basa en el procesamiento y análisis de datos, los campos que manejan una base de datos bastante amplia se han visto beneficiadas de su aplicación. En la logística han sido varios los beneficios del aprendizaje automático para la ayuda con el análisis de datos el aprendizaje automático es su mejor asistente personal. Por ejemplo, si necesita consultar de forma rápida el impacto del precio de un producto, gracias a esta herramienta no tendrá que recoger datos, estructurarlos y después preguntarse si las cifras obedecen a factores externos, un período o un día festivo en particular, para la ayuda en la toma de decisiones ofrece un buen apoyo a la organización y sus procesos logísticos para que pueda tomar las decisiones correctas al manejar los datos adecuados. Por ejemplo, si se quiere dar un nuevo impulso a algún producto o servicio, el machine learning favorecerá la búsqueda de soluciones e innovación, usando como punto de apoyo los datos que se reciben, y para el análisis de comportamiento

del consumo con la aplicación del aprendizaje automático se pueden detectar clientes potenciales, conocer los trabajadores que serán más productivos para una tarea y saber adaptar el servicio a los gustos o necesidades del cliente (Bertolotto, 2019).

Las aplicaciones del aprendizaje automático dentro de la logística ayudan a obtener buenas conclusiones. Por ejemplo, es perfecto para el cálculo de las demandas. El aprendizaje automático aprende gradualmente qué variables son las que más afectan a la demanda, adaptándose para futuros cálculos, sin necesidad de la intervención y análisis humano (EAE Business School, 2018).

Además, el aprendizaje automático también puede contribuir para tareas como: gestión de rutas, sugerencia de productos, políticas de precios, optimización de inventario y evaluación y elección de proveedores o relaciones inesperadas (EAE Business School, 2018).

2.2. Aprendizaje automático aplicado a la seguridad

El aumento del uso de internet, tanto en la vida social como en la laboral, cambia por completo la forma en que las personas aprenden y trabajan. Sin embargo, el número de ciberataques aumenta de la misma manera (Nexus Integra, 2020). En el periodo de transformación digital en el que se encuentran las empresas, un incidente tecnológico de este tipo puede poner fin a la continuidad de la empresa. Por ello, surge la ciberseguridad como un conjunto de tecnologías y procesos diseñados para proteger a las redes, a las computadoras, a los programas y a los datos, de los posibles ataques y amenazas (Maisueche, 2019).

Los sistemas de seguridad de redes cuentan normalmente con cortafuegos, antivirus y sistemas de detección de intrusos (Intrusion Detection Systems, IDS). En particular, los IDS sirven para determinar e identificar comportamientos no autorizados como el uso, la copia o la destrucción de ciertos archivos o programas (Maisueche, 2019).

Los IDS basados en anomalías identifican cualquier desviación en el comportamiento habitual de la red, haciendo frente a los ataques de día cero. Sin embargo, algunos comportamientos nuevos que no son necesariamente una amenaza son catalogados como tal, dando lugar a falsas alarmas. Por lo tanto, la solución se encuentra en los IDS híbridos, ya que reducen la tasa de falsas alarmas y detectan mejor las intrusiones. Por ello, la mayoría de las herramientas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo son híbridas (Maisueche, 2019).

La empresa española líder en productos y aplicaciones electrónicas de seguridad, Hommax Sistemas, ya comercializa cámaras con aplicaciones de aprendizaje profundo (Deep Learning) como el conteo de multitudes, la búsqueda de personas, el reconocimiento facial e incluso el reconocimiento de vehículos mal estacionados (Maisueche, 2019).

2.3. Aprendizaje automático aplicado en las empresas

En la actualidad, todas las grandes empresas están invirtiendo en aprendizaje automático e inteligencia artificial, así como contratando personal especializado en estas áreas. También existen numerosos startups y otras empresas más pequeñas que, con recursos muy limitados, investigan y tratan de adaptarse a cualquier innovación disruptiva en esta

disciplina que les ofrezca una ventaja comparativa y una oportunidad de supervivencia en un entorno competitivo cada vez más hostil (IAobservatorio, 2016).

Grandes empresas como Google, Apple, Amazon, Facebook ya han incorporado la inteligencia artificial en muchos productos. El sistema de inteligencia artificial AlphaGo, de Google, superó este año al campeón del mundo de Go, un juego que hasta ahora las máquinas no conseguían dominar debido a los elevados niveles de intuición que requiere (IAobservatorio, 2016).

El Programa Superior en Big Data de ICEMD dota a los profesionales de conocimientos para liderar ámbitos estratégicos en las empresas de la economía digital. Aprendizaje automático, se utiliza en el ámbito empresarial para referirse a un conjunto de algoritmos que permiten extraer conocimiento de los datos que la empresa tiene en su poder, para posteriormente utilizarlo en los procesos de toma de decisiones (ESIC Business & Marketing School, 2018).

Las nuevas tecnologías Big Data están posibilitando la aparición de un nuevo actor que cambia la dinámica en la que las empresas compiten en plataformas. Las plataformas ofrecen servicios a múltiples empresas creando redes de alto valor para las empresas que hacen uso de estas plataformas y para los clientes que consumen los productos de estas empresas. El aprendizaje automático, aplicado sobre grandes volúmenes de datos, los que se generan en estas plataformas, permiten encontrar patrones, aunque los algoritmos son complejos y precisan de una alta capacitación para poder ser usados. Estos patrones pueden aportar alto valor operacional a las empresas, permitiendo una mejora en el posicionamiento de las empresas si son aplicados con criterios científicos. El diseño experimental aplicado a la toma de decisiones amplifica las posibilidades de éxito. La emergencia de sistemas autónomos, basados en la inteligencia artificial, se atisba en el horizonte cercano (Fernandez, 2017).

3. Inteligencia de negocios

La definición de Inteligencia de Negocios (Business Intelligence) hace referencia al uso de datos y al análisis de los mismos, teniendo por finalidad la toma de decisiones, es decir, transformar datos en información relevante. Actúa como un factor estratégico para las empresas y organizaciones ya que genera una potencial importante llamada ventaja competitiva (Conecta Software, 2020).

En la actualidad la gran mayoría de las organizaciones cuenta con un sistema de información que soporta gran parte de las actividades diarias propias del sector de negocios en donde se esté desempeñando, este sistema puede ser sencillo o robusto todo depende de las exigencias del negocio, con el transcurso del tiempo estas aplicaciones llegan a tener la historia de la organización, los datos almacenados en las bases de datos, pueden ser utilizados para argumentar la decisión que se quiera tomar (Gomez & Bautista, 2010).

Un estudio realizado en Europa por Information Builders Ibéric mostró el costo que tiene la falta de sistemas de toma de decisiones en las organizaciones, según estos datos, el empleado europeo medio pierde una media de 67 minutos diariamente buscando información de la compañía, lo que equivale a un 15,9% de su jornada laboral. Para una

organización de 1.000 empleados que gane unos 50.000 euros al día esto equivale a 7,95 millones de euros al año de salario perdido, todo ello por la búsqueda de información para tomar una decisión (Gomez & Bautista, 2010).

La inteligencia de negocios se define como la habilidad corporativa para tomar decisiones. Esto se logra mediante el uso de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar, transformar datos, y aplicar en ellos técnicas analíticas de extracción de conocimiento (Parr, 2000), los datos pueden ser estructurados para que indiquen las características de un área de interés (Stackowiak, Rayman, & Greenwald, 2007), generando el conocimiento sobre los problemas y oportunidades del negocio para que pueden ser corregidos y aprovechados respectivamente .

Algunas empresas en el mundo tienen muy en claro que para liderar el mercado y ganar preferencias con sus clientes tienen que tener soluciones basadas en el analisis de la informacion.

La importancia de la inteligencia de negocios para las organizaciones se basa en las herramientas que permite tener un control absoluto de la informacion, esto permite gestionar los datos de forma eficaz para poder entender la situacion actual, poder tomar decisiones inteligentes, esto ayuda a saber las tendencias que existen en el mercado con fin de aumentar los ingresos.

Implementar herramientas de inteligencia de negocios dentro de la organización permite soportar las decisiones que se toman; al nivel interno ayuda en la gestión del personal y del lado externo produce ventajas sobre sus competidores (Valenzuela, 2009). Existen ocasiones en las cuales no se pueden lograr todos los beneficios que tiene BI; debido al proceso que lleva consigo implementar un proyecto de estas características, se puede cometer errores en la definición del planteamiento de las necesidades de conocimiento de la empresa; el no determinar la magnitud de los problemas de información a solucionar generalmente repercute en el fracaso del proyecto (Gomez & Bautista, 2010).

4. Impacto del aprendizaje automático en los sistemas de negocios

El término intelligence o inteligencia ha sido empleado desde 1950 pero fue en los 90 cuando pasó a ser popular el término inteligencia de negocios, y finalmente en los 2000 se acuñó el concepto de analítica empresarial. Ha sido en la última década cuando se ha comenzado a hablar de Big Data para referirse a aquellos conjuntos de datos que son tan grandes y complejos que requieren herramientas avanzadas para almacenarlos, administrarlos y analizarlos (Chen, Chiang, & Storey, 2012) (Álvarez Torre, 2018).

El aprendizaje automático ya está afectando en nuestra vida diaria. Amazon utiliza el aprendizaje automático para predecir qué productos quieren comprar, Gmail lo usa para filtrar mensajes de spam de la bandeja de entrada y las recomendaciones de películas de Netflix se basan en algoritmos de aprendizaje automático (Norman, 2019).

Para evitar ser superados por los competidores digitales, las pequeñas empresas saben que necesitan buscar las últimas soluciones tecnológicas. En los últimos años, estas compañías han implementado con éxito productos SaaS, software basados en la nube y otras soluciones digitales. Es cierto que existen obstáculos reales para implementar

soluciones automatizadas para pequeñas empresas. El aprendizaje automático es costoso y la experiencia digital necesaria para crear y entrenar su propio modelo es intimidante. A pesar de estos obstáculos, las empresas aún están intentando invertir, porque el 84% cree que adoptar la IA generará mayores ventajas competitivas (Fraga, 2018).

Mazda utilizó el aprendizaje automático para encontrar a su target adecuado en la promoción del nuevo modelo CX-5, en el festival SXSW en Austin (Estados Unidos). El aprendizaje automático rastreó publicaciones en las redes sociales, buscando a las personas adecuadas y basándose en una serie de indicadores, como signos de exclamación y emojis. Esta estrategia de influencer-marketing permitió a Mazda personalizar el contenido y alcanzar a un target muy específico y creativo (Criteo, 2018).

The North Face y IBM Watson es una empresa americana utiliza para su página web un personal shopper digital llamado IBM Watson. Éste tiene como principal objetivo crear experiencias de usuarios personalizados a partir recomendaciones basadas en los gustos y visitas de los compradores online y de crear perfiles en función de sus intereses. Con la aplicación de móvil IBM Watson, los compradores son acompañados durante el proceso de compra y reciben recomendaciones de productos que más se acerquen a sus gustos. Con esta tecnología, la marca es capaz de reducir el número de carritos abandonados, así como de mejorar la experiencia del usuario online. Este tipo de Machine Learning puede ser de gran ayuda para tiendas online complicadas donde el usuario requiera atención por parte del vendedor (beServices, 2020).

SAS, líder en la industria de softwares y soluciones de analítica, introdujo otras dos dimensiones: la Variabilidad y la Complejidad (Gandomi & Haider, 2015). La variabilidad se refiere a la variación en el flujo de datos ya que generalmente, el flujo de datos no es constante, sino que cuenta con picos y mínimos periódicamente. La complejidad, por otra parte, se refiere a que la información se genera a partir de un sinfín de fuentes y el reto de las empresas es lograr acceder a toda ella, conectarla y transformarla de manera que sea analizable (Álvarez Torre, 2018).

Diferentes herramientas como Alexa o Siri pueden reconocer la voz de un usuario, analizar sus sentimientos e incluso traducir al momento de un idioma a otro si fuera necesario. Gracias a este beneficio del aprendizaje automático, algunos abogados están utilizando esta tecnología para segmentar toda la información y obtener ayuda para resolver o ganar grandes casos (Coelho, 2020).

Una de las plataformas que utiliza una importante cantidad de empresas de América Latina para correr servicios de aprendizaje automático es Google Cloud Platform (GCP), un conjunto de servicios de computación en la nube que se ejecuta en la misma infraestructura que Google Cloud utiliza internamente para sus productos de usuario final, como Google Search y YouTube. Junto con un conjunto de herramientas de gestión, proporciona una serie de servicios modulares de nube que incluyen procesamiento, almacenamiento de datos, análisis de datos y, claro, aprendizaje automático (OTECH, 2020).

En los últimos años, ha tenido lugar una explosión de información sin precedentes en gran parte alimentada por la aparición de los teléfonos inteligentes y sensores o IoT. El Big Data y el aprendizaje automático surgió en este contexto por el interés de recoger e interpretar toda esta cantidad inmensa de información y ha logrado revolucionar todos

los sectores de la economía de una manera u otra. Además, ha ofrecido grandes ventajas a las empresas, aumentando su productividad, mejorando la toma de decisiones y minimizando riesgos y ha logrado así aportar gran valor económico (Álvarez Torre, 2018).

Con el uso de técnicas del aprendizaje automático se permite a la empresa conocer las necesidades, gustos y hábitos de compra de vuestros clientes y así es posible diseñar las estrategias de marketing necesarias para modificar su conducta, si fuese necesario, hasta conseguir su fidelidad. También aporta a la empresa seguridad virtual y predice amenazas informáticas con esto se estudia la competencia y sus productos aprovechando los datos que arroja el aprendizaje automático valorando el contenido de la información en función del análisis del mercado (Centralita Virtual, 2019).

En particular, las empresas de e-commerce han experimentado un cambio sustancial en su modelo de negocio mediante la aplicación del Big Data que ha permitido a las empresas líderes del sector como Amazon o Alibaba obtener importantes ventajas competitivas derivadas de la recopilación y análisis de enormes cantidades de información. Ambas empresas representan un caso de éxito sobre cómo el uso de la información puede optimizar los distintos procesos de la cadena de valor y mejorar considerablemente su rendimiento (Álvarez Torre, 2018).

Al ser un tema tan novedoso y cambiante, es complicado acceder a artículos académicos y libros publicados recientemente sobre el tema. No obstante, una gran cantidad de empresas consultoras o especializadas en el análisis de la información elaboran informes especializados y exhaustivos sobre las nuevas tecnologías y su impacto y ofrecen una visión detallada y fiable sobre su posible evolución (Álvarez Torre, 2018).

5. Conclusiones

Con la elaboración del presente artículo sobre el aprendizaje automático, se da a conocer la definición y su importancia como una técnica innovadora gracias a los avances tecnológicos que se desarrollan en la actualidad, siendo vinculado y aplicado en los diferentes tipos de negocios empresariales logrando mejorar el funcionamiento optimizando los procesos por el manejo de gran cantidad de datos los cuales son de vital importancia en cualquier sistema de negocio.

Inteligencia de negocios y los sistemas de negocios tratados pareciera ser solo temas conceptuales en una empresa, pero, el enfoque que deja a cada entidad es la facilidad de utilizar el razonamiento empresarial y con anhelos de crear una sociedad más eficaz y eficiente en todas sus áreas.

Mediante la investigación y desarrollo sobre la implementación de estas herramientas tecnológicas en las empresas con relación al aprendizaje automático, serán un aporte de indudable validez tanto para mejorar la atención al cliente y para la innovación en la calidad de servicios que pudiera ofrecer.

Podemos definir que las maquinas que aprenden son sistemas organizados con la capacidad de transformar ciertos mensajes de entrada en uno de salida mediante algún principio de transformación. Dicho proceso está ligado a una serie de métodos y ordenes

que se adaptan a las necesidades de cada tarea asignada con la finalidad de cumplir la orden dictada.

No obstante, los sistemas de aprendizaje automático no solo se limitan a ejecutar órdenes el mejorar y optimizar el proceso que se lleva a cabo para realizar dicha tarea es su principal característica la cual se destaca cada vez más al realizar una tarea por un tiempo prolongado es decir mientras más tiempo se dedica a esta tarea la realiza con mayor eficiencia.

La recolección de datos, búsqueda de patrones y esquemas también son parte de los rasgos más característicos de esta tecnología. Los cuales representan una gran demanda para las empresas y organizaciones que aprovechan dichos datos para generar nuevas estrategias o mejorar las ya aplicadas en sus organizaciones. Los sistemas de aprendizaje automático no solo están presentes a nivel operativo mejorando un sin número de tareas o procesos gracias a la gran cantidad de datos capturados mediante esta técnica la parte administrativa u operativa de las empresas pueden analizarlo y apoyarse en estos datos para realizar toma de decisiones o realizar proyecciones a futuro.

Referencias

Álvarez Torre, L. (Junio de 2018). Obtenido de https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/18640/TFG-ALVAREZ%20TORRE%20LEYRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bertolotto, M. (29 de Enero de 2019). *IA LATAM*. Obtenido de https://ia-latam.com/2019/01/29/impacto-del-machine-learning-en-logistica/

beServices. (22 de Mayo de 2020). Obtenido de https://www.beservices.es/machine-learning-empresas-ejemplos-n-5436-es

Centralita Virtual. (16 de Septiembre de 2019). Obtenido de https://www.centralita-virtual.org/machine-learning-big-data/

Chen, H., Chiang, R., & Storey, V. (2012). *JSTOR*. Obtenido de https://www.jstor.org/stable/41703503?read-now=1&seq=1#page_scan_tab_contents

Coelho, F. (1 de Junio de 2020). *DIGITAL55*. Obtenido de https://www.digital55.com/innovacion/que-es-machine-learning-casos-exito-empresas/

Conecta Software. (15 de Abril de 2020). *Conecta Software*. Obtenido de https://conectasoftware.com/analytics/inteligencia-de-negocios-fuentes-de-datos/?cn-reloaded=1

Criteo. (13 de Abril de 2018). Obtenido de https://www.criteo.com/es/insights/3-marcas-que-han-sacado-el-maximo-partido-al-machine-learning/

EAE Business School. (20 de Abril de 2018). *EAE Business School*. Obtenido de https://retos-operaciones-logistica.eae.es/machine-learning-en-las-empresas-de-logistica/

ESIC Business & Marketing School. (Enero de 2018). Obtenido de https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/aprendizaje-automatico-ambito-empresarial#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20aprendizaje%20autom%C3%A1tico%2C%20o,procesos%20de%20toma%20de%20decisiones.

Fernandez, C. (2017). *Cómo las empresas pueden impulsar su negocio a través de las plataformas e-commerce con el Big Data, el aprendizaje automático y el management científico*.

Fraga, A. (3 de Febrero de 2018). *TICbeat*. Obtenido de https://www.ticbeat.com/innovacion/diez-datos-que-demuestran-la-explosion-de-la-inteligencia-artificial/

Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401214001066

Gomez, A., & Bautista, D. (2010). Inteligencia de negocios: Estado del arte. *Scientia et technica*, 321-326.

IAobservatorio. (12 de Julio de 2016). *IAobservatorio*. Obtenido de https://observatorio-ia.com/aprendizaje-automatico-en-la-empresa

Iglesias, A. (2016). *Distribucion y logistica*. Madrid: ESIC Editorial.

Juarez, G. (24 de Mayo de 2017). *Nexolution*. Obtenido de http://www.nexolution.com/como-funciona-el-aprendizaje-automatico-machine-learning/

Maisueche, A. (Septiembre de 2019). *Repositorio documental de la Universidad de Valladolid*. Obtenido de http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37908/TFM-I-1372.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nexus Integra. (14 de Agosto de 2020). Obtenido de https://nexusintegra.io/es/aplicaciones-del-machine-learing-en-la-industria/

Norman, A. (2019). *Aprendizaje Automático En Acción: Un Libro Para El Lego, Guía Paso A Paso*. Tektime.

Nuñez-Torron, A. (17 de Octubre de 2019). *Ticbeat*. Obtenido de https://www.ticbeat.com/innovacion/que-es-machine-learning-y-como-negocio/

Observatorio-ia. (12 de Julio de 2016). *Observatorio-ia*. Obtenido de https://observatorio-ia.com/aprendizaje-automatico-en-la-empresa

OTECH. (24 de Febrero de 2020). Obtenido de http://otech.uaeh.edu.mx/noti/index.php/machine-learning/machine-learning-que-aprenden-las-maquinas-junto-con-las-empresas/

Parr, O. (2000). *Data Mining Cookbook: Modeling Data for Marketing, Risk, and Customer Relationship Management*.

Pérez, R., Arias, J., & Porras, A. (2019). Introducción al Aprendizaje Automático con YOLO. *Tecnología Vital*, 52-58.

Recio, J. (10 de Enero de 2020). *Master Universitario en Software de Sistemas Distribuidos y Empotrados*. Obtenido de http://msde.etsisi.upm.es/wp-content/uploads/2020/05/TFM-Sistema-de-reconocimiento-de-situaciones-adversas-JA-Alcaide.pdf

Stackowiak, R., Rayman, J., & Greenwald, R. (2007). *Oracle Data Warehousing and Business Intelligence Solutions*.

Torres, D., & Hernandez, C. (Junio de 2020). Obtenido de http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/25094/1/HernandezIba%C3%B1ezCarlosDavidTorresArevaloDianaConstanza2020%20.pdf

Tssia. (2020). Obtenido de http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/rlg/Tema331-333v2.pdf

Valenzuela, L. (2009). *La gestión del valor de la cartera de clientes y su efecto en el valor global de la empresa: diseño de un modelo explicativo como una herramienta para la toma de decisiones estratégicas de marketing*. Madrid.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/09/2020
Aceitação/Acceptance: 06/11/2020

Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Industria Automotriz

Jefferson Aguirre[1,2], Freddy García[1,2], Camilo Ramírez[1,2], Sergio Floreano[1,2], Teresa Guarda[1,2], Ivan Sanchez[1,2], Jimmy Riviera[1,2], Carlos Sanchez[1,2]

aguirrenterprise@gmail.com; gian_nacho69@hotmail.es; camilojosue222@gmail.com; sergio.floreanotomala@upse.edu.ec; tguarda@gmail.com; isanchez@upse.edu.ec; jrivera@upse.edu.ec; csanchezl@upse.edu.ec

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador

[2] CIST – Centro de Investigación en Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador

Pages: 149-158

Resumen: El sector de la industria automotriz ha tenido grandes cambios con el transcurso del tiempo, desde aproximadamente la década de 1890 las principales potencias mundiales escalaban la generación de ingresos basados en este sector, la llegada de la tecnología se tornaría el principal enfoque para la producción masiva de estos bienes es por ello que en el presente artículo científico se tratará sobre el tema de la inclusión de la inteligencia artificial e inteligencia de negocios aplicada a los diferentes campos operativos y administrativos de las industrias automotrices, la historia de estas industrias y como se ha innovado con la implementación con este tipo de tecnología.

Palabras-clave: Expansionismo, inteligencia de negocios, inteligencia artificial

Application of artificial intelligence in the automotive industries

Abstract: The automotive industry sector has undergone great changes over time, from approximately the 1890s the main world powers scaled the generation of income based on this sector, the arrival of technology would become the main focus for mass production This is why this scientific article will discuss the inclusion of artificial intelligence and business intelligence applied to the different operational and administrative fields of the automotive industries, the history of these industries and how it has been innovated with the implementation with this type of technology.

Keywords*:* Expansionism, business intelligence, artificial intelligence

1. Introducción

A lo largo de la historia se han producido una serie de eventos que para bien o mal han transformado en gran medida el presente que ahora conocemos, la competencia

internacional para liderar la economía mundial, el logro de mejores estadísticas de calidad de vida, producción de bienes y entre otras han provocado que naciones completas innoven la manera en la que operan en el sector industrial, entre de los principales países que se acogieron a estas medidas fueron los Estados Unidos, China, Japón, Corea del Norte, Corea del Sur, Rusia y algunos países representantes de Europa oriental y de Asia.

Hay quienes pueden considerar la competitividad nacional como un fenómeno macroeconómico movido por factores variables como los tipos de cambio, las tasas de interés y los déficits gubernamentales, otros sostienen que la competitividad está en función de la mano de obra barata y abundante. Sin embargo, naciones como Alemania, Suecia y Suiza han perseverado y prosperado con salarios elevados y periodos donde escasea la mano de obra.

Las empresas japonesas son un ejemplo claro del porque un país puede llegar a ser una competencia internacional, la sustitución de trabajadores para recurrir a un campo automatizado ha planteado un gran cambio en la manera que operan las empresas en la producción masiva de bienes (Valencia, 2010).

Para lograr el incremento de la productividad y comercio internacional básicamente se necesita o requiere de una economía que constantemente pueda superarse a sí misma, Alemania se ha involucrado en la fabricación de productos diferenciados e implementado la automatización en procesos operativos lo que influye en gran medida en la elevación de la productividad del trabajador. Las empresas e industrias de una nación deben considerar el desarrollo de la capacidad necesaria para poder competir en nuevos y complejos sectores industriales, donde por lo general la productividad e ingresos suelen ser mayores.

El comercio internacional es un punto clave para que las naciones puedan aumentar su productividad y por ende formar una competitividad internacional, no solo producir productos que se consuman internamente, sino también conseguir la exportación de una diversidad de bienes. Por otro lado, también se debe tener claro que una nación no puede ser competitiva ni exportadora de todo (E.Porter, 2008).

2. La industria automotriz

La industria automotriz y sus exportaciones han sido un factor notable para un país desarrollado, estas industrias se han encargado de diseñar, desarrollar, fabricar, ensamblar y comercializar este tipo de producto, han sido una de las principales fuentes generadoras de empleo, aproximadamente en el año 2019 se vendieron más de 88.8 millones de vehículos de motor, donde los principales distribuidores son China, Estados Unidos, Japón, Alemania, India, Gran Bretaña, Francia, Brasil, Italia y Canadá en el top 10 de países.

Mediante estudios realizados se pudo detectar que en el año 2012 la producción de automóviles supero los 84 millones de unidades, así mismo se calcula que mediante esto se pudo haber generado más de 50 millones de plazas de trabajo donde se incluye

también a los trabajos indirectos que intervienen en el proceso. En el trascurso del crecimiento de estas industrias había diversos países que se disputaban los primeros puestos de principales productores de vehículos donde Estados Unidos sería el líder en los años sesenta cubriendo el 51.4% de la producción mundial y a continuación Alemania con el 14% seguidas por marcas como: Toyota, Ford, General Motors, Volkswagen, Renault y Chrysler.

En la actualidad la corporación Toyota cuenta como subsidiarias a Dahiatsu la más conocida. La corporación Wolkswagen cuenta con subsidiarias como: Audi, Buggatti, Lamborghini, Porsche y Skoda. La corporación General Motors cuenta con subsidiarias como: Chevrolet y Cadillac. La corporación Hyundai cuenta a Kia como subsidiaria. La corporación con mayores subsidiarias más reconocidas es Fiat, que cuenta con: Chrysler, Dodge, Ferrari, Jeep y Maserati. La corporación francesa PSA cuenta con: Peugeot y Citroën. Los japoneses de Nissan cuentan como subsidiaria a Datsun.

En el año 2019 con respecto a marcas las más vendidas fueron: Toyota, Volskwagen, Ford, Honda, Nissan, Hyundai, Chevrolet, Kia, Mercedes-Benz, BMW, en el top 10. Con respecto a modelos, el más vendido fue Toyota Corolla, Ford Serie F, Toyota Rav4, Honda Civic, Honda CR-V, Volkswagen Tiguan, Ram 1500/2500, Toyota Camry, Volkswagen Golf, Chevrolet Silverado.

Es necesario el conocimiento de la variedad de marcas y modelos, para llegar a imaginar el gran impacto que estos generan en el ámbito económico y tecnológico, así mismo la dependencia que estos requieren para estar en vanguardia (A., 2013).

2.1. Inteligencia de negocios en la industria automotriz

La aplicación de la inteligencia de negocios daría rienda suelta a la transformación de las compañías que se dedicaban a la producción de automóviles, esta tecnología da la oportunidad de realizar análisis de datos para que puedan tomar mejores decisiones en el campo corporativo y operativo, estableciendo estrategias de reorientación con respecto a los negocios trabajados directamente con el cliente. Las estrategias corporativas se refieren a "incrementar el valor del accionista, es decir incrementar las ganancias del capital en los mercados financieros, a incrementar el pago de los dividendos y el volumen del rendimiento" (Flores, 2019).

Las tecnologías de la información son un papel importante al realizar la recolección, almacenamiento y procesamiento de la información que se recolecta en las empresas, es por ello que las grandes firmas de fabricación de automóviles pueden generar un mejor procesamiento de transacciones. La información general o procesada de interés son: "inversión fija bruta, producción bruta, valor agregado, personal ocupado, con respecto al periodo, pudiendo identificar las variaciones porcentuales anuales" (Flores, 2019).

Los informes recolectados por este tipo de estrategia de negocios proporcionarían una visión clara de cuáles son las principales series de vehículos que están siendo adquiridos por sus consumidores, además con la implementación de la inteligencia de negocios en esta área facilita al acceso de la información interna y por consecuente la reducción

del margen de error que se podría ocasionar al realizar muestreos de cualquier tipo de transacción en reiteradas ocasiones.

Los alcances de la inteligencia de negocios son bastante amplias, trabajando con el nivel operativo, táctico y estratégico de cualquier tipo de empresas, es por ello que estas industrias pueden llegar a muchas más personas en el aspecto del marketing principalmente en redes sociales, por otro lado, esta tecnología nos permite realizar reportes mejorados, en el campo operativo por ejemplo se podría tener un conocimiento más amplio de cómo se está realizando el proceso de fabricación de los vehículos, analizando cada sector y verificando si el uso de la IA empleada está siendo la más óptima (Castro, 2015).

3. Aplicación de la IA en la industria automotriz

3.1. Antecedentes y actualidad

La industria automotriz surge entre los siglos XIX y XX (Ortiz, 2001). P. Norving declara, que la IA surge oficialmente como ciencia en 1956. (p. 17). Con las fechas presentadas anteriormente, se concluye que, a partir de 1956, la IA aporta a la industrialización automotriz. La industria automotriz ha destacado desde sus inicios hasta la actualidad, por ser referente en los avances tecnológicos. Se marca como hito histórico, la combinación de la mecánica con la electrónica, debido a que los procesos de fabricación se automatizan, dando aceleración a la fabricación de automóviles. La página oficial de General Motors (GM), cita: "los ingenieros de fabricación de GM ayudaron a definir la industria de la robótica. La colaboración de la compañía en 1961 con el "Padre de la Robótica" Joseph Engelberger dio como resultado el primer robot industrial utilizado en una planta de producción de GM, y es generalmente considerado como un hito tecnológico/industrial." En los inicios de la aplicación de la IA en la industria automotriz, encontramos como ejemplo los brazos robots, estos cumplían los conceptos de la IA, es decir tenían autonomía, ejecutaban acciones y procesos imitando las acciones humanas.

Los gobiernos siempre mostraron interés por el sector automotriz, en este caso se cita lo ocurrido en el gobierno argentino, donde invirtió en la industria automotriz para que se adecue vehículos que sirvan para el sector agrícola, así mismo la adecuación de vehículos como herramientas bélicas. Fiat fue su principal proveedor en ese caso (Maria Ines Barbero, 2007).

En la actualidad, la IA sigue siendo aplicada por la industria automotriz. La página oficial de Ford cita: "Los robots utilizan sensores de alta tecnología para detectar si se interponen dedos o manos en su camino y se detienen inmediatamente, garantizando la seguridad de los trabajadores humanos" (Ford, 2016). Hoy en día estos robots, también cumplen los conceptos de IA, perciben, "razonan" y resuelven problemas. [En aclaración al razonamiento de los robots sabemos que se someten a los algoritmos programados.]. Hoy en día la industria automotriz cuenta con brazos robots, plataformas deslizantes y muchos sistemas expertos más, que son empleados para la fabricación de automóviles. Entrando en detalle, un brazo robot cuenta con múltiples sensores, para

percibir el mundo exterior y cuenta con múltiples procesadores con algoritmos, para el procesamiento y posterior ejecución de la acción, por ejemplo: como primera acción, el brazo robot agarra el chasis y debe mantenerla a una altura de x metros, si no se cumplió acción, debe reportar el error; si se cumplió la acción, debe pasar al siguiente proceso, en otro ejemplo si se detecta colisión del brazo robot con otro objeto, debe el detener proceso, así se presentan muchos ejemplos de algoritmos. La IA suministra datos a las áreas competentes, como tiempo de procesos, procesos completados, etc., es decir la IA, trabaja articuladamente con la inteligencia de negocios, y su aporte es fundamental en este sector industrial.

3.2. Ventajas y desventajas.

Como ventajas de la aplicación de la IA, encontramos la automatización de procesos, optimizando tiempo y recursos. También se reducen los riesgos de accidentes laborales, salvaguardando la vida de los operarios. En el ámbito de la inteligencia de negocios, los sistemas de información resultan más exactos y eficientes, debido a que reciben datos oportunamente y garantizados. Optando por recursos de las tecnologías de la información encontramos software que ayudan al modelado de los automóviles, mostrando en tamaño real o posible forma del vehículo a fabricar, partiendo de esa idea, se considera en ventaja para el operario, debido a que con la obtención de un modelado rápido, ellos optimizan tiempo, dando más espacio a la creatividad y cambios que deseen aplicar, se considera también como desventaja para el software, debido a que carece de autonomía en la decisión, por ejemplo, si el modelado del vehículo con x altura no satisface la elección visual, el software no podría juzgar eso, en cambio el operario tendrá la capacidad de aprobarlo o no, es decir si le gusto o no.

Como principal desventaja es la reducción de mano laboral, es decir genera desempleo, porque las actividades que realizaban anteriormente los operarios, ahora los realizan los robots. Como desventaja, se expone el caso que los sistemas y/o maquinas con IA carecen de percepción natural o reacción rápida como lo tienen los humanos. Es decir, si se presenta un caso nuevo o no incluido en los algoritmos, podría fallar la producción y detener la cadena de procesos, pudiendo perjudicar a la empresa con pérdida de recursos o accidentes laborales, que conllevaría a problemas legales. Como inteligencia de negocios, la recepción del cien por ciento de datos suministrado por maquinas, resultaría como desventaja, debido a que la percepción y la opinión humana, se considera como buen aporte en el mundo de los negocios, por ende, no habría que descartarla para consideración de una decisión.

4. Innovaciones futuras de la AI en la industria automotriz

La IA llego al mundo automotriz para cambiar el estilo y la formada de producción de una empresa, dentro del campo de producción de una empresa se apunta al solo uso de robot para el manejo de producción y así evitando mano de obra humana dentro del área y evitar futuros accidentes , además de en un futuro abarcar la comunicación y el autoaprendizaje mediante informática en la nube también conocido como (CPSs), otro

de los grandes avances de la IA es la combinación con el IoT aportando de gran manera al dinamismo de la empresa automotriz (Cornieles, 2019).

Para analizar la evolución y su visión futura nos planteamos tres dimensiones de estudio desde el área de venta hasta el área de ensamblado, como principal punto tenemos un ensamblado o montaje donde la IA nos ahorrar tiempo , pero en el sector de ventas o de pedidos tenemos un consumo de tiempo alto el cual en el futuro se desea reducir aplicando la IA, sector privado y academia para el desarrollo tecnológico se llegó a la conclusión que la aplicación de BI en la industria reduciría el personal dentro de estos departamentos que a su vez se los reubicaría en otros puestos donde el consumo de horas de trabajo de fabricación sea alto para reducirlo de mejor manera . "A su vez, es preciso aclarar en cada caso cuáles son los límites técnicos, jurídicos y morales que presenta la aplicación de estas tecnologías para comprender los problemas de implementación que presentan" (Cornieles, 2019).

4.1. La industria automotriz con una mínima integración de IA

Dentro de la industria automotriz los procesos que con llevan más automatizaciones requerirían de mucho más tiempo además de que los recursos de inteligencia humana crecerían y eso significaría gastos para la industria además de acelerarnos en un gran porcentaje la fabricación de automóviles.

Europa y los países que pertenecen a esta región resultaron ser eficientes en el pronóstico del uso de la AI como un nueva herramienta para la gestión y desarrollo, lo cual es una reafirmación de la potencialidad de que el uso de esa estrategia y estas herramientas general un gran cambio económico dentro de las empresas, Tomando en cuenta que los grados de ventaja de estos países comparados con Latinoamérica son muy altos , gracias a que ellos se toman muy enserio la aplicación de AI para su avance tecnológico (Yohana, 2019).

Latinoamérica y países como Chile y Colombia resultaron ser eficientes. Sin embargo, los esfuerzos son puntuales y su eficiencia radica en que las pocas inversiones en AI se esperan generen un crecimiento económico. Esta región se dio cuenta que la inversión dentro de la AI es muy favorable para su desarrollo global dentro de las industrias automotrices (Yohana, 2019).

Como podemos notar el uso de la IA ayuda mucho, si no aplicaríamos en su totalidad la IA será parecido resultado a obtener de acuerdo a lo citado, por aquello es que entre más robotizado se encuentre la empresa las mejoras serán notables dentro de la elaboración de los automóviles.

Las potencias del mundo tienen abarcado esta industria en su totalidad con AI, por aquello las pequeñas industrias automotrices deben de acoplarse a los gladiadores de esta industria ya que la competitividad es otro de los factores que afectaría a la empresa ejemplo Ford manufactura 10 vehículos en dos días en cambio Chevrolet manufactura 5 en dos días, la primera industria tiene un 80 % de manufactura con AI, mientras su competencia tiene un 40% de aplicación de AI , claro ejemplo de que pasaría si no se aplicara la AI dentro de la industria.

5. Aporte de la IA a la inteligencia de negocios dentro de la industria automotriz

Grandes empresas están invirtiendo millones de dólares para entrar en el mercado automotriz autónomo como Volvo con su piloto automático, Nissan también con su coche de piloto automático, Tesla con conducción autónoma, Volkswagen con su sistema de piloto automático temporal, entre otras como Audi, Uber Technologies Inc.

Existen países donde recientemente se ha iniciado una etapa de automatización o robotización en procesos productivos, lo que les permite a todas estas empresas a tener una amplia estrategia y visión de cómo hacer que su empresa desarrolle con gran potencia. Estas nuevas formas de hacer negocios traen consigo muchas maneras de inversión al país dentro de muchos ámbitos tanto tecnológicos como administrativos (Rodríguez Bonilla, 2020).

Si bien las ventajas descritas en cuanto a costo, calidad y productividad del sector parecieran un indicador favorable para la adopción de la IA, la realidad es distinta.

Bosch Connected World en una conferencia internacional realizado en el 2017 en Berlín, la compañía mostró un computador para automóviles automatizados. Gracias al aporte de la IA, el computo aplica métodos de aprendizaje automáticos a través de un chip que posee la capacidad de generar algoritmos. Se prevé para los automovilistas que el dispositivo nuevo guíe durante el tráfico hasta en situaciones complejas o nuevas para el coche.

6. Conclusiones

Finalmente podemos concluir que la AI esta tan ligada a la industria automotriz que podemos decir que gracias a ella ha podido llegar muy lejos industria como Ford, Cuando la industrias automotrices se enmarcaron en un cambio nunca se dieron del problema que causarían con esto me refiero a los problemas que conllevo este giro, ya que toco una reducción de personal o una reubicación de los mismo aunque estoy no fue tan grave de igual manera fue unos de las principales motivos por las cuales otras empresas le temen a la integración de AI dentro de su estructura de trabajo, el invertir en una integración que no puede resultar o mucho menos funcionar.

Se concluye que la combinación de la mecánica con la electrónica ha sido uno de los hitos más revolucionarios en la tecnología, uno de los grandes cambios más eficientes y productivos de estos últimos tiempos. Las grandes demandas que generaba la industria automotriz, obligo a las altas gerencias a buscar alternativas y la mejor solución qué encajo fue la IA, porque reemplazaba la mano de obra manual y a la vez potenciaba su industria.

La IA proporciona seguridad al momento de trabajar previniendo accidentes dentro de la industria automotriz, por lo que se concluye que fue necesario el cambio aplicado.

Referencias

A., R. B. (2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. *Economia UNAM, 10*, 75-92.

Castro, J. (12 de Agosto de 2015). *Corponet*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://blog.corponet.com.mx/que-es-la-inteligencia-de-negocios

Cornieles, P. (17 de Abril de 2019). *ia-latam*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://ia-latam.com/2019/04/17/inteligencia-artificial-cambiando-la-faz-de-la-industria-automotriz/

Digitaltoo. (2017). Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de http://www.digitaltoo.com/2017/03/16/bosch-presento-computador-autos-inteligencia-artificial/

Direito. (23 de Abril de 2019). *Revista direito*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de file:///C:/Users/NEPTUNO/Downloads/Dialnet-ElImpactoDeLaInteligenciaArtificialEnElTrabajo-7210980.pdf

E.Porter, M. (3 de Diciembre de 2008). *La ventaja competitiva de las naciones*. Obtenido de http://fcaenlinea1.unam.mx/anexos/1254/1254_u12_act1.pdf

Flores, A. M. (2019). Financiarización, empleo y relaciones laborales en la industria automotriz en Mexico. *olafinanciera, 12*, 1-34. Recuperado el 06 de Septiembre de 2020, de http://www.olafinanciera.unam.mx/new_web/34/pdfs/PDF34/MarcialOlaFin34.pdf

Fonseca, M. (10 de Enero de 2020). *El uso de Inteligencia Artificial (IA) en la industria automotriz suele estar ligado a productos dirigidos a una base de usuarios ávidos por adquirir lo más novedoso e innovador del mercado para mejorar su experiencia como usuario dentro del vehículo*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://www.capgemini.com/mx-es/2020/01/inteligencia-artificial-necesaria-para-la-excelencia-operacional-en-la-industria-automotriz/

Ford. (14 de Julio de 2016). *Ford media center*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/es/es/news/2016/07/14/ford-aplica-la-industria-4-0-para-que-operarios-y-robots-puedan-.html

Jorquera, F. J. (2012). Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/108111/Droguett%20Jorquera%2c%20F..pdf?sequence=3&isAllowed=y

Lozano, V. P. (2016). *uide*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1412/1/T-UIDE-1103.pdf

Maria Ines Barbero, J. M. (2007). *Trayectoria de la indrustria automotriz en la argentina Desde sus inicios hasta finesde la decada de los 1990*. Argentina: Prometeos Libros.

Valencia, J. (2010). *Administración de pequeñas y medianas empresas*. Cengage: Learning Editores.

Yohana, F. d. (14 de Mayo de 2019). *Análisis de eficiencia de la inteligencia artificial como factores de produccion de paises*. Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/270308735.pdf

Bibliografía

A., R. B. (2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. *Economia UNAM, 10*, 75-92.

Castro, J. (12 de Agosto de 2015). *Corponet*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://blog.corponet.com.mx/que-es-la-inteligencia-de-negocios

Cornieles, P. (17 de Abril de 2019). *ia-latam*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://ia-latam.com/2019/04/17/inteligencia-artificial-cambiando-la-faz-de-la-industria-automotriz/

Digitaltoo. (2017). Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de http://www.digitaltoo.com/2017/03/16/bosch-presento-computador-autos-inteligencia-artificial/

Direito. (23 de Abril de 2019). *Revista direito*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de file:///C:/Users/NEPTUNO/Downloads/Dialnet-ElImpactoDeLaInteligenciaArtificialEnElTrabajo-7210980.pdf

E.Porter, M. (3 de Diciembre de 2008). *La ventaja competitiva de las naciones*. Obtenido de http://fcaenlinea1.unam.mx/anexos/1254/1254_u12_act1.pdf

Flores, A. M. (2019). Financiarización, empleo y relaciones laborales en la industria automotriz en Mexico. *olafinanciera, 12*, 1-34. Recuperado el 06 de Septiembre de 2020, de http://www.olafinanciera.unam.mx/new_web/34/pdfs/PDF34/MarcialOlaFin34.pdf

Fonseca, M. (10 de Enero de 2020). *El uso de Inteligencia Artificial (IA) en la industria automotriz suele estar ligado a productos dirigidos a una base de usuarios ávidos por adquirir lo más novedoso e innovador del mercado para mejorar su experiencia como usuario dentro del vehículo*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://www.capgemini.com/mx-es/2020/01/inteligencia-artificial-necesaria-para-la-excelencia-operacional-en-la-industria-automotriz/

Ford. (14 de Julio de 2016). *Ford media center*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/es/es/news/2016/07/14/ford-aplica-la-industria-4-0-para-que-operarios-y-robots-puedan-.html

Jorquera, F. J. (2012). Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/108111/Droguett%20Jorquera%2c%20F..pdf?sequence=3&isAllowed=y

Lozano, V. P. (2016). *uide*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1412/1/T-UIDE-1103.pdf

Maria Ines Barbero, J. M. (2007). *Trayectoria de la indrustria automotriz en la argentina Desde sus inicios hasta finesde la decada de los 1990*. Argentina: Prometeos Libros.

Valencia, J. (2010). *Administración de pequeñas y medianas empresas*. Cengage: Learning Editores.

Yohana, F. d. (14 de Mayo de 2019). *Análisis de eficiencia de la inteligencia artificial como factores de produccion de paises*. Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/270308735.pdf

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 30/09/2020
Aceitação/Acceptance: 21/11/2020

Fusión de imágenes satelitales Sentinel y PlanetScope del Área Metropolitana de Barranquilla usando la Transformada Wavelet Meyer

Harold Andrés León-Vega[1], Maria Isabel Rodríguez-Laitón[2], Javier Medina[3]

haleonv@correo.udistrital.edu.co; mirodriguezl@correo.udistrital.edu.co; rmedina@udistrital.edu.co

[1-2-3] Proyecto Curricular Ingeniería Catastral y Geodesia, Facultad de ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC). Sede principal: Carrera 7 No. 40B - 53. Bogotá D. C., Colombia

Pages: 159-173

Resumen: Este artículo tiene como objetivo presentar la implementación de un algoritmo de fusión basado en la Transformada Wavelet dmey, la transformación del modelo de color RGB a IHS y el Análisis de Componentes Principales conjuntamente para la obtención de una nueva imagen fusionada a partir de los sensores Sentinel 2A y PlanetScope correspondientes al Área Metropolitana de Barranquilla conservando en gran medida la calidad espectral e inyectando información espacial de 10 a 2.5 m permitiendo generar un producto final en el que se evidencian cambios en las diferentes coberturas de la escena. Al evaluar la imagen fusionada resultante a partir los coeficientes de Correlación, ERGAS y el índice de calidad universal Q se obtuvieron resultados sobresalientes frente a los métodos convencionales de fusión como transformada de Brovey comparativamente, posibilitando una mejora en la interpretación de características, coberturas y usos presentes en la escena. Por sus resultados sobresalientes, el algoritmo puede ser aplicado en cualquier otra imagen satelital.

Palabras-clave: Wavelet, dmey; RGB to IHS; ACP; Fusión; Imágenes de Satélite.

Fusion of Sentinel and PlanetScope satellite images of the Barranquilla Metropolitan Area using the Transformed Wavelet Meyer

Abstract: This article aims to present the implementation of a fusion algorithm based on the Wavelet dmey Transformation, the transformation of the RGB colour model to IHS and the Principal Component Analysis together to obtain a new fused image from the Sentinel 2A and PlanetScope sensors corresponding to the Barranquilla Metropolitan Area, conserving to a great extent the spectral quality and injecting spatial information from 10 to 2.5 m allowing the generation of a final product in which changes in the different coverage of the scene are evident. When evaluating the resulting fused image from the Correlation Coefficients, ERGAS and the Universal Quality Index Q, outstanding results were obtained compared to conventional fusion methods such as Brovey's transform, allowing an improvement

in the interpretation of characteristics, coverage and uses present in the scene. Due to its outstanding results, the algorithm can be applied to any other satellite image.

Keywords: Wavelet, dmey; RGB to IHS; PCA; Fusion; Satellite Images.

1. Introducción

En los sistemas de teledetección, los satélites pueden obtener dos tipos de imágenes en modalidades diferentes. Por un lado, capturar imágenes multiespectrales que poseen una alta resolución espectral y una baja resolución espacial, por otro, imágenes pancromáticas con alta resolución espacial pero baja resolución espectral. En los últimos 10 años, el desarrollo de técnicas en fusión de imágenes a partir de estos dos tipos de imágenes de satélite ha cobrado importancia y profundidad para el monitoreo de diferentes fenómenos ambientales con especial interés en el diagnóstico de las coberturas vegetales con diferentes niveles de clorofila que presentan mayor degradación al momento de la fusión usando algoritmos convencionales como Brovey (Khan et al., 2019), métodos de sustitución de componentes (Wady et al., 2020), entre otros. No obstante, los métodos a partir de Transformadas Wavelet han presentado los mejores resultados sobre los demás hasta el momento (Medina-Daza, 2017).

La implementación del modelo de color IHS (Intensidad, Tono, Saturación) a partir del componente de intensidad y las los algoritmos basados en ondículas han demostrado conservar más la calidad espectral sin sacrificar la mejora espacial obtenida a partir del Análisis de Componentes Principales, técnica utilizada para la generación de falsas pancromáticas que garantiza la correlación entre las bandas originales de la imagen a color, contribuyendo sustancialmente a mantener la información espectral de la imagen fusionada (González Herreño & Bueno Moreno, 2017).

Trabajos análogos se han desarrollado tales como (Munyati, 2004) describe el uso con Análisis de Componentes Principales (PCA) para imágenes como método en detección de cambios, donde el análisis de correlación entre bandas por separado para cada imagen es muy útil para indicar el cambio producido en las coberturas presentes en la escena, aunque dicha interpretación es difícil sin hacer referencia a las imágenes de entrada. De la misma forma, (Zhang & Hong, 2005) plantean un algoritmo de fusión basado en la transformación de la imagen multiespectral en los componentes IHS, una ecualización de histograma para hacer coincidir el histograma de la imagen pancromática con el del componente de intensidad (I) para obtener una nueva imagen pancromática y la descomposición del componente de intensidad (I) en planos de ondas en donde el resultado es rico en color y tienen una buena integración de características espaciales y de color. Sin embargo, las distorsiones de color son significativas.

(Ganesan P & Rajini, 2014) y (Kalist et al., 2015) presentan un estudio comparativo de la segmentación de las imágenes satelitales a partir del algoritmo de agrupación de clústeres difusos de c-medias (ACD) a partir de la transformación de color RGB a HSV (Value) donde el resultado experimental muestra la eficiencia de la propuesta Finalmente el resultado de la segmentación se evalúa usando varios parámetros de calidad de imagen para comparar el resultado de las imágenes RGB y HSV. Para el segundo autor, el

resultado muestra claramente que el espacio de color HSV es más eficiente y efectivo para la segmentación de imágenes de satélite a partir de la aproximación de la segmentación de imágenes con la transformación de color RGB a HSL (Luminancia) y (ACD).

El resultado del proceso de segmentación en el espacio de color RGB y HSL se compara usando un grupo de calidad de imagen medidas para probar la eficiencia del enfoque propuesto. (Wady et al., 2020) combina el IHS clásico y los métodos de descomposición de ondículas es mejorar la resolución espacial inyectando más información espacial al tiempo que se garantiza una mayor conservación del color, pero no explica que tipo de Wavelet implementó.

Este trabajo plantea una técnica a partir de la transformada Wavelet dmey, el modelo de color IHS, y el Análisis de Componentes Principales para la generación de una falsa pancromática logrando una equilibrada calidad en la fusión de imágenes satelitales. Se parte de una explicación comprensiva del modelo de color IHS, siguiendo a la fundamentación matemática de la Transformada Wavelet dmey y se esbozan los elementos fundamentales del Análisis de Componentes Principales. Finalmente se muestra la implementación desarrollada, se evalúan los resultados y se discuten los propósitos y alcances con las conclusiones.

2. Transformación de modelo de color RGB a IHS

El Modelo de Color IHS (Hue, Saturation, Intensity) por sus siglas en inglés fue desarrollado en 1938 basado en cómo se organizan y conceptualizan los colores en la visión humana a partir tres componentes (Tono, Saturación y Luminosidad) y es una de las técnicas más utilizados para la fusión de imágenes. En los últimos años, se ha posicionado como un procedimiento estándar en el análisis de imágenes para mejora de características como resolución espacial y la nitidez de la imagen (Zhang & Hong, 2005). El tono corresponde a lo que se llama color y se define como un círculo donde los tres colores RGB primarios se distribuyen en ángulos de 0° para el rojo, 120° para el verde y 240° para el azul. La saturación refleja pureza del color, donde una saturación elevada hace que el color sea vivo e intenso, mientras que un color menos saturado aparece más apagado y gris. La intensidad o luminosidad se define como el promedio entre el mayor y el menor componente de color RGB, es decir, la posición del color entre blanco y negro (Kalist et al., 2015). Las expresiones de transformación están dadas por las ecuaciones (1-3):

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B) \tag{1}$$

$$H = \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2+(R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\} \tag{2}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)}[min\ (R, G, B)] \tag{3}$$

3. Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica matemática para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Para el caso de las imágenes, permite que los datos redundantes en ella se compacten en menos bandas. Hay dos tipos de métodos para realizar ACP, el método matricial y el método de datos. Las bandas de datos del ACP no están correlacionadas, son independientes y a menudo son más interpretables que los datos de origen. El primer paso es el cálculo de una matriz de varianza covarianza utilizando los conjuntos de datos de entrada, el segundo paso es el cálculo de los valores y vectores propios y el tercero es el cálculo de los componentes principales. Los componentes principales calculados utilizando la matriz de covarianza se denominan componentes principales no estandarizados y los calculados utilizando la matriz de correlación se denominan componentes principales estandarizados (Shahdoosti & Ghassemian, 2016).

3.1. Primer Componente Principal

El primer componente principal define un nuevo eje del espacio espectral donde los puntos en el diagrama de dispersión ahora reciben nuevas coordenadas, que corresponden a este nuevo eje. Dado que en el espacio espectral las coordenadas de los puntos son los valores del archivo de datos, de este proceso se derivan nuevos valores en el archivo de datos. Estos valores se almacenan en la primera banda de componentes principales de un nuevo archivo de datos (Munyati, 2004).

4. Transformada Wavelet dmey

La Transformada Wavelet de Meyer ejerció una influencia importante durante el desarrollo de wavelets base con ortonormalidad clásica. Dicha transformada tiene varias características como una convergencia rápida en dominio de frecuencia, regularidad, localización en el dominio del tiempo y la más importante, diferenciable en dicho dominio (Teng & Yuan, 2009). (Meyer, 1985) desarrolló la transformada en el marco de análisis multiresolución, elemento que dio una explicación satisfactoria de todas estas construcciones y proporcionó una herramienta para construcción de otras bases. La función Wavelet de Meyer $\hat{\psi}(\xi)$ y la función de escala $\phi(\xi)$ tienen una mejor localización de características las cuales son definidas en el dominio de frecuencia. Usualmente, se puede obtener la función Wavelet por su función de escala. La función de escala está dada por la ecuación 4):

$$\hat{\psi}(\xi) = \begin{cases} (2\pi)^{-1/2} e^{i\xi/2} \operatorname{sen}\left[\frac{\pi}{2} v\left(\frac{3}{2\pi}|\xi| - 1\right)\right], & si \quad \frac{2\pi}{3} < |\xi| < \frac{4\pi}{3} \\ (2\pi)^{-1/2} e^{i\xi/2} \cos\left[\frac{\pi}{2} v\left(\frac{3}{4\pi}|\xi| - 1\right)\right], & si \quad \frac{4\pi}{3} \leq |\xi| \leq \frac{8\pi}{3} \\ 0 \quad , & en\ otro\ caso \end{cases} \tag{4}$$

Donde $v(x)$ es un Marco Ajustado que conduce a una familia de marcos ajustados Wavelet. Siendo $v(x)$ una función definida en el espacio $\mathbb{R}$ que satisface:

$$v(x) = \begin{cases} 0, & si\ x \leq 0, \\ 1, & si\ x \geq 1 \end{cases} \quad (5)$$

Con la propiedad adicional que:

$$v(x) + v(1-x) = 1 \quad (6)$$

La función de escala de la Transformada Wavelet dmey se muestra en la ecuación 7):

$$(\xi) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} & , si \quad |\xi| < \frac{2\pi}{3} \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cos\left[\frac{\pi}{2}\xi\left(\frac{3}{2\pi}|\xi| - 1\right)\right], & si \quad \frac{2\pi}{3} < |\xi| < \frac{4\pi}{3} \\ 0 & , \quad en\ otro\ caso \end{cases} \quad (7)$$

Tanto la función Wavelet madre como la función auxiliar cumplen la propiedad descrita anteriormente de regularidad y de identidad. La función de escala en el dominio es obtenida encontrando la inversa de la transformada de Fourier tal y como se muestra en la ecuación 8):

$$\psi(\xi) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} \hat{\psi}(\xi) e^{i\xi t} d\xi = \frac{1}{\pi}\int_{0}^{4\pi/3} \hat{\psi}(\xi)\cos(\xi t) d\xi \quad (8)$$

Para la fusión de imágenes, la descomposición de Wavelets continuas resultan ser una técnica útil de procesamiento en señales multiescala proporcionando una representación de imagen completa según su escala y orientación. Se implementa haciendo uso de bancos de filtros en cascada de paso alto y paso bajo, satisfaciendo ciertas limitaciones. La transformada Wavelet dmey discreta en cambio, se basa en un conjunto de funciones discretizadas que se convolucionan con la señal de entrada para muestrear la señal a medida que pasa por cada escala utilizando descomposiciones con muestreo diádico y recopilando detalles de la imagen como contornos y formas a partir de su localización espacial. En el método de combinar imágenes por medio de la transformada Wavelet de una imagen pancromática de alta resolución con una imagen multiespectral que posee una baja resolución se tiene en cuenta la relación entre el tamaño del píxel tanto de la pancromática como la multiespectral. (Pradhan, 2006).

5. Materiales y Métodos

En este capítulo se realizará la descripción tanto del área, materiales y procesos empleados para dar solución al problema planteado.

5.1. Materiales

Barranquilla es la capital del departamento del Atlántico en Colombia, considerada como un distrito especial, industrial y portuario y se encuentra ubicada sobre la margen occidental del río Magdalena a 7,5 km de su desembocadura en el mar Caribe. Su Área

Metropolitana es la primera conurbación de la Región Caribe densamente poblada con un área de influencia político-administrativa debido a las estrechas relaciones de orden físico, económico y social. Las imágenes satelitales Sentinel 2A y PlanetScope fueron obtenidas gracias al Programa de Educación e Investigación Planet Team (2017), con fecha de captura del 15 de julio de 2020. Las imágenes utilizadas corresponden al área en rojo que se encuentra en la Figura 1:

Figura 1 – Zona de estudio.

5.1. Métodos

Para la fusión de imágenes se utilizó el enfoque del análisis multiresolución mediante el algoritmo de Mallat para obtener los coeficientes de descomposición vertical, horizontal y diagonal de la transformada Wavelet dmey en el nivel de descomposición 8. En cada nivel, la imagen se descompone en un conjunto de subimágenes que representan detalles a diferentes escalas y proporciona información sobre los componentes de la imagen en diferentes orientaciones espaciales (Moulin, 2009) hasta llegar al nivel 8 donde se presenta el mayor detalle. (Daubechies, 1992) proporciona una comprensión operativa y más profunda de las descomposiciones de ondículas desde un punto de vista matemático.

Las descomposiciones fueron implementadas en el Wavelet Toolbox de Matlab (Misiti et al., 1996)), (Resnikoff & Wells, 1998). Posteriormente se realiza la evaluación de calidad de la imagen fusionada resultante calculando los índices estadísticos desarrollados e implementados en Matlab por (Vaiopoulos, 2011). Finalmente, la comparación se hace basada en análisis visual y de los estadísticos descritos para concluir los resultados de la Transformada Wavelet dmey nivel 8y el Análisis de Componentes Principales con el Modelo de Color HSI aplicados a la fusión de imágenes frecuentemente utilizados para diferentes finalidades.

La etapa inicial de preprocesamiento fue llevada a cabo en el software ERDAS 2015 y la parte de procesamiento y fusión fue realizada en el software Matlab 2019. Los pasos llevados a cabo en la Figura 2 se muestran de ejemplo para el nivel de descomposición 2.

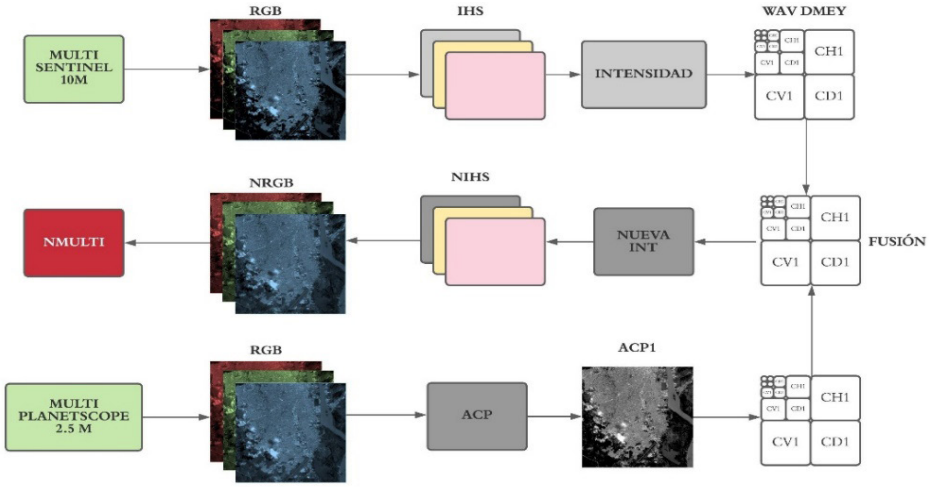


Figura 2 – Diagrama de flujo de la Metodología desarrollada.
Fuente: Elaboración propia

En primera instancia de preprocesamiento se delimitó el área de estudio haciendo el recorte correspondiente tanto en la imagen Sentinel 2A y PlanetScope a un tamaño diádico. Luego se realiza una transformación para el tipo de dato en la imagen pasando de entero 16 bit a 8 bits; siguiente a esto se modifica de tamaño de celda de 10 a 2.5m de la imagen Sentinel 2A, equivalente al tamaño de celda de la imagen PlanetScope. A partir del Análisis de Componentes Principales se extrajo el Componente Principal 1 la cual se tomó como falsa pancromática para obtener la información espacial al momento de realizar la fusión. Para el procesamiento se ejecutó la transformación del Modelo de color RGB a IHS en la imagen Sentinel 2A rescatando la información espectral del área de estudio; luego tanto el componente Intensidad como el ACP1 son los que se les aplicara la descomposición a través de la transformada Wavelet dmey nivel 8 como se explica en el punto 4; se concatenan ambas descomposiciones para la generación de la nueva banda intensidad (I) y finalmente se realiza la transformación inversa de NIHS a la nueva RGB como imagen fusionada resultante.

6. Resultados

La evaluación de la calidad de las imágenes fusionadas es un problema muy debatido, ya que el índice de calidad de imagen confiable varía según el autor el cual define qué tipo de comparaciones se realizan con la imagen fusionada y la imagen de referencia. Debido a esto, la evaluación de la fidelidad frente ambas imágenes generalmente requieren el cálculo de índices distintos (Ganesan P & Rajini, 2014; Khan et al., 2019; Wady et al., 2020). Las correlaciones entre las diferentes bandas de las imágenes fusionadas y las bandas de la imagen original fueron calculadas y se muestran en la

Tabla 1 y a pesar de que el método de transformación de Brovey no se realiza a partir de la conversión del modelo RGB a IHS se pudo observar una alta correlación tanto espacial como espectralmente.

A partir de la implementación de la Transformada Wavelet dmey nivel 8 se obtiene una imagen de muy buena calidad espacial y espectral evaluada de manera cualitativa y cuantitativamente para efectos de este trabajo. La implementación de los índices y el análisis de los resultados para las imágenes fusionadas se hicieron aplicando el Wavelet Toolbox de Matlab utilizando los índices Q, ERGAS y CC implementados por (Vaiopoulos, 2011). De la misma forma se hizo la evaluación con los índices descritos a la imagen fusionada con el método transformada Brovey (ver Tabla 1).

6.1. Coeficiente de Correlación

Define la dependencia lineal entre la imagen original y la procesada. Es considerado como un índice confiable y se usa comúnmente el cual oscila entre los valores de $[-1,1]$. El valor 0 indica que no hay absolutamente ninguna correlación entre los datos x e y, mientras que el valor 1 indica que $x = y$. El valor -1 indica que x es exactamente lo contrario a y.

El coeficiente de correlación está definido en la ecuación 9) como:

$$CC = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \tag{9}$$

6.2. Índice ERGAS

Le Erreur Relative Globale Adimensionnelle de Synthèse Traduce al español como Error Adimensional Relativo Global de Síntesis, fue un índice propuesto por (Wald, 2002) para describir el error general de una imagen fusionada cumpliendo 3 requisitos: Independencia de las unidades de acuerdo con los coeficientes de calibración, Independencia del número de bandas espectrales bajo consideración e independencia de las resoluciones de las imágenes permitiéndolas comparar en diferentes resoluciones. los mejores resultados son cuando el valor está más cerca de 0 (Alparone et al., 2007). El índice ERGAS refleja la calidad de la imagen fusionada en términos de error promedio normalizado de cada banda procesada. El aumento en el valor de ERGAS indica distorsión en la imagen fusionada. Este índice se presenta tanto espectral como espacial en las ecuaciones 10)-11).

$$ERGAS_{Espectral} = 100\frac{h}{l}\sqrt{\frac{1}{\text{N Bandas}}\sum_{i=1}^{\text{N bandas}}\left[\frac{\left(\text{RMSE PAN}\left(\text{Banda}^i\right)\right)\left(\text{RMSE }\left(\text{Banda}^i\right)\right)}{\left(\text{MULT}^i\right)^2}\right]} \tag{10}$$

$$ERGAS_{Espacial} = 100\frac{h}{l}\sqrt{\frac{1}{\text{N Bandas}}\sum_{i=1}^{\text{N bandas}}\left[\frac{\left(\text{RMSE PAN}\left(\text{Banda}^i\right)\right)\left(\text{RMSE }\left(\text{Banda}^i\right)\right)}{\left(\text{MULT}^i\right)^2}\right]} \tag{11}$$

6.3. Índice de calidad universal Q

Es un índice robusto ya que describe la calidad de la imagen procesada. Es un índice robusto que utiliza una combinación de tres factores diferentes: pérdida de correlación, distorsión de luminancia y distorsión de contraste además del promedio y las desviaciones estándar de cada banda. Al igual que el coeficiente de correlación, tiene un rango dinámico de $[-1,1]$ con las mismas interpretaciones en los valores donde dicho índice se calcula globalmente para la imagen. La expresión correspondiente se presenta en la ecuación 12):

$$Q = \frac{4\sigma_{xy}\overline{x}\overline{y}}{\left(\sigma_x^2 + \sigma_y^2\right)\left[\overline{x}^2 + \overline{y}^2\right]} \quad (12)$$

6.4. Discusión

El coeficiente de correlación para la imagen fusionada con el método transformada Wavelet dmey nivel 8 presentó un valor espacial de 0.5904 y espectral 0.4531, dentro de un rango aceptable para en la evaluación de la fusión. La imagen fusionada con el método transformada de Brovey presentó un valor espacial de 0.9912 y espectral de 0.7624, mostrando así que la imagen presenta una alta correspondencia frente a la imagen original (ver Tabla 1).

Para el índice ERGAS la imagen fusionada con el método transformada Wavelet dmey nivel 8 presentó un valor espacial de 46.4295 y espectral 93.5020, lo cual es evidente como en la Figura 3-d donde hubo un realce en el tono y un cambio en los colores estos son semejantes a los de la imagen original (Figura 3-a) que aportan a la discriminación correcta de usos y coberturas. Para la imagen fusionada con el método transformada de Brovey presentó un valor espacial de 13.3940 y espectral de 22.9975 en donde se refuerza la correspondencia con la imagen original tal y como lo mostró el coeficiente de correlación.

Finalmente, el índice Q en la imagen fusionada con el método transformada Wavelet dmey nivel 8 dio un valor espacial de 0.3473 y espectral 0.2171 indicando que la imagen es concomitante con los valores presentados por los otros índices. La imagen fusionada con el método transformada de Brovey presentó un valor espacial de 0.8174 y espectral de 0.6390 donde a partir de la robustez del índice son claras las ventajas mostradas en imagen fusionada con el método transformada Wavelet dmey nivel 8 tanto espacial como espectralmente ya que este se le aplica la misma interpretación de Coeficiente de Correlación.

IMAGEN	**Imagen fusionada transformada Wavelet dmey nivel 8**		**Imagen fusionada transformada Brovey**	
Índice	*Evaluación espacial*	*Evaluación espectral*	*Evaluación espacial*	*Evaluación espectral*
CC	0.5904	0.4531	0.9912	0.7624

IMAGEN	Imagen fusionada transformada Wavelet dmey nivel 8		Imagen fusionada transformada Brovey	
ERGAS	46.4295	93.5020	13.3940	22.9975
Q	0.3473	0.2171	0.8174	0.6390

Tabla 1 – Evaluación Cuantitativa de las imágenes fusionadas
T. Wavelet dmey nivel 8 y T. Brovey

Siguiendo la evaluación, el mismo análisis se realizó para cada una de las bandas de las imágenes fusionadas donde espacialmente tanto el índice Q resulta acertado para la imagen fusionada con el método transformada Wavelet dmey nivel 8 como espacial como espectralmente. No obstante, el valor reflejado es regular para la imagen fusionada con el método transformada de Brovey (ver Tabla 2). De la misma manera, el índice ERGAS mostró productos destacables para la imagen fusionada con el método transformada de Brovey, pero para la imagen fusionada con el método transformada Wavelet dmey nivel 8 el resultado no fue significativo dado el cambio los cambios presentados en el tono y el realce del color (ver Tabla 3). Se presentó un resultado inverso respecto a los índices en cada uno de los resultados entre el método convencional de fusión transformada de Brovey y la metodología desarrollada en la Figura 2 que corresponde a la transformada Wavelet dmey.

EVALUACIÓN ESPECTRAL	Imagen fusionada transformada Wavelet dmey nivel 8		Imagen fusionada transformada Brovey	
Banda	*Q*	*ERGAS*	*Q*	*ERGAS*
R	0.0899	115.4133	0.6333	24.4865
G	0.1525	87.8554	0.6424	20.6406
B	0.4090	77.2371	0.6412	23.8655

Tabla 2 – Evaluación espectral de bandas RGB para las imágenes fusionadas
T. Wavelet dmey nivel 8 y T. Brovey

EVALUACIÓN ESPACIAL	Imagen fusionada transformada Wavelet dmey nivel 8		Imagen fusionada transformada Brovey	
Banda	*Q*	*ERGAS*	*Q*	*ERGAS*
R	0.2215	49.5871	0.7467	15.7241
G	0.2441	49.8553	0.8290	12.8486
B	0.5763	39.8461	0.8765	11.6093

Tabla 3 – Evaluación espacial de bandas RGB para las imágenes fusionadas
T. Wavelet dmey nivel 8 y T. Brovey

Para resultados obtenidos con la implementación de la transformada Wavelet dmey hecha en 8, tanto visual como estadísticamente se obtiene un comportamiento muy interesante a nivel detalle, especialmente en la delimitación de formas y contornos complementados en el realce y la correspondencia del color frente a la imagen original ya el algoritmo realiza la sustracción del tono, la saturación y luminosidad permitiendo que el producto final obtenga mayor calidad espectral conservando mejores valores en los detalles de color de dichos objetos evidenciándose en el producto final Figura 3-d) y 4-d). Para el caso del estadio en la imagen fusionada Brovey Figura 3-c) se logra una reducción en la reflectancia y un delineamiento de los contornos de las canchas, avenidas, pista de patinaje y el parqueadero, pero sus colores son opacos. En la imagen fusionada a partir de la transformada Wavelet dmey nivel 8 (Figura 3-d) se logra identificar colores más vivos y correspondientes con la imagen original (Figura 3- a) a diferencia que en las Figuras 3-c) y 4-c).

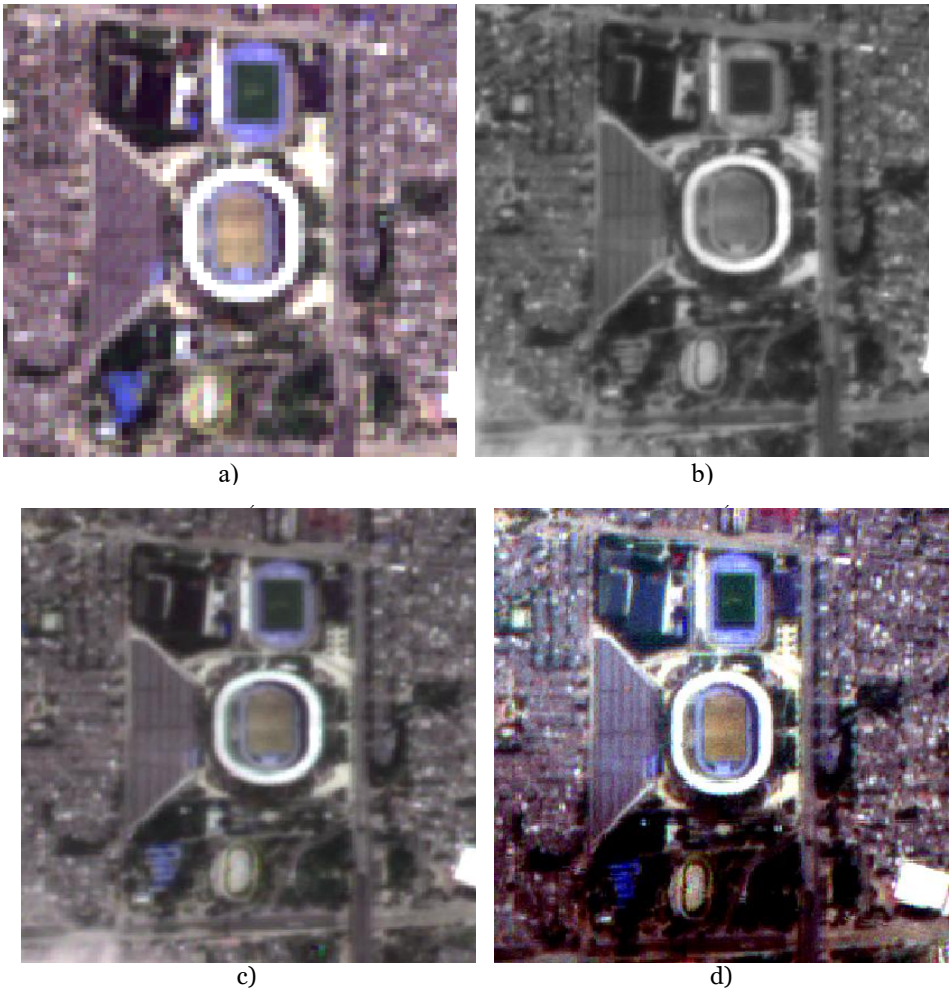


Figura 3 – Evaluación cualitativa de una sub imagen de la zona a) original, b) Falsa pancromática, c) Fusión T. Brovey, d) Fusión Wavelet dmey nivel 8.

Además, la aplicación del análisis de componentes principales permitió reconocer patrones definidos en zonas tales como el estadio, el aeropuerto zonas verdes, edificaciones entre otros facilitando la identificación a mayor a detalle con respecto a las imágenes originales de menor resolución, sin sacrificar color y obteniendo de manera sustancial una mejora espacial.

Para el aeropuerto de Barranquilla en la imagen fusionada con el método propuesto Figura 4-d) se encuentran varias aeronaves que pueden ser identificadas y caracterizadas de manera más precisa esto también gracias a la baja reflectancia presentada. Además,

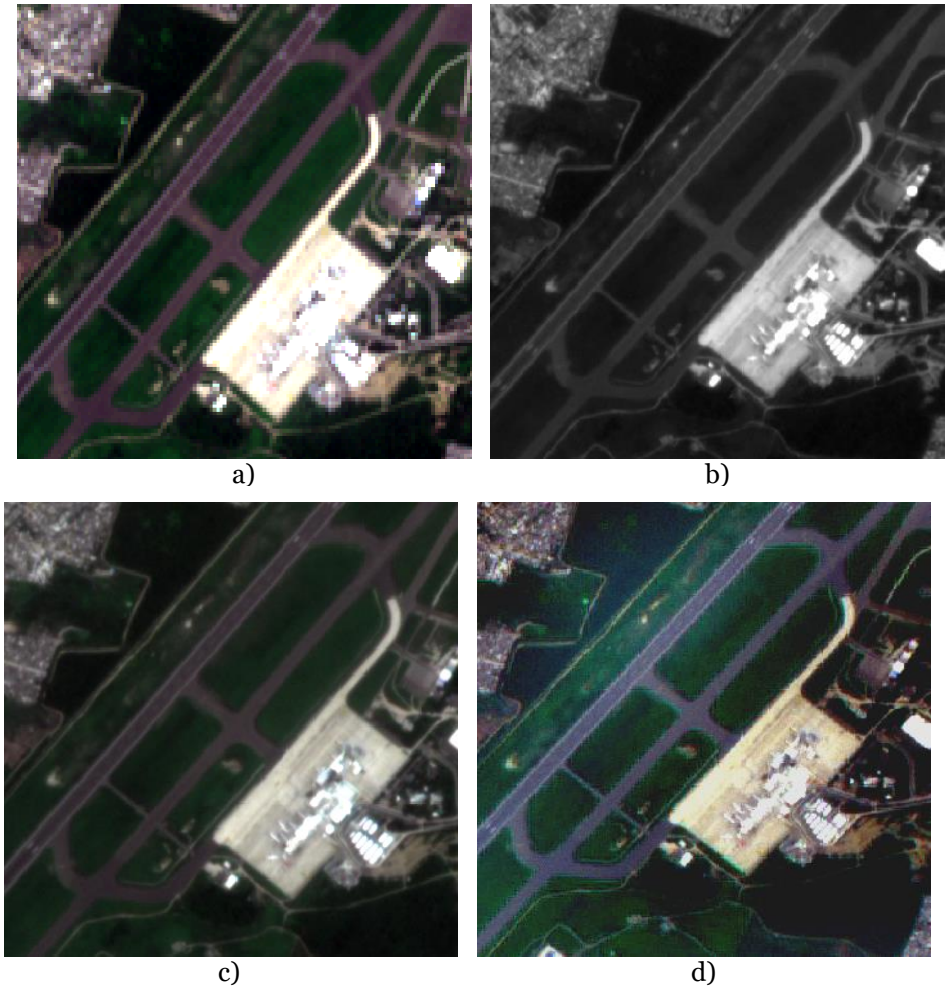


Figura 4 – Evaluación cualitativa de una sub imagen de la zona a) Original, b) Falsa pancromática, c) Fusión T. Brovey, d) Fusión Wavelet dmey nivel 8.

se discriminan los colores en las coberturas vegetales y artificiales caso contrario a la imagen fusionada con el método convencional transformada de Brovey Figura 4-c) en donde se sigue presentando una alta reflectancia.

7. Conclusiones

Según el uso de imágenes del área de estudio correspondiente y mediante la implementación de la transformada Wavelet dmey nivel 8 se pudo evidenciar que los índices tanto espectral como espacial presentaron valores significativos, permitiendo demostrar que la imagen fusionada final es un resultado satisfactorio, obtenida mediante la metodología de fusión propuesta de descomposición hasta el nivel 8 en el presente documento donde el aprovechamiento de la calidad de la imagen tanto en la resolución como en el color permite interpretar con mayor facilidad y detalle las características y coberturas presentes, logrando de esta manera una mejor nitidez del producto final frente a la imagen fusionada con el método convencional de transformación Brovey con el cual se comparó

La utilización de la transformación Wavelet de Meyer como método en la fusión de imágenes con el algoritmo Mallat resulta pertinente dado que este permite que tanto la riqueza espacial que tiene la imagen pancromática inicial con la riqueza espectral que tiene la otra imagen se puedan integrar mejorando fundamentalmente la calidad visual, favoreciendo la discriminación de coberturas a partir de la composición y realce de los colores presentados fácil y acertadamente los cuales se pueden reflejar en mejores resultados para posteriores clasificaciones supervisadas como trabajo a futuro donde son pocas las aplicaciones en las que se está manejando el algoritmo de Meyer, específicamente en los procesos de fusión de imágenes satelitales. Esta implementación concretamente es un método que permite conservar en gran medida la información espectral con lo cual se obtuvo imágenes de muy buena calidad tanto espacial como espectralmente.

Referencias

Alparone, L., Wald, L., Chanussot, J., Thomas, C., Gamba, P., & Bruce, L. M. (2007). Comparison of pansharpening algorithms: Outcome of the 2006 GRS-S data-fusion contest. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 45(10), 3012-3021.

Daubechies, I. (1992). Ten lectures on wavelets. SIAM.

Ganesan P, & Rajini, V. (2014). Assessment of satellite image segmentation in RGB and HSV color space using image quality measures. 2014 International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE), 1-5. https://doi.org/10.1109/ICAEE.2014.6838441

González Herreño, D. E., & Bueno Moreno, W. L. (2017). Implementación y evaluación de métodos convencionales y la transformada wavelet, para la fusión de imágenes satelitales RapidEye Y Sentinel 2a, caso de estudio: Departamento de Cundinamarca. http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7211

Kalist, V., Ganesan, P., Sathish, B. S., Jenitha, J. M. M., & Basha.shaik, K. (2015). Possiblistic-Fuzzy C-Means Clustering Approach for the Segmentation of Satellite Images in HSL Color Space. Procedia Computer Science, 57, 49-56. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.364

Khan, S. S., Ran, Q., Khan, M., & Ji, Z. (2019). Pan-Sharpening Framework Based on Laplacian Sharpening with Brovey. 1-5.

Medina-Daza, R. (2017). Wavelet Daubechies (db4) Transform Assessment for WorldView-2 Images Fusion. Journal of Computers, 301-308. https://doi.org/10.17706/jcp.12.4.301-308

Meyer, Y. (1985). Principe d'incertitude, bases hilbertiennes et algebres d'operateurs. Séminaire Bourbaki, 662, 1985-1986.

Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., & Poggi, J.-M. (1996). Wavelet toolbox. The MathWorks Inc., Natick, MA, 15, 21.

Moulin, P. (2009). Chapter 6—Multiscale Image Decompositions and Wavelets. En A. Bovik (Ed.), The Essential Guide to Image Processing (pp. 123-142). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374457-9.00006-8

Munyati, C. (2004). Use of Principal Component Analysis (PCA) of Remote Sensing Images in Wetland Change Detection on the Kafue Flats, Zambia. Geocarto International, 19(3), 11-22. https://doi.org/10.1080/10106040408542313

Resnikoff, H. L., & Wells, R. O. (1998). The Mallat Algorithm. En H. L. Resnikoff & R. O. Wells (Eds.), Wavelet Analysis: The Scalable Structure of Information (pp. 191-201). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0593-7_8

Shahdoosti, H. R., & Ghassemian, H. (2016). Combining the spectral PCA and spatial PCA fusion methods by an optimal filter. Information Fusion, 27, 150-160. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2015.06.006

Teng, X., & Yuan, X. (2009). The Generalized Wavelets Based on Meyer Wavelet. En O. Gervasi, D. Taniar, B. Murgante, A. Laganà, Y. Mun, & M. L. Gavrilova (Eds.), Computational Science and Its Applications – ICCSA 2009 (pp. 708-716). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02454-2_54

Vaiopoulos, A. D. (2011). Developing Matlab scripts for image analysis and quality assessment. Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications II, 8181, 81810B.

Wady, S. M. A., Bentoutou, Y., Bengermikh, A., Bounoua, A., & Taleb, N. (2020). A new IHS and wavelet based pansharpening algorithm for high spatial resolution satellite imagery. Advances in Space Research, 66(7), 1507-1521. https://doi.org/10.1016/j.asr.2020.06.001

Wald, L. (2002). Data Fusion. Definitions and Architectures—Fusion of Images of Different Spatial Resolutions. Presses de l'Ecole, Ecole des Mines de Paris, Paris, France. https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00464703

Wang, Z., & Bovik, A. C. (2002). A universal image quality index. IEEE signal processing letters, 9(3), 81-84.

Zhang, Y., & Hong, G. (2005). An IHS and wavelet integrated approach to improve pan-sharpening visual quality of natural colour IKONOS and QuickBird images. Information Fusion, 6(3), 225-234. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2004.06.009

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 31/10/2020
Aceitação/Acceptance: 04/12/2020

Aplicación de la lógica difusa en la implementación de rúbricas de evaluación en el contexto universitario

Gabriel Elías Chanchí G[1], Luz Marina Sierra M[2], Wilmar Yesid Campo M[3]

gchanchig@unicartagena.edu.co; lsierra@unicauca.edu.co; wycampo@uniquindio.edu.co

[1] Universidad de Cartagena, Avenida del Consulado, calle 30 No. 39 B - 192, 130001, Cartagena de Indias, Colombia.

[2] Universidad del Cauca, Cll. 5 # 4-70, 190004, Popayán, Colombia.

[3] Universidad del Quindío, Cra. 15 Cll 12 norte, 630004, Armenia, Colombia.

Pages: 174-187

Resumen: A partir de las diferentes propuestas de las universidades en Colombia durante el confinamiento, en cuanto al uso de la evaluación cualitativa, en este artículo se propone como aporte la implementación de rubricas de evaluación y evaluaciones cualitativas en el contexto universitario, haciendo uso de un enfoque basado en lógica difusa. Como medio de verificación de la propuesta se implementó una rúbrica de evaluación dentro del espacio académico "Telemática I", teniendo como entrada las valoraciones a 3 criterios definidos por el profesor del curso en la rúbrica de evaluación y como salida la evaluación cualitativa de cada estudiante. Para la implementación del enfoque propuesto, se desarrolló una herramienta en el lenguaje Java haciendo uso del lenguaje FCL (Fuzzy controler language) y de la API jFuzzyLogic. Esta propuesta pretende ser extrapolada a otros cursos y áreas de aplicación, teniendo en cuenta la personalización de los criterios pertenecientes a las rúbricas de evaluación.

Palabras-clave: criterios de evaluación, evaluación cualitativa, lógica difusa, rúbrica de evaluación.

Application of fuzzy logic in the implementation of evaluation rubrics in the university context

Abstract: Based on the different proposals put forward by Colombian universities during confinement regarding the use of qualitative evaluation, this article proposes the implementation of evaluation rubrics and qualitative evaluations in the university context, using a fuzzy logic-based approach. An evaluation rubric was implemented within the academic space "Telematics I" as a means of verifying this proposal. Evaluations to three criteria defined by the course lecturer in the evaluation rubric comprised the input, with the qualitative evaluation of each student as output. An implementation tool was developed in Java making use of FCL (Fuzzy controller language) and jFuzzyLogic API. It is intended to extrapolate

the proposal to other courses and application areas, taking account of customization of criteria belonging to the evaluation rubrics.

Keywords: evaluation criteria, qualitative evaluation, fuzzy logic, evaluation rubric.

1. Introducción

La pandemia ocasionada por la COVID-19 ha sido uno de los desafíos con mayor complejidad a los que se ha enfrentado la humanidad en la historia reciente, desconociéndose aún el costo total en vidas humanas y el impacto en diferentes sectores como la salud, la economía, la educación entre otros (Constantino & Neumeyer, 2020). Como consecuencia de lo anterior, a nivel del contexto educativo, fue necesario adaptar el desarrollo de diferentes procesos educativos tales como las clases, las reuniones y el proceso de evaluación a las nuevas condiciones. En este sentido, las universidades de Colombia propusieron durante el confinamiento la adaptación de rúbricas de evaluación y el uso de calificaciones cualitativas.

La evaluación bajo el enfoque tradicional conductista se centra en la enseñanza, es terminal y hace énfasis en los productos, los cuales son el resultado de conductas observables y medibles. Mientras que, la evaluación cualitativa, gracias a los aportes de la psicología cognitiva, el interaccionismo y el constructivismo en sus diferentes matices, centran su atención en el aprendizaje, en las actividades, en los medios y en las dinámicas en las que este se produce, por tanto, la evaluación cualitativa emplea escalas nominales y jerárquicas, como caracteres y atributos, entro otros (Hernández & Moreno, 2009), haciendo el proceso más eficaz ante las actuales condiciones.

En este artículo se presenta como contribución la aplicación de la lógica difusa en un sistema que tiene como entradas las valoraciones realizadas por el profesor a un conjunto de criterios pertenecientes a la rúbrica y como salida la calificación cualitativa obtenida a partir de una serie de reglas de inferencia que, relacionan los diversos niveles de los criterios de la rúbrica con la escala cualitativa.

La lógica difusa corresponde a una herramienta matemática que permite llegar a una conclusión específica, partiendo de una información de entrada, la cual puede ser indefinida o inexacta (Zadeh, 1994). La importancia de la lógica difusa radica en el hecho de posibilitar la generación de resultados inteligibles que relacionan datos numéricos con términos lingüísticos que resultan más cercanos al lenguaje natural (Aznar & Royo, 2007)(Ramírez & Laguna, 2012). A partir de lo anterior, la lógica fuzzy puede ser de utilidad en cuanto a la obtención de niveles cualitativos dentro del proceso de evaluación.

De manera específica, la propuesta realizada fue aplicada en la implementación de una rúbrica de evaluación en un espacio académico denominado “Telemática I” del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío, Colombia. Para la aplicación de la rúbrica se desarrolló una herramienta en lenguaje Java, la cual permite recibir las calificaciones de los diferentes criterios de evaluación definidos para el resultado de aprendizaje específico en el espacio académico mencionado anteriormente, luego se obtiene una calificación cualitativa dentro de los conjuntos difusos: excelente,

bueno, aceptable y deficiente, teniendo en cuenta las reglas de inferencia definidas por el profesor del curso. La herramienta propuesta hizo uso de la API jFuzzyLogic y del lenguaje FCL (Fuzzy Control Logic) para la definición de las funciones de membresía de las entradas y salidas, así como las reglas de inferencia.

Este trabajo se convierte en un referente sobre el uso de técnicas como las provistas por la lógica difusa de cara a la implementación efectiva de las rúbricas de calificación, así como el uso de la evaluación cualitativa en el contexto de la educación superior. El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: sección 2, describe la metodología utilizada en la presente investigación; sección 3, presenta un conjunto de trabajos relacionados que se tomaron en consideración para el desarrollo del presente trabajo; sección 4, se explican las diferentes funciones de membresía definidas para el caso específico, así como algunas de las reglas de inferencia consideradas; sección 5, se detalla la funcionalidad de la herramienta desarrollada; sección 6 se muestran los resultados obtenidos con el uso de la herramienta propuesta para la implementación de la rúbrica del espacio académico "Telemática I" de la Universidad del Quindío; finalmente, la sección 7 expone las conclusiones y trabajos futuros derivados de esta investigación.

2. Trabajos relacionados

En esta sección se presentan un conjunto de trabajos relacionados que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la presente investigación.

En (Chrysafiadi, Troussas, & Virvou, 2020) presentan un sistema con un razonador basado en reglas difusas, para el número y el nivel de dificultad de los elementos de la prueba personalizada, las reglas difusas describen el nivel de conocimiento de los alumnos y los resultados de la evaluación muestran una gran precisión para la generación de la evaluación adaptativa. Este trabajo permite apreciar la forma en que se construye un sistema difuso.

En (Chanchi et al., 2020) se desarrolló un análisis mediante lógica difusa a los resultados obtenidos en inspecciones de usabilidad convencionales. En el análisis se tiene como entrada la valoración promedio general de los evaluadores a un conjunto de criterios definidos previamente para los principios de usabilidad de Constantine. Del mismo modo, se tiene como salida el nivel de usabilidad a partir de las funciones de membresía y reglas de inferencia definidas. Aunque el contexto de aplicación de este trabajo es diferente, la metodología y las herramientas empleadas sirven de base para el presente estudio.

En (César & César, 2016) se desarrolló una propuesta metodológica para la aplicación de lógica difusa en contextos de aplicación tales como la auditoría de procesos y la evaluación docente. Para los anteriores contextos, los autores plantean una propuesta de implementación de la lógica difusa, sin embargo, en ninguno de los dos casos se realiza un caso de estudio que permita verificar o validar la propuesta. Del mismo modo en el caso del contexto educativo, aunque en la propuesta metodológica se define como salida una calificación cualitativa, no se especifica el uso de criterios de entrada pertenecientes a una rúbrica de evaluación.

En (Díaz Córdova et al., 2017) se propone la aplicación de la lógica difusa en indicadores de riesgo financiero, utilizando las ratios de una de las cooperativas del segmento uno de Ecuador, con el fin de validar el nivel de pertinencia que tiene este indicador al compararlo con la meta estandarizada del modelo CAMEL y sus calificaciones de riesgo. Para la aplicación de esta propuesta se hizo uso de variables lingüísticas cuyos rangos se valoraron en escalas de 0 a 1. Como resultado se obtuvo que el uso de lógica difusa en este contexto presenta un nivel de pertenencia mayor hacia la calificación crediticia buena asegurando un nivel de riesgo escaso y una muy buena solvencia. Aunque este trabajo tiene un contexto diferente de aplicación el diseño metodológico fue considerado para la presente investigación.

En (Villeta et al., 2012) se propuso un sistema basado en un modelo lingüístico de decisión desarrollado haciendo uso de lógica difusa, el cual obtiene como salida una evaluación de la eficiencia en la conducción de vehículos, con el fin de promover la conducción sostenible y contribuir a la disminución en las emisiones de Co2. El sistema propuesto fue diseñado, implementado y probado mediante simulaciones y refinado en ensayos en vehículos reales con el fin de realizar un ajuste correcto del modelo, tomando como patrón el comportamiento de los conductores humanos en la realización de conducción eficiente o no eficiente. Aunque este trabajo pertenece a otro contexto de aplicación, presenta aportes en cuanto a la concepción, diseño e implementación de la evaluación en conductores de vehículos.

En (Galleguillos-Pozo et al., 2020) se propuso un sistema de apoyo a la toma de decisiones a través de la integración de procesos jerárquicos de redes con lógica difusa, con el fin de seleccionar el centro de acopio general y los centros de acopio parroquiales ante la ocurrencia de desastres naturales, tomando como caso de estudio la ciudad de Ambato-Ecuador. De este modo, el método planteado permite dar una valoración a las opiniones de los decisores u actores entre las alternativas y criterios establecidos para definir la ubicación más adecuada. Este trabajo aporta en cuanto al diseño metodológico de la lógica difusa en la toma de decisiones.

En (Kim Claire Junga et al., 2020) se muestra como una facultad de medicina se enfrenta a una reforma curricular en 2020. Para determinar qué reformas se necesitan en el plan de estudios, se realizó una evaluación de necesidades. La conclusión obtenida fue que la evaluación cualitativa puede proporcionar una mejor comprensión de los datos cuantitativos. Sobre la base de este entendimiento, el plan de estudios se reformó para reflejar las necesidades educativas de los estudiantes, motivar a los estudiantes y proporcionar una educación satisfactoria. Este trabajo permite ver la relevancia de la evaluación cuantitativa, la cual se lleva a cabo en diferentes contextos.

3. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo se definieron 5 fases metodológicas a saber: definición de rúbrica de evaluación, diseño de funciones de membresía, generación de reglas de inferencia, construcción de la herramienta de análisis difuso, análisis de resultados (ver Figura 1). Esta metodología fue adaptada a partir de la metodología considerada en (Chanchi et al., 2020).

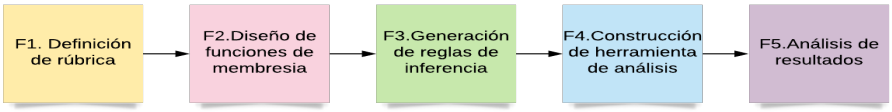


Figura 1 – Metodología Considerada, adaptada (Chanchi et al., 2020)

En la fase 1, se definió la rúbrica de evaluación para uno de los trabajos del espacio académico "Telemática I" del programa de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Quindío. En la fase 2 de la metodología, se definieron las funciones de membresía para los niveles asignados por el profesor del curso en mención a los criterios de entrada de la rúbrica y para la calificación cualitativa de salida. En la fase 3, se generaron las reglas de inferencia en el lenguaje FCL, las cuales relacionan los niveles correspondientes a los criterios de la rúbrica con la calificación cualitativa de salida. En la fase 4, se construyó una herramienta en el lenguaje Java para la ejecución del análisis fuzzy sobre las calificaciones asignadas por el profesor del curso a los diferentes criterios de la rúbrica de cada estudiante, teniendo en cuenta las funciones de membresía y las reglas de inferencia definidas en las fases 2 y 3. Finalmente en la fase 5, se realiza el análisis de los resultados obtenidos al aplicar la lógica difusa en la implementación de una rúbrica para 24 estudiantes del espacio académico "Telemática I", ubicado en IX semestre de la malla curricular del programa de ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío.

4. Funciones de membresía y reglas de inferencia

En esta sección se presenta el desarrollo de las fases 1,2 y 3 de la metodología propuesta en la sección 3. Así, de acuerdo a la fase 1 se presenta la rúbrica de evaluación definida para el espacio académico "Telemática I". Del mismo modo, de acuerdo a la fase 2 se definen las funciones de membresía para los niveles o conjuntos difusos asociados a los criterios considerados en la rúbrica, así como los conjuntos difusos que representan los niveles de salida de la evaluación cualitativa. Finalmente, según la fase 3 de la metodología, se definen un conjunto de reglas de inferencia que relacionan los niveles de entrada y salida.

De acuerdo a lo anterior, en la Tabla 1 se presenta la rúbrica definida para evaluar los conceptos de redes de datos al nivel de la capa tres de la torre de interconexión de sistemas abiertos –OSI. Esta rúbrica agrupa de manera funcional en tres procesos la puesta en funcionamiento de una red, permitiendo evaluar mediante una rúbrica los criterios: diseño, direccionamiento y enrutamiento de una red, independientemente el uno del otro para uno de los trabajos asignados en el espacio académico en cuestión. La rúbrica incluye para este caso 3 criterios (C1, C2 y C3) que permiten determinar el cumplimiento del resultado de aprendizaje perseguido mediante esta asignación, el cual consiste en: modelar redes de datos para sistemas autónomos capaces de soportar tráfico extremo a extremo.

Partiendo de lo anterior, y con el fin de articular la rúbrica dentro del modelo de la lógica difusa, cada criterio cuenta con tres niveles de cumplimiento a saber: alto, medio, bajo.

Criterio	Alto	Medio	Bajo
C1. Diseña de manera correcta la red	En el archivo de simulación se observa el número correcto de redes, switches y hosts. Además, se muestra el uso correcto de los tipos de cables e interfaces.	En el archivo de simulación se observa el número correcto de redes, pero no el número correcto de switches y hosts. Tampoco se observa un uso incorrecto de los tipos de cables e interfaces.	En el archivo de simulación se observa un número incorrecto de redes, switches y hosts. Además, se observa el uso incorrecto de los tipos de cables e interfaces.
C2. Direcciona los elementos de red	En el archivo de simulación se puede evidenciar un correcto proceso de direccionamiento; identificando cada una de las direcciones de subred, las direcciones de broadcast, las máscaras y el máximo número de direcciones por subred.	En el archivo de simulación se observan errores de direccionamiento. Se presentan errores hasta en el 50% de las direcciones de subred, las direcciones de broadcast o las máscaras.	En el archivo de simulación se observan errores de direccionamiento. Donde se identifican errores en más del 50% de las direcciones de subred, las direcciones de broadcast y las máscaras.
C3. Enruta la red de manera adecuada	En el archivo de simulación se puede evidenciar un correcto proceso de enrutamiento.	En el archivo de simulación se puede evidenciar errores hasta en el 50% de los procesos de enrutamiento.	En el archivo de simulación se puede evidenciar errores en más del 50% de los procesos de enrutamiento.

Tabla 1 – Rúbrica definida para el espacio académico Telemática I

Para la formación de los conjuntos y reglas difusos se tuvo en cuenta la experiencia y conocimiento de los tutores que participan en la aplicación de la rúbrica de evaluación. En cuanto a las entradas del sistema difuso correspondientes a los valores asignados por el profesor a los tres criterios de la rúbrica de la Tabla 1, se definieron tres funciones de membresía similares ($\mu_{bajo}(x)$, $\mu_{medio}(x)$ y $\mu_{alto}(x)$) por cada criterio de la rúbrica (C1, C2 y C3). Estas tres funciones son presentadas en las ecuaciones (1), (2) y (3).

$$\mu_{bajo}(x) = \begin{cases} 1, & x < 2 \\ -x + 3, & 2 \le x \le 3 \\ 0, & x > 3 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{medio}(x) = \begin{cases} 0, & x < 2.75 \\ \frac{4x - 9}{3}, & 2.75 \le x < 3.5 \\ \frac{-4x + 17}{3}, & 3.5 \le x \le 4.25 \\ 0, & x > 4.25 \end{cases} \quad (2)$$

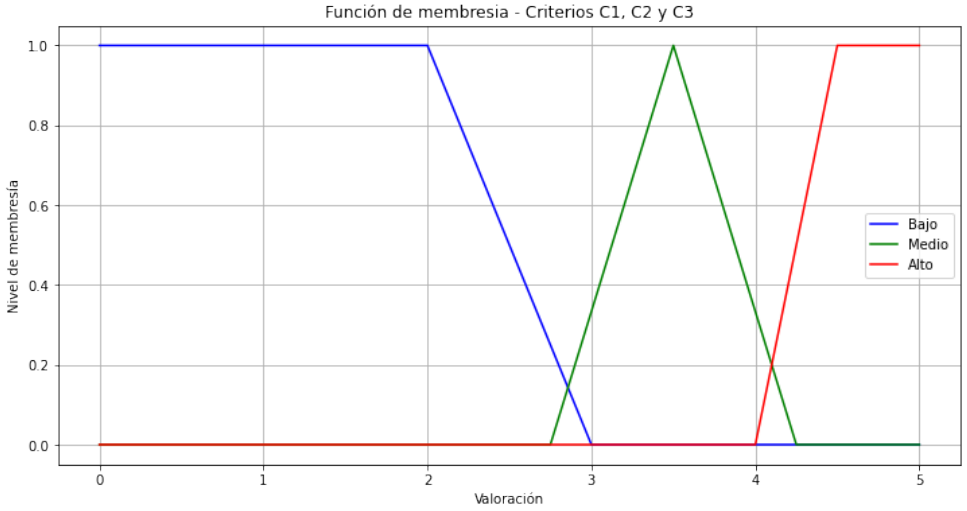


Figura 2 – Representación de las funciones de membresía definidas

$$\mu_{alto}(x)=\begin{cases}0, & x<4\\ 2x-8, & 4\le x<4.5\\ 1, & 4.5\le x\le 5\\ 0, & x>5\end{cases} \quad (3) \tag{30}$$

Las funciones de membresía de las ecuaciones (1), (2) y (3), correspondientes a los niveles bajo, medio y alto de los criterios de entrada (C1, C2 y C3) asociados a la rúbrica, pueden apreciarse de manera más clara en la Figura 2. Así en color azul se muestra la función de membresía del nivel bajo (1), en color verde se muestra la función de membresía del nivel medio (2) y en color rojo la función de membresía del nivel alto (3).

En cuanto a la salida del sistema difuso correspondiente a la calificación cualitativa de salida, se definieron cuatro funciones de membresía para cada uno de los niveles de salida ($\mu_{deficiente}(x)$, $\mu_{aceptable}(x)$, $\mu_{bueno}(x)$ y $\mu_{excelente}(x)$). Estas cuatro funciones son presentadas en las ecuaciones (4), (5), (6) y (7), respectivamente.

$$\mu_{deficiente}(x)=\begin{cases}1, & x<2\\ -x+3, & 2\le x\le 3\\ 0, & x>3\end{cases} \tag{4}$$

$$\mu_{aceptable}(x)=\begin{cases}0, & x<2.5\\ 2x-5, & 2.5\le x<3\\ -2x+7, & 3\le x\le 3.5\\ 0, & x>3.5\end{cases} \tag{5}$$

$$\mu_{bueno}(x)=\begin{cases}0, & x<3\\ \dfrac{4x-12}{3}, & 3\le x<3.75\\ \dfrac{-4x+18}{3}, & 3.75\le x\le 4.5\\ 0, & x>4.5\end{cases} \tag{6}$$

$$\mu_{excelente}(x)=\begin{cases}0, & x<4\\ 2x-8, & 4\le x<4.5\\ 1, & 4.5\le x\le 5\\ 0, & x>5\end{cases} \tag{7}$$

Las funciones de membresía de las ecuaciones (4), (5), (6) y (7), correspondientes a los niveles deficiente, aceptable, bueno y excelente de la calificación de salida, pueden apreciarse de manera más clara en la Figura 3, así en color azul, se muestra la función de membresía del nivel deficiente (4), en color verde, la función de membresía del nivel aceptable (5), en color morado, la función de membresía del nivel bueno (6) y en color rojo, la función de membresía del nivel excelente (7).

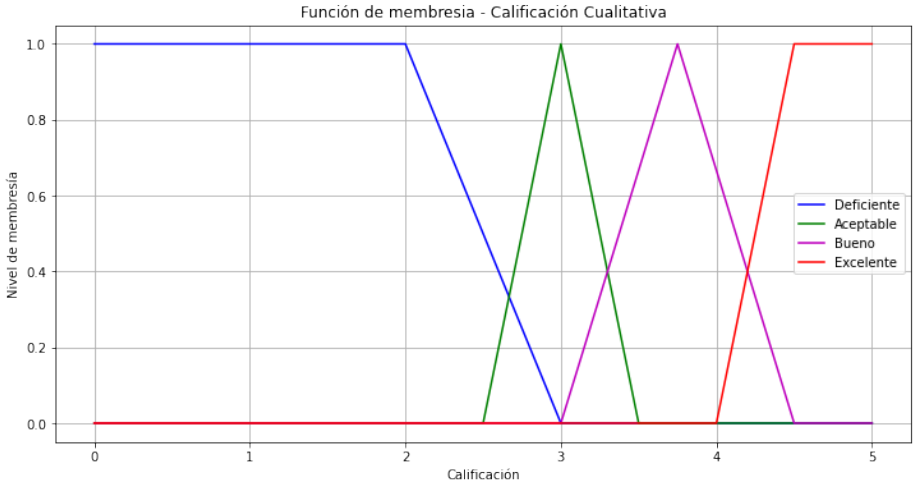


Figura 3 – Funciones de membresía calificación de salida

Para relacionar las entradas y las salidas del sistema de lógica difusa, se definieron un total de 27 reglas de inferencia, de las cuales a modo de ejemplo, se presenta un subconjunto de 10 reglas en la Tabla 2. Estas reglas fueron definidas al igual que las funciones de membresía mediante el lenguaje FCL. Cada una de las reglas está conformada por un antecedente y un consecuente. El antecedente relaciona los niveles de los criterios de la

rúbrica (C1, C2 y C3), mientras que el consecuente muestra la conclusión de la regla a nivel de la calificación cualitativa.

Id	Alto
R1	IF c1 IS bajo AND c2 IS bajo AND c3 IS bajo THEN calificación IS deficient
R4	IF c1 IS bajo AND c2 IS medio AND c3 IS bajo THEN calificación IS deficient
R7	IF c1 IS bajo AND c2 IS alto AND c3 IS bajo THEN calificación IS deficiente;
R10	IF c1 IS medio AND c2 IS bajo AND c3 IS bajo THEN calificación IS deficient
R13	IF c1 IS medio AND c2 IS medio AND c3 IS bajo THEN calificación IS aceptable
R16	IF c1 IS medio AND c2 IS alto AND c3 IS bajo THEN calificación IS acceptable
R18	IF c1 IS medio AND c2 IS alto AND c3 IS alto THEN calificación IS excelente
R19	IF c1 IS alto AND c2 IS bajo AND c3 IS bajo THEN calificación IS deficient
R22	IF c1 IS alto AND c2 IS medio AND c3 IS bajo THEN calificación IS acceptable
R25	IF c1 IS alto AND c2 IS alto AND c3 IS bajo THEN calificación IS Bueno
R27	IF c1 IS alto AND c2 IS alto AND c3 IS alto THEN calificación IS excelente

Tabla 2 – Reglas de inferencia seleccionadas

5. Herramienta de análisis desarrollada

Con el fin de aplicar las funciones de membresía y las reglas de inferencia definidas en la sección 4, se desarrolló una herramienta en el lenguaje Java, la cual permite ingresar o cargar las valoraciones a los criterios de la rúbrica para cada uno de los estudiantes del espacio académico "Telemática I", y así obtener mediante el uso de la lógica difusa soportada en la API jFuzzyLogic, la calificación cualitativa de salida. La herramienta desarrollada está conformada por 4 pestañas a saber: "Rúbrica", "Calificaciones", "Análisis Fuzzy" y "Gráficas de Membresía". En la pestaña "Rúbrica", el profesor del espacio académico puede visualizar la rúbrica presentada en la Tabla 1. En la pestaña "Calificaciones" (ver Figura 3), el profesor configura el número de estudiantes y diligencia para cada uno las valoraciones entre 0 y 5 de los 3 criterios definidos en la rúbrica de evaluación, de tal modo, que a partir de las funciones de membresía estas entradas son clasificadas por el sistema difuso en los tres posibles niveles de entrada: alto, medio y bajo. De igual modo, el profesor puede cargar las calificaciones a partir de un archivo .csv, en el cual línea por línea se han consignado las evaluaciones a los 3 criterios de entrada de la rúbrica.

Una vez se han asignado las valoraciones de los 3 criterios a cada uno de los estudiantes, en la pestaña "Análisis Fuzzy" (ver Figura 4), es posible seleccionar alguna de las filas de la tabla para obtener por cada estudiante: el nivel y la membresía asignados a cada uno de los criterios de entrada, el nivel y la membresía obtenidos en la calificación cualitativa de salida, y la gráfica que muestra el nivel de salida dentro de la función de membresía.

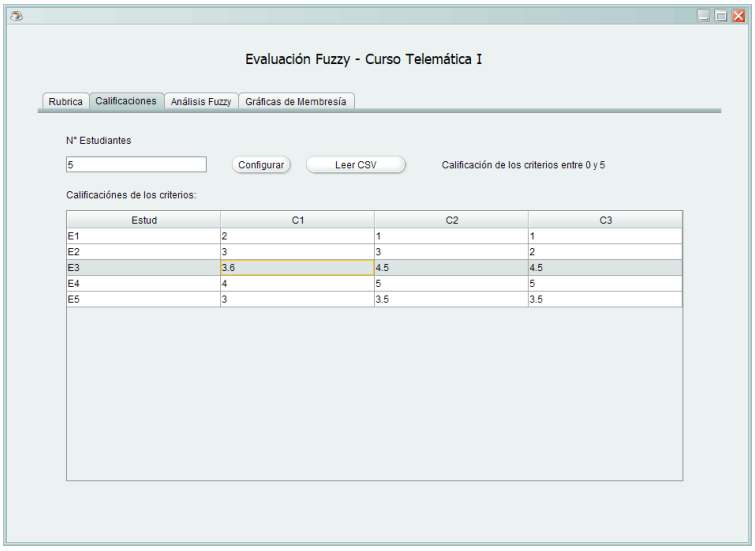


Figura 4 – Pestaña "Calificaciones"

A modo de ejemplo, para las valoraciones de prueba asignadas al estudiante E3 de la Figura 4 (C1=3.6, C2=4.5, C3=4.5), se obtiene para el criterio C1 un nivel medio con una membresía de 0.866, para el criterio C2 un nivel alto con una membresía de 1 y para el criterio C3 un nivel alto con una membresía de 1. A partir de los anteriores niveles y teniendo en cuenta las reglas de inferencia se obtiene como salida el nivel excelente, con un grado de membresía de uno y un valor de salida de 4.59 (ver Figura 5). Para obtener el nivel de salida se activó la regla de inferencia 18, mostrada en la Tabla 2.

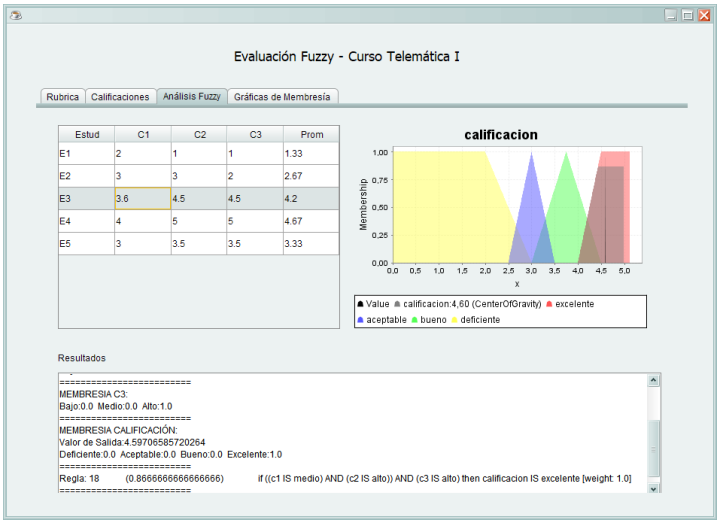


Figura 5 – Pestaña "Análisis Fuzzy"

Finalmente, en la pestaña “Gráficas de Membresía” (ver Figura 6), es posible visualizar las gráficas de membresía de las entradas y las salidas con el nivel asignado a cada una de estas.

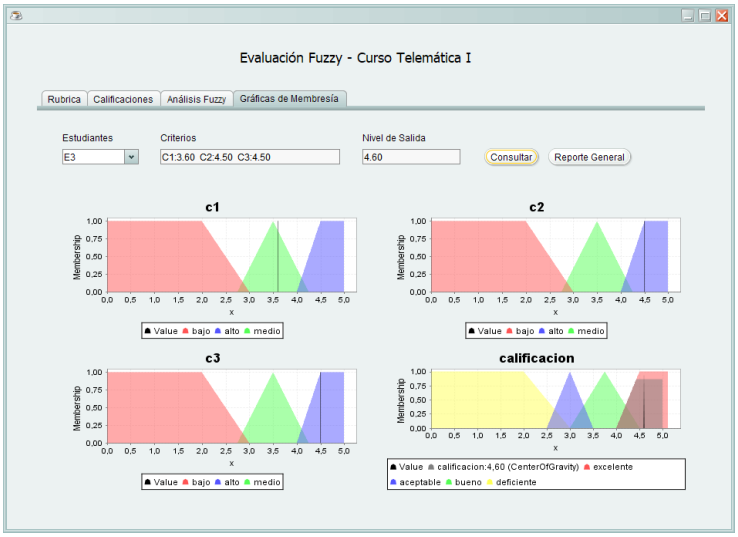


Figura 6 – Pestaña “Gráficas de Membresía”

Siguiendo con el ejemplo presentado en la Figura 5, en la Figura 6 se muestran para el caso del estudiante E3, las gráficas de las funciones de membresía de los criterios C1, C2 y C3, y el nivel asignado a estos (medio, alto y alto). Del mismo modo, se presenta la gráfica con la función de membresía de la calificación de salida, con el nivel de calificación obtenido (excelente). Finalmente, la herramienta permite obtener un reporte .csv con los niveles de calificación de cada estudiante y el grado de membresía a cada nivel.

6. Resultados

En la herramienta desarrollada y presentada en la sección 5, se cargaron las calificaciones asignadas a cada uno de los 24 estudiantes con respecto a los criterios C1,C2 y C3 de la rúbrica del espacio académico “Telemática I” del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío, un archivo .csv. En la Tabla 3, se puede apreciar, el valor de salida y el nivel de membresía más alto obtenido para cada estudiante, dado que en algunos casos existen 2 niveles de membresía; los valores fueron obtenidos mediante el uso de lógica fuzzy, a través del método de centros de gravedad.

Cabe resaltar que el valor de salida en la Tabla 3, es diferente al valor promedio de los criterios. Puesto que, el primero de ellos es obtenido a partir de las entradas y teniendo en cuenta las reglas de inferencia, haciendo uso del método de centro de gravedad; mientras el segundo solo se obtiene a partir de los valores de cada criterio.

Estudiante	C1	C2	C3	Valor de salida	Nivel mayor obtenido
E1	5	5	5	4,61	Excelente
E2	5	5	5	4,61	Excelente
E3	5	5	5	4,61	Excelente
E4	3	0	0	1,42	Deficiente
E5	5	5	2	3,75	Bueno
E6	5	5	5	4,61	Excelente
E7	5	1,5	1,9	1,27	Deficiente
E8	5	1	0	1,27	Deficiente
E9	5	1	3	3,00	Aceptable
E10	3	0	0	1,42	Deficiente
E12	5	5	2	3,75	Bueno
E13	5	5	5	4,61	Excelente
E14	5	5	5	4,61	Excelente
E15	5	3,5	3,5	3,75	Bueno
E16	3	0	0	1,42	Deficiente
E17	5	3,6	1	3,00	Aceptable
E18	3	0	0	1,42	Deficiente
E19	3	0	0	1,42	Deficiente
E20	5	5	5	4,61	Excelente
E21	5	5	2,6	3,75	Bueno
E22	5	5	2	3,75	Bueno
E23	5	2,6	2	1,40	Deficiente
E24	3	0	0	1,42	Deficiente

Tabla 3 – Resultados obtenidos

7. Conclusiones y trabajos Futuros

En este artículo se presenta como aporte un enfoque basado en lógica difusa para la implementación de rúbricas de evaluación y la obtención de calificaciones cualitativas en el contexto universitario, el cual demostró suficiencia al momento de realizar el proceso de evaluación. Este trabajo se convierte en un aporte para adoptar, a la luz de los cambios impulsados durante el periodo de confinamiento en la forma de evaluación de las actividades académicas de las universidades en Colombia en cuanto al sistema de evaluación.

Si bien el enfoque propuesto en este artículo fue verificado a través de la implementación de una rúbrica de evaluación en el espacio académico "Telemática I" del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío, la propuesta puede ser extrapolada

a otros contextos de evaluación en diferentes áreas, partiendo de la definición de diversos criterios y niveles asociados a la rúbrica de evaluación, así como el diseño de un conjunto de reglas de inferencia que permita relacionar los criterios de evaluación.

Partiendo de los diferentes niveles considerados en una evaluación cualitativa, los sistemas de lógica difusa se adaptan de manera adecuada, obteniendo niveles que son más inteligibles para el docente. A partir de lo anterior, conviene diseñar de manera adecuada las entradas, las cuales en el caso del presente estudio corresponden a los criterios definidos en una rúbrica de evaluación y la experiencia de los docentes. Uno de los aspectos claves en el diseño e implementación de un sistema basado en lógica difusa, es la definición de las funciones de membresía de las entradas y salidas, así como las reglas de inferencia que permiten relacionarlas. En este sentido, las prestaciones del lenguaje FCL y las funcionalidades provistas por la API jFuzzyLogic demostraron ser intuitivas y efectivas en cuanto a la implementación de sistemas basados en lógica difusa.

Como trabajo futuro derivado de la presente investigación, se pretende complementar el sistema de lógica difusa diseñado, modificando el peso de las diferentes reglas de inferencia empleadas para la estimación de la calificación cualitativa.

8. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Cartagena, a la Universidad del Cauca y a la Universidad del Quindío, por toda su colaboración.

Referencias

Aznar, E., & Royo, J. (2007). Conceptos y aplicaciones de la lógica borrosa. *Técnica Industrial*, *269*, 58–63. https://bit.ly/3hk8BJC

Césari, M., & Césari, R. (2016). (PDF) Sistema de Calificación con Lógica difusa. *Noveno Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería - EnIDI 2017*. https://bit.ly/3hrTmhQ

Chanchi, G. E., Ospina, M. A., & Monroy, M. E. (2020). Application of fuzzy logic in the analysis of heuristic usability inspections. *Revista Espacios*, *41*(27), 159–173. https://www.revistaespacios.com

Chrysafiadi, K., Troussas, C., & Virvou, M. (2020). Combination of fuzzy and cognitive theories for adaptive. Expert Systems with Applications, 161. doi:10.1016/j.eswa.2020.113614

Constantino, H., & Neumeyer, A. (2020). Un marco conceptual para analizar el impacto económico de COVID-19 y sus implicaciones políticas. In *PNUD America Latina y el Caribe* (Issue 1). https://bit.ly/2DTZHon

Díaz Córdova, J. F., Coba Molina, E., & Navarrete, P. (2017). Lógica difusa y el riesgo financiero. Una propuesta de clasificación de riesgo financiero al sector cooperativo. *Contaduria y Administracion*, *62*(5), 1670–1686. https://doi.org/10.1016/j.cya.2017.09.001

Galleguillos-Pozo, R., Jordan-H, E. P., & Garcia, M. V. (2020). Aplicación Lógica Difusa y AHP en caso de Estudio Ecuatoriano de Logística humanitaria. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, *E27*, 433–444.

Hernández, R., & Moreno, S. (2009). La evaluación cualitativa: una práctica compleja. *Educación y Educadores*, *10*(2), 215–223. https://bit.ly/32nfc1G

Ramírez, N., & Laguna, M. (2012). La lógica borrosa: conjuntos borrosos, razonamiento aproximado y control borroso. *Pistas Educativas*, *100*, 55–65. www.pistaseducativas.itc.mx

Villeta, M., Lahera, T., Merino, S., Zato, J. G., Naranjo, J. E., & Jiménez, F. (2012). Modelo para la conducción eficiente y sostenible basado en lógica borrosa. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, *9*(3), 259–266. https://doi.org/10.1016/j.riai.2012.05.009

Zadeh, L. (1994). Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing. *Communications of the ACM*, *37*(3), 77–84. https://doi.org/10.1145/175247.175255

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/10/2020
Aceitação/Acceptance: 06/12/2020

Capacidades tecnológicas de las Mipymes: Tijuana, Baja California

Juan Antonio Meza Fregoso[1], Nora del Carmen Osuna Millan[2], Ricardo Fernando Rosales Cisneros[3], Jacob Muñoz Ronkally[4]

juanmezaf@uabc.edu.mx; nora.osuna@uabc.edu.mx; ricardorosales@uabc.edu.mx; jacob.munoz@uabc.edu.mx

[1]Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Baja California, Calzada Tecnológico y Universidad S/N Delegación Mesa de Otay, 22390, Tijuana, Baja California, México.

[2]Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Baja California, Calzada Tecnológico y Universidad S/N Delegación Mesa de Otay, 22390, Tijuana, Baja California, México.

[3]Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Baja California, Calzada Tecnológico y Universidad S/N Delegación Mesa de Otay, 22390, Tijuana, Baja California, México.

[4]Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Baja California, Calzada Tecnológico y Universidad S/N Delegación Mesa de Otay, 22390, Tijuana, Baja California, México.

Pages: 188-198

Resumen: Con el objetivo de analizar y determinar las capacidades tecnológicas de las MIPyMES (Micro, Pequeñas y Medianas Empresas) en el sector servicios de Baja California, México. Con un cuestionario basado en instrumentos de diferentes autores, para identificar, las principales cualidades que identifican a las empresas y su relación con el uso de los Sistemas de Información y las TIC 's que puedan incrementar su productividad y competitividad. Se utiliza una muestra de MIPyMES de Baja California identificando aquellas que usan Sistemas de Información; que se encuentran interesadas en adquirir un sistema de información y si hay beneficios monetarios al usar sistemas de información.

Palabras Clave: MIPyMES; Competitividad; Sistema de información; Baja California; Tecnologías de la información y la comunicación.

Technological capabilities of MSME's: Tijuana, Baja California

Abstract: The goal of this work is to analyze and determine the technological capabilities of small and medium-sized enterprises in the service sector of Baja California, México. This With a questionnaire based off instruments of various authors, to identify the main qualities of the enterprises and their relation with the use of information systems and ICTs who can provide an increase on productivity and competitivity. A sample of SMEs in Baja California is used, identifying the ones using an information system; the ones interested in aquiriying an information system and if there are any monetary benefits for using an information system.

Keywords: SMEs; Competitiveness; Baja California; Productivity; Information System; Information and communication technology

1. Introducción

1.1. Importancia de las MIPyMES en la economía

A nivel global las MIPyMES representan un porcentaje aproximado del 90% en contribución al PIB mundial. Además de ser las responsables de generar la mayoría de empleos en el mundo y emplear el 50% de la mano de obra. A pesar de que se preste más atención a las grandes empresas las MIPyMES se convierten en un tema cada vez más importante (Valdés, J.A. y Sánchez, G.A., 2012).

De acuerdo a un artículo de la Revista Inforetail (2018), en España las pequeñas y medianas empresas figuran el 91% del tejido empresarial. Conforme a los últimos datos proporcionados por el Directorio Central de Empresas (DIRCE) son la fuente principal de generación de empleos en la economía nacional constituyendo al menos, el 71% del personal inscrito a la Seguridad Social. Así mismo en Europa las pequeñas y medianas empresas significan al menos el 97% del tejido empresarial siendo un eslabón importante en la creación de empleos y actividad económica.

Mientras que en Estados Unidos las empresas más importantes transnacionales de la informática han surgido del seno de una pequeña empresa. Por otra parte, la relevancia de las MIPyMES en Japón se debe a que constituyen el 80% del PIB (Producto Interno Bruto). En países con economías de cambio como Taiwán, las pequeñas y medianas empresas también son un éxito, ya que cuenta con menos de 26 millones de habitantes y 701 000 establecimientos empresariales, siendo el 98% pequeñas y medianas empresas (Tello, 2014).

Según con la información del Plan Nacional de Desarrollo (2007-20012) las MIPyMES en México representan más del 50% del PIB y componen el 99% de las empresas del país. Su importancia en la economía es fundamental, puesto que generan aproximadamente el 70% de los empleos y hasta 81% de las ofertas de trabajo (Sordo, A., 2019).

1.2. ¿Qué son los sistemas de información?

Según diversos autores, estas son las siguientes definiciones sobre un sistema de información:

*"Podemos plantear la definición técnica de un sistema de información como un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen datos o información para apoyar los procesos de toma de decisiones y de control en una organización. Además de apoyar la toma de decisiones, la coordinación y el control, los sistemas de información también pueden ayudar a los gerentes y trabajadores del conocimiento a analizar problemas, visualizar temas complejos y crear nuevos productos." (*Laudon, K. C. y Laudon, J. P., 2012).

"En términos generales, los sistemas de información son el conjunto de elementos que se encuentran interrelacionados y que tienen un propósito definido, en este sentido es

importante resaltar la relevancia que tiene el papel del usuario del sistema y los recursos tecnológicos, especialmente en las tres actividades básicas: Entrada de información: ingreso de los datos que requieren ser procesados; procesamiento de la información: característica de los sistemas donde se realiza la transformación de los datos fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones, de acuerdo con las normas entregadas por el usuario y salida de información: es la capacidad del sistema para entregar la información procesada." (Riascos, S.C. y Castro, A. (2013).

"Un SI es el medio por el cual los datos fluyen de una persona o departamento hacia otros y puede ser cualquier cosa, desde la comunicación interna entre los diferentes componentes de la organización y líneas telefónicas, hasta sistemas de cómputo que generan reportes periódicos a varios usuarios. La finalidad de los SI es procesar entradas, mantener archivos de datos relacionados con la organización y producir información, reportes y otras salidas." (Cohen, 2005, pág. 26).

Los sistemas de información son aquellos que mantienen el control de datos dentro de una empresa teniendo este una entrada y transformándolo en una salida que se puede representar como información, reportes, etc. Estos interactúan entre sí para lograr objetivos y en él se emplean recursos humanos, técnicos y materiales.

Una de las características más importantes de los SI es que la información generada por estos sea almacenada en bases de datos que sean de utilidad o apoyo posteriormente en otras áreas y en la toma de decisiones además de procesar información para automatizar operaciones manuales y ofrecer ventajas competitivas (Altagracia *et* al., 2018).

1.3. Tipos de Sistemas de Información

Los sistemas de información pueden clasificarse en sistemas de información operativos o administrativos. Los **Sistemas de Apoyo a las Operaciones** consisten en procesar las transacciones del negocio, controlar los procesos industriales, apoyar a las comunicaciones y la colaboración empresarial y actualizar las bases de datos corporativas. Los ***Sistemas de Procesamiento de Transacciones*** procesan transacciones de dos maneras. En el procesamiento por lotes los datos de las transacciones se acumulan durante un periodo y se procesan con periodicidad. En el proceso en tiempo real los datos se procesan inmediatamente una vez que se hace la transacción. Por otro lado los ***Sistemas de Control de Procesos*** monitorean y controlan los procesos físicos (O'brien *et* al., 2006).

Los ***Sistemas de Apoyo a la Administración*** son sistemas de información que se enfocan en proporcionar información y apoyo para una toma eficaz de decisiones por parte de los directivos. ***Los Sistemas de Información Gerencia***l o *Management Information Systems* dan reportes y pantallas a los directivos. Un ejemplo de esto son los gerentes que pueden obtener pantallas acerca de los resultados de ventas y consultar reportes diarios de cada vendedor. Los ***Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones*** dan apoyo a los directivos durante el proceso de toma de decisiones para hacer un análisis de posibles escenarios o para decidir en qué cantidad fabricar un producto. Los ***Sistemas de Información Ejecutiva*** dan información a partir de fuentes internas y externas en pantallas para ejecutivos y gerentes (O'brien, J. A. *et* al., 2006).

Por otro lado, los ERP o ***Sistemas Empresariales*** integran procesos de negocios en manufactura y producción, finanzas y contabilidad, ventas y marketing y recursos humanos en un solo sistemas de software. La información que antes se tenía en muchos sistemas distintos ahora se guarda en un solo almacén de datos *(*Laudon, K. C. y Laudon, J. P., 2012).

1.4. Ventajas y Desventajas de un Sistema de Información

Porter, M. y Millar, V. (1985) señalan que "la revolución de la información está afectando la competencia desde tres aspectos:

- Cambia la estructura de la industria y altera las reglas de la competencia.
- Crea ventajas competitivas, otorgando a las empresas nuevas formas de vencer a sus rivales.
- Crea nuevos negocios dentro de los existentes, frecuentemente dentro de las propias operaciones de la compañía."

Hamidian, B.F. y Ospino, G.R. (2015) dicen que "Los sistemas de información están cambiando en la actualidad la forma en que operan las organizaciones. Mediante su uso se obtienen grandes mejoras, ya que automatizan los procesos operativos que se pueden llevar a cabo en toda empresa, proporcionan información de apoyo al proceso de tomas de decisiones y facilitan el logro de ventajas competitivas a través de su implantación dentro de la organización."

1.5. Ventajas

De acuerdo con Bravo *et*. al. (2018) las ventajas de la implementación de TIC 's en una empresa son:

- Mayor control de las actividades de la organización.
- Integración de los departamentos o áreas de la empresa.
- Integración de nuevas tecnologías.
- Posible incremento de la efectividad en la operación de las empresas.
- Genera ventajas competitivas y valor agregado.
- Disponibilidad de mayor y mejor información para los usuarios en tiempo real.
- Elimina la barrera de la distancia trabajando con un mismo sistema en puntos distantes.
- Disminuye errores, tiempo y recursos superfluos. Permite comparar resultados alcanzados con los objetivos programados, con fines de evaluación y control.
- Mayor capacidad.
- Mayor seguridad.
- Mejor cumplimiento de la normatividad.
- Mejora en las relaciones con los clientes.
- Aumento en la participación del mercado.
- Reducción de costos.

1.6. Desventajas

En el entorno de la MIPyMES mexicana una de las limitaciones más frecuentes para la adopción de las TIC 's es debido a una cultura prevaleciente en la que no se proyectan los

impactos y/o beneficios a contraer. Posiblemente esto ocurra debido a que se cree que la implementación de las TIC 's simboliza beneficios a largo plazo y requiere de una alta inversión (Ríos *et* al., 2009)

En la actualidad la información que una empresa recaude de sus clientes y ventas pueden representar oportunidades de mercado. De la mano de los sistemas de información viene la posibilidad de incrementar la eficacia de la empresa, modernizar los procedimientos y ventajas competitivas. Una empresa que no haga uso de los Sistemas de Información y las TIC 's se verá en desventaja respecto a sus competidores que sí lo hacen. Se muestra que un 83% de las empresas tienen ventajas al usar los sistemas de información (Altagracia *et*. al., 2018).

1.7. Razones por las que las MIPyMES no son productivas o competitivas.

Saavedra, M.L. *et* al. (2019), concluyen en su investigación "Competitividad de las PyME y su relación con los sistemas de información" que "Las Pyme en la ciudad de México presentan baja competitividad en lo que se refiere a los SI, preocupándose únicamente en las funciones más básicas del desarrollo de este sistema. Así, ellas dejan de lado funciones complejas y avanzadas que podrían brindarle al empresario mejores herramientas para la toma de decisiones, y con ello mejorar su desempeño y su competitividad. Esta situación se debería principalmente a que los empresarios no visualizan la importancia de contar con un SI, pues pueden estar más preocupados por el día a día en la operación de la empresa. Igualmente, pueden incluir otros aspectos como el que aún no existan sistemas desarrollados para las Pyme o sus costos sean elevados."

Autores como Almazán, D.A. *et* al (2015), nos mencionan otros motivos por los que se pueden perder ventajas competitivas al no usar SI ya que estos:

- Facilitan la realización de tareas laboriosas o no laboriosas que pueden llegar a influir en la atención al cliente, proveedores o accionistas que tengan relación con la entidad.
- Una optimización de los procesos de gestión y de la forma en que se maneja la información.

2. Fundamentar teóricamente

2.1. La importancia de las TIC 's en las MIPyMES

El uso de las tecnologías de información y comunicación es imprescindible dentro de las actividades de una empresa exitosa, estas allanan la asistencia de los procesos administrativos y puede lograr dar soluciones de negocio (Saavedra, M.L. y Tapia, B. (2013). De acuerdo con Fiol (2018), si hablamos del uso de TIC 's en las empresas, las Micro, Pequeñas y Medianas empresas (MIPyMES) son el sector que mejor puede captar los beneficios que estas tecnologías contraen al integrarse con sus estrategias (Maldonado *et* al., 2010).

Actualmente existen herramientas que buscan apoyar a las MIPyMES con sus actividades como las que ofrece Google que pueden mejorar su posicionamiento en internet y ser ubicadas físicamente con mayor facilidad logrando así llegar a más clientes que busquen hacer uso de sus servicios (Zavala, E., 2018).

A pesar de que las MIPyMES del país representan una parte muy importante para la economía nacional ya que representan la mayor parte de las empresas y aportan el 52% del PIB además de generar el 72% del empleo del país. Es bastante bajo el nivel de MIPyMES que realmente hace uso de las TIC 's (6%) lo que podría ser alarmante ya que esto significa que son empresas que no están en condiciones competitivas siendo que estas son el motor principal de la economía del país (Villafranco, G., 2017).

2.2. Impacto MIPyMES en el mundo, México y Baja California

2.2.1. Impacto a nivel Global

En el mundo las economías desarrolladas las MIPyMES forman parte importante de la actividad económica ya que representan más del 90% de las empresas y son responsables de generar más de la mitad del empleo además de jugar un papel importante en la crisis global del 2008. La participación de estas empresas en el PIB varía, aunque se puede decir que el promedio se sitúa en 50% aproximadamente (Valdés, J.A. y Sánchez, G.A., 2012).

En Estados Unidos el 99% de las empresas son MIPyMES y generan el 75% de los empleos nuevos que se generan cada año en dicho país además de emplear el 50.1% de la fuerza laboral privada, 40.9% de las ventas privadas se realizan gracias a las pequeñas empresas. Aun así, los datos indican que en Estados Unidos muere el 40% de las MIPyMES antes de los 5 años, dos terceras partes logran llegar a la segunda generación y tan solo el 12% sobrevive a la tercera generación (Valdés, J.A. y Sánchez, G.A., 2012)

Al otro lado del mundo, específicamente en Japón existen 9.1 millones de pequeñas empresas que generan 67.2 millones de empleos. Para clasificar una empresa como pequeña se toma en cuenta el número del personal y el capital invertido por lo que entran en dicha categoría aquellas que tienen entre 1 y 300 personas. Según las estadísticas estas empresas representan el 99% del total de establecimientos, 77% de las fábricas instaladas y 50.2% de las ventas minoristas y mayoristas del país (Valdés, J.A. y Sánchez, G.A., 2012).

En la Unión Europea las MIPyMES representan el 99% de las empresas y dan empleo a dos de cada tres empleados en el sector privado. Antes de la crisis nueve de cada diez MIPyMES eran microempresas con menos de 10 empleados con lo que queda claro que estas son un gran pilar para su economía (Valdés, J.A. y Sánchez, G.A., 2012).

En América Latina las pequeñas y medianas empresas son contempladas como figuras importantes en el desarrollo productivo de los países puesto que aportan un gran número de empleos, tienen una participación elevada en el total de empresas y, en menor medida, por su colaboración en el Producto Interno Bruto (PIB). Por otra parte, un gran segmento de la población y economía de la región dependen de ellas, a pesar de esto, las MIPyMES intervienen muy poco en las exportaciones respecto a las grandes empresas (Tello, 2014).

2.2.2. Impacto a nivel Nacional

En México como en otros países, las MIPyMES constituyen la mayor parte del tejido empresarial. Por ello, la importancia de que estas creen o desarrollen estrategias que permitan desarrollar la economía local, regional y por consiguiente nacional (Saavedra, G. y Hernández, Y., 2008).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2016) o INEGI por su acrónimo, en colaboración con el INADEM (Instituto Nacional del Emprendedor) y BANCOMEXT (Banco Nacional del comercio exterior) expusieron los resultados de la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) realizada en el 2015. Durante el 2014, en México existían al menos 4 millones de empresas.

2.2.3. Impacto en Baja California

El Gobierno del Estado de Baja California está haciendo un esfuerzo a través de distintas organizaciones por fomentar el uso de las tecnologías de la información en las MIPyMES. Según datos del INEGI, tan solo en Mexicali existen 34 818 empresas de las cuales el 68.8% se dedican a ofrecer servicios. De acuerdo a las gráficas rescatadas del documento original existe un gran porcentaje de empresas que están interesadas en el uso de las tecnologías de la información para potenciar sus empresas con el que puedan alcanzar un nivel de competitividad más alto (Zavala, E., 2018).

2.3. Impactos de las TIC 's en las MIPyMES

Es indudable el impacto que tienen las TIC 's en las organizaciones, Meyer y Boone (1990) mencionaron como una hoja electrónica logró ganar 76 millones de dólares para una compañía de producto químicos, o una base de datos interna permitió dar ingresos de 60 millones de dólares para una sociedad de finca de raíz (citado por Prieto, A., y Martínez, M., 2004).

Lo anterior menciona cómo las TIC 's aprovechadas al máximo pueden generar ganancias absurdas. Pero, ¿cómo influye en las MIPyMES?

En Baja California a partir de un estudio de 1438 empresas (MIPyMES) si se pudieron encontrar impactos económicos positivos, sin embargo, según los estudios de González *et* al., (2017), estos fueron de menor impacto debido al poco conocimiento que se tiene en este ámbito, haciendo uso de máximo funciones básicas de Hardware y Software. A pesar de esto, se destaca el potencial que podría tener si se realiza una capacitación correctamente.

González *et* al., (2017) afirman que las TIC 's han impactado de forma positiva a la industria manufacturera en Baja California logrando una reducción de costos y un aumento de ganancias además de haber mejorado la comunicación con sus clientes por medio del uso de estas. Cabe destacar que, aunque sí se demostró una correlación entre el uso de las tecnologías y de los resultados económicos, esta fue de 0.136 (muy pequeña).

De un total de 1438 empresas de dicho sector con 120 entidades tomadas para la muestra, se detectaron subsectores que tienden a invertir según su investigación fueron los derivados del petróleo y carbón, de la industria química, de la industria metálica y por último de maquinaria y equipo.

Ellos estiman que la razón por la cual las empresas no sacan el máximo provecho de las TIC 's es debido a que utilizan funciones muy básicas en cuanto a Software y Hardware gracias a la complejidad que pueden llegar a tener estos, se podría decir que influye

mucho la poca preparación que pueden llegar a tener los empleados en cuestión de estas tecnologías.

3. Desarrollo del trabajo

En base a la recopilación de diversas investigaciones y otros documentos, se realizó una búsqueda específica con la finalidad de generar un instrumento que permita gestionar datos propios que sean de utilidad para medir el uso de los Sistemas de Información en las MIPyMES y su relación con la productividad y competitividad, particularmente en el estado de Baja California.

El instrumento se realizó en la plataforma JotForm, el cual permitió condicionar los valores de cada respuesta y generar un informe de los resultados. A partir de una recolección de datos de una muestra por conveniencia, como prueba piloto de 12 empresas se obtuvieron los resultados preliminares.

El cuestionario se centra en adquirir conocimiento mediante preguntas abiertas, reflexivas y condicionadas en las siguientes áreas de cada entidad:

En los servicios de telecomunicaciones con el fin de obtener el sistema de comunicaciones actualmente utilizado por ellos, conociendo así su posición respecto al ideal de hoy en día.

En el Hardware y Software adquirido. Es de vital importancia conocer el uso de estos elementos y si estos son utilizados de alguna forma para potenciar alguna actividad de la entidad.

En los servicios de red y hosting porque, aunque no es usual el conocimiento de estos en las MIPyMES, su uso usualmente se traduce en elementos óptimos como la tenencia de una página web u otros.

En los sistemas de información debido a ser el elemento principal para las entidades de la actualidad que quieren mantenerse relevantes y competitivas. Es necesario saber el control de datos establecido, así como la transformación de estos en resultados positivos, viendo así si sus prácticas están a la vanguardia. Todas las secciones mencionadas anteriormente nos permiten recabar y analizar con claridad las capacidades tecnológicas de una MIPyME logrando tener una perspectiva clara del potencial y el interés que se tienen sobre

4. Resultados y Conclusiones

Los principales resultados muestran que el 50% de MIPyMES hacen uso de un sistema de información para realizar operaciones o actividades de la empresa. Por lo que las empresas están teniendo ventajas sobre otras empresas, en el avance tecnológico actual, la mayoría de las empresas están interesadas en adquirir un sistema de información lo cual puede suponer una oportunidad para ofrecer un producto acorde a sus necesidades y que sea de impulso a su negocio.

Por otro lado, el 50% de las empresas que utilizan un sistema de información reconocen haber obtenido un aumento en la competitividad gracias a la agilización de procesos

de cobro, el almacenamiento de información crucial y una comunicación más eficiente con sus clientes. Un 33% no está muy seguro del desempeño que tiene un sistema de información en su trabajo y el 12% respondió que la única razón por la cual no aumentó su competencia es porque en su área no existe.

Por último, el 90% de las entidades encuestadas que sí cuentan con un sistema de información han generado ganancias o beneficios por el uso de estos, mientras que el restante dice que no, lo cual se podría deber a que las ganancias son mínimas para ser significativas (según la información recopilada) o que simplemente hacen actividades muy básicas como para notar una diferencia.

Finalmente, se puede concluir que las MIPyMES conforman parte importante de la economía global al generar la mayoría de empleos en el mundo. En Baja California al menos el 33% utiliza un sistema de información, datos alentadores del muestreo que indican que en el estado una tercera parte de las MIPyMES aprovechan los beneficios que estos ofrecen y han admitido que los Sistemas de Información han traído beneficios monetarios, así como incrementar su competitividad y productividad respecto a aquellas MIPyMES que no usan dichas tecnologías. Además de esto el 50% restante ha mostrado una actitud positiva respecto a estas herramientas y han mostrado interés en adquirir uno propio para la empresa.

Referencias

Almazán, D.A., Quintero, J.M., Sánchez, M.L. (2015). *Los Sistemas de Información en el Desempeño Organizacional: Un Marco de Factores Relevantes. Investig. adm.* [online]. 2015, vol.44, n.115. ISSN 2448-7678.

Altagracia, L.A., Aguilar, G.R. y Vázquez, P. (2018). *Los sistemas de información para las microempresas en México*. Horizontes de la Contaduría en las Ciencias Sociales, 9, p.30. https://www.uv.mx/iic/files/2020/01/Num10-Art06.pdf

Bravo, C., Valdieso, P., Arregui, R. (2018). *Los sistemas de información de la toma de decisiones gerenciales en las empresas comerciales de Portoviejo*. ECA Sinergia, 9, 54. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6726423

Cohen, D. (2005). *Introducción a los Sistemas de Información*. México: McGraw-Hill.

González, L.A., Ibarra, M.A., Cervantes, K.E. (2017). *El impacto de las tecnologías de la información y comunicación en la industria manufacturera de Baja California*. Scielo. Recuperado 19 de agosto de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252017000200153

Hamidian, B.F. y Ospino, G.R. (2015). *¿Por qué los sistemas de información son esenciales?* ANUARIO, 38, p.168.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). *Se difunden estadísticas detalladas sobre las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas del país. México*. INEGI. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=2749

Laudon, K. C. y Laudon, J. P. (2012). *Sistemas de información gerencial*. Decimosegunda edición. Editorial Pearson, México.

Maldonado, G., Serna, M., Del Carmen, M., García, D., Aguilera, L., González, M. (2010). *La influencia de las TICs en el rendimiento de la PyME de Aguascalientes*. Investigación y Ciencia, 18(47),57-65. [fecha de Consulta 26 de agosto de 2020]. ISSN: 1665-4412. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=674/67413393008

O'brien, J. A., Marakas, G. M., y Barraza, C. M. (2006). *Sistemas de información gerencial*. McGraw-Hill Interamericana.

Porter, M. y Millar, V. (1985). *How information gives you competitive advantage*. *Harvard Business*. Review, 63(4), 149-161.

Prieto, A., y Martínez, M. (2004). *Sistemas de información en las organizaciones: Una alternativa para mejorar la productividad gerencial en las pequeñas y medianas empresas*. Revista de Ciencias Sociales (Ve), X (2),322-337. [fecha de Consulta 11 de septiembre de 2020]. ISSN: 1315-9518. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=280/28010209

Revista Inforetail. (2018). *La importancia de las pymes en la economía*. 11-08-2020, de Inforetail Sitio web: https://www.revistainforetail.com/noticiadet/la-importancia-de-las-pymes-en-la-economia/d874c50706ebe747edc120466195b50f

Riascos, S.C. y Castro, A. (2013). *Determinantes de los planes estratégicos de los sistemas de información en las Pymes colombianas*. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2654/265428385003

Ríos, M., Toledo, J., Campos, O. y Alejos, A. (2009). *Nivel de integración de las TICS en las MIPyMES: un análisis cualitativo*. Panorama Administrativo Journal, 3(6), 157-179.

Saavedra, G. y Hernández, Y. (2008). *Caracterización e importancia de las PYMES en Latinoamérica: Un estudio comparativo*. Actualidad Contable 11, 17, 122-134

Saavedra, M.L. y Tapia, B. (2013). *El uso de las tecnologías de información y comunicación TIC en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME) industriales mexicanas*. Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 10 (1),85-104.

Saavedra, M.L., Camarena, M.E., Saavedra, M.E. (2019). *Competitividad de las Pyme y su relación con los sistemas de información*. Cuadernos de Contabilidad, 20, p.15.

Sordo, A. (2019). *La importancia de las PYMES en México*. HubSpot. https://blog.hubspot.es/marketing/la-importancia-de-las-pymes-en-mexico

Tello, S.Y. (2014). *Importancia de la micro, pequeñas y medianas empresas en el desarrollo del país*. Lex - Revista de la facultad de Derecho y Ciencias Politicas, *12*(14), 199-218. doi:http://dx.doi.org/10.21503/lex.v12i14.623

Valdés, J.A. y Sánchez, G.A. (2012). *Las MIPyMES en el contexto mundial: sus particularidades en México*. Iberoforum. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana, VII (14),126-156. [fecha de Consulta 12 de agosto de 2020]. ISSN: Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2110/211026873005

Villafranco, G. (2017). *Sólo 6% de las Pymes aprovecha las tecnologías de la información*. 12 de agosto de 2020, de Forbes Sitio web: https://www.forbes.com.mx/solo-6-pymes-aprovecha-las-tecnologias-la-informacion/

Zavala, E. (2018), *Análisis del uso de las tecnologías de la información y la comunicación usadas por la MIPyMES de Mexicali, Baja California,* (TESIS).

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 01/09/2020
Aceitação/Acceptance: 17/11/2020

Incorporación de Pensamiento Computacional en Ingenierías como soporte a la competencia de Desarrollo de Problemas: jugando con Lightbot

Gustavo Urquizo[1], Elizabeth Vidal[1], Eveling Castro[1]

gurquizor@unsa.edu.pe; evidald@unsa.edu.pe; ecastro@unsa.edu.pe

[1] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

Pages: 199-207

Resumen: Uno de los desafíos en la enseñanza de ingeniería está en equipar a nuestros estudiantes con habilidades de identificar, formular y resolver problemas mediante un proceso buscando la mejor la mejor respuesta. El pensamiento computacional que está siendo incorporada en las currículas a nivel mundial, ayuda a mejorar la capacidad analítica, implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los fundamentos de la computación. Muchas de las formas que se han utilizado para incorporar pensamiento computacional están ligadas a cursos de programación en los primeros semestres, lo cual puede ser desafiante para los estudiantes. Nuestro trabajo presenta la experiencia del uso del juego Lightbot como herramienta para incorporar el desarrollo de pensamiento computacional como soporte a la competencia de resolución de problemas en ingeniería. Para validar nuestra propuesta se realizó un análisis cuantitativo con diseño cuasi experimental con una muestra por conveniencia de 80 estudiantes. Se han evaluado tres dimensiones relacionadas a la resolución de problemas: pensamiento algoritmo, descomposición, y generalización). El resultado obtenido muestra una diferencia significativa en los tres resultados p-valor del grupo experimental. El haber hecho uso de Lightbot nos ha permitido observar que puede ser incorporado en sesiones cortas y en cursos orientados a resolución de problemas y que no necesariamente estén ligados a programación lo que permitiría su incorporación en diferentes cursos de los diversos programas de Ingenería.

Palabras-clave: Educación Ingeniería; Generalización, Lighbot; Pensamiento Computacional, Resolución de Problemas

Incorporation of Computational Thinking in Engineering as support to the Problem Development competence: playing with Lightbot

Abstract: One of the challenges in engineering education is equipping our students with the skills to identify, formulate, and solve problems through a process of seeking the best answer. Computational thinking that is being incorporated into curricula worldwide, helps to improve analytical skills, involves solving problems, designing systems, and understanding human behavior, based on the fundamentals

of computing. Many of the ways that have been used to incorporate computational thinking are tied to programming courses in the first semesters, which can be challenging for students. Our work presents the experience of using the Lightbot game as a tool to incorporate the development of computational thinking as a support to the problem-solving competence in engineering. To validate our proposal, quantitative analysis with a quasi-experimental design was carried out with a convenience sample of 80 students. Three dimensions related to problem-solving have been evaluated: algorithmic thinking, decomposition, and generalization). The result obtained shows a significant difference in the three p-value results of the experimental group. Having made use of Lightbot has allowed us to observe that it can be incorporated in short sessions and courses aimed at solving problems and that they are not necessarily linked to programming, which would allow its incorporation in different subjects of the various Engineering programs.

Keywords: Engineering Education; Lighbot; Computational Thinking, Problem Solving.

1. Introducción

El desafío en la enseñanza de ingeniería está en equipar a nuestros estudiantes con habilidades de resolución de problemas, comunicación, trabajo en equipo, autoevaluación, gestión de cambios y aprendizaje permanente (Woods,2000). Estos objetivos son consistentes con Criterios de las acreditadoras de Ingeniería como es el caso de (ABET,2020) que considera como componente esencial en la educación en ingeniería el resultado 3e, que establece que los graduados en ingeniería deben "tener la capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería". La resolución de problemas se define como un proceso que se utiliza para obtener la mejor respuesta a una incógnita o decisión sujeta a algunas limitaciones (Korkmaz, , Cakir & Özden, 2017), (Wing, 2008). (Wing, 2006) define Pensamiento Computacional (PC) como un enfoque para resolver problemas referido conceptualizar, desarrollar abstracciones y diseñar sistemas lo cual se sobrepone con el pensamiento lógico y requiere conceptos fundamentales de computación. Los tres componentes más aceptados del PC son la abstracción, pensamiento algorítmico y resolución de problemas (Kalelioglu & Gülbahar, 2014). En el trabajo de (Korkmaz, Cakir, & Özden, 2017) se afirma que las habilidades de PC incluyen los componentes de creatividad, pensamiento algorítmico, colaboración, pensamiento crítico, resolución de problemas y comunicación. Así mismo (Weintrop et al, 2015) afirma que el PC permite desarrollar competencias para lograr la resolución para trabajar con problemas difíciles, hacer frente a situaciones complejas, dividir piezas complejas en otras más pequeñas y hacer que el problema sea reconocible. Investigadores como (Barr, 2001) y (Wing, 2008) enfatizan que PC se basa en los procesos de resolución, identificación y formulación de problemas. Otros investigadores (Bilbao et al., 2017), (Dagiene & Stupuriene, 2016) enfatizan que que el pensamiento computacional puede ser particularmente útil en el aprendizaje de matemáticas, ciencias e ingeniería. Bajo este contexto nuestra pregunta de investigación es si ¿La incorporación de Pensamiento Computacional haciendo uso de Lightbot mejora las habilidades de resolución de problemas?

En ésta línea los investigadores han desarrollado una propuesta para la incorporación de la enseñanza de Pensamiento Computacional a través de un marco de trabajo hacienda

uso Lightbot, juego validado para dichos fines (Gouws, Bradshaw, & Wentworth, 2013). Sus características acotadas y minimalistas lo hacen atractivo para ser incorporado sin conocimientos previos de programación. La experiencia ha sido diseñada en tres componentes cuya atención se centra en: pensamiento algorítmico, generalización y descomposición.

2. Background

2.1. Pensamiento Computacional.

La definición más importante de Pensamiento Computacional está dada por su creadora Jeannette Wing (Wing, 2006), la cual explica que es una metodología que usa diferentes niveles de abstracción, enfoques analíticos y algorítmicos, en la cual se platean, analizan y resuelven problemas. Se trata de descomponer el problema en pequeñas partes, para poder analizar las soluciones a cada uno de ellos. Para el presente trabajo se utilizó como punto de referencia las características dadas por (Bocconi et al, 2016) que recopila información de cinco estudios internacionales trascendentes sobre pensamiento computacional: abstracción, pensamiento algorítmico, automatización, descomposición, depuración, generalización.

a. *Abstracción* - La abstracción es el proceso de hacer un artefacto más comprensible a través de la reducción de los detalles innecesarios. La habilidad en la abstracción reside en la elección del detalle a ocultar de manera que el problema se vuelva más fácil, sin perder todo lo que es importante. Una parte fundamental de la misma es la elección de una buena representación de un sistema. Diferentes representaciones hacen diferentes cosas fáciles de hacer.
b. *Pensamiento algorítmico* - El pensamiento algorítmico es una forma de llegar a una solución a través de una definición clara de los pasos. Involucra la construcción paso a paso para resolver un problema particular. El construir algoritmos es crucial dado que a medida que se desarrolla se van creando abstracciones lo suficientemente robustas como para poder reutilizarlas para resolver problemas similares.
c. *Automatización* – Se refiere a la demostración del algoritmo. Los estudiantes diseñan o ejecutan modelos para probar sus propuestas y tomar decisiones acerca de que deben considerar para mejorar sus abstracciones.
d. *Descomposición* – Es una manera de pensar acerca de los artefactos en términos de sus partes y componentes. Cada pieza debe entenderse, solucionarse, desarrollarse y evaluarse por separado. Esto hace más fácil resolver problemas complejos, y grandes sistemas más fáciles de diseñar.
e. *Depuración* – Es analizar los problemas y errores en la lógica y actividades. es la aplicación sistemática de habilidades de análisis y evaluación utilizando como prueba la localización y el pensamiento lógico para predecir y verificar los resultados. En este estado el estudiante recibe retroalimentación sobre sus algoritmos y los evalúa para tomar acciones aplicando nuevas estrategias.
f. *Generalización* - La generalización se asocia con la identificación de patrones, similitudes y conexiones, y la explotación de las características. Es una forma de resolver rápidamente los nuevos problemas sobre la base de las soluciones en

los problemas anteriores, y la construcción en la experiencia previa. Haciendo preguntas tales como "¿Esto es similar a un problema que ya he solucionado?" y "¿Cómo es diferente?" Son importantes aquí el proceso de reconocimiento de patrones. Algoritmos que resuelven algunos problemas específicos se pueden adaptar para resolver toda una clase de problemas similares.

2.2. Lightbot

Lightbot (Vidal Duarte, 2017) es un juego educativo de doce niveles cuyo objetivo es programar un pequeño robot para iluminar todos los bloques azules en un tablero. Este objetivo se logra dando al robot una serie de instrucciones de un conjunto limitado**:** Avanzar, Girar Derecha, Girar Izquierda, Saltar, Iluminar, F1 y F2 (Fig. 1a**)** en un espacio para doce instrucciones llamado MAIN MEHTOD (Fig. 1b).

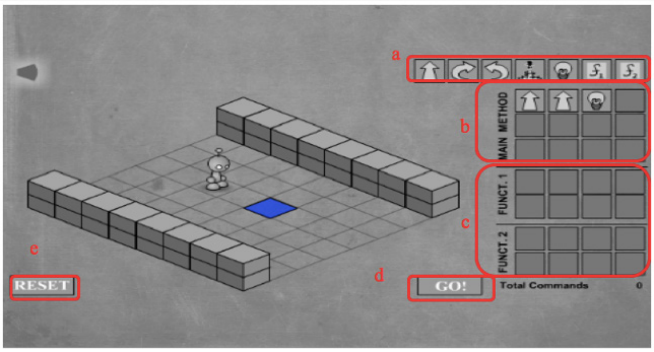


Figura 1 – Interfaz de Lightbot: (a)Instrucciones (b) Espacio para diseñar una propuesta de solución representados en el Método Principal (MAIN METHOD), (c) Funciones que permiten dividir el problema en partes manejables y con posibilidad de reuso (d) Permite ejecutar el algoritmo diseñado (e) Permite proponer un nuevo algoritmo

Para los primeros cinco niveles sólo se se necesita el MAIN MEHTOD, a partir del nivel 6 en adelante, los retos son mayores y es necesario usar las funciones FUNCT.1 y FUNCT. 2 las cuales permiten agrupar patrones de instrucciones que pueden ser reutilizadas en el MAIN METHOD (Fig 1c). Durante el juego, los jugadores necesitan diseñar un algoritmo de solución mediante el uso de las instrucciones para encontrar caminos para ayudar al robot a prender el cuadrado. Hay tres tipos de acciones que los jugadores pueden realizar cuando terminan de diseñar sus algoritmos. El primero es GO que permite ejecutar las instrucciones (Fig. 1d) visualizando el movimiento del robot de acuerdo al algoritmo. La segunda acción es RESET (Fig. 1e) que permite rediseñar la propuesta de solución. El último tipo de acción es depurar una solución. Siempre que los jugadores Dentro de estas etapas de diseño de algoritmos, depuración y ejecución son tres: los aspectos claves que hemos abordado como soporte a la solución de problemas : pensamiento algorítmico, descomposición, el análisis, la abstracción y la automatización computacionales entran en el juego.

3. Metodología

3.1. Descripción

Dado que nuestro objetivo es desarrollar pensamiento computacional a nivel de educación de Ingeniería se han implementado las actividades buscando potenciar las habilidades relacionados a ella: pensamiento algorítmico, descomposición, generalización (abstracción) y automatización. Se propone implementar la propuesta en tres componentes.

Componente 1 – Pensamiento Algorítmico: Los estudiantes deberán jugar los niveles del 1 al 5 de Lightbot, en dichos niveles los estudiantes programan al robot con una secuencia de instrucciones. La sesión se dará en dos horas. A este nivel solo se necesita hacer uso del MAIN METHOD (Fig. 2).

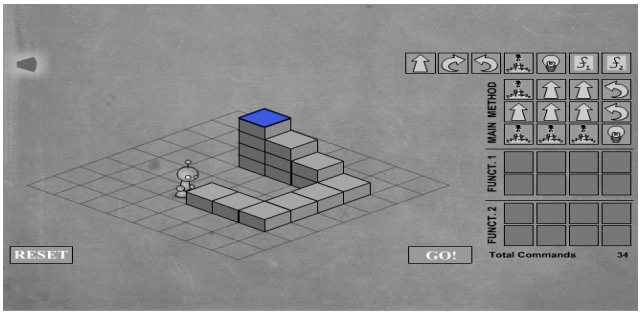


Figura 2 – Nivel 5 de Lightbot: solo se usa el MAIN METHOD

Componente 2 – Generalización: Los estudiantes deberán jugar nuevamente los niveles 1 al 5 de Lightbot, donde en esta oportunidad los estudiantes deberán identificar patrones repetitivos los cuales serán plasmados en FUNCT 1 y FUNCT 2 y utilizados en el MAIN METHOD (Fig. 3)

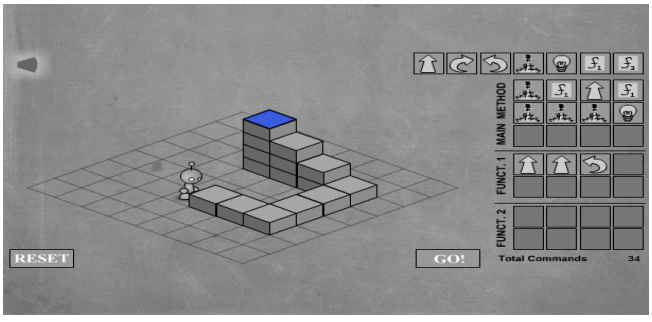


Figura 3 – *Nivel 5 implementada con un patrón. Se observa que FUNCT 1 es reutilizada cuatro veces*

Componente 3 – Descomposición: Los estudiantes deberán jugar los niveles del 6 al 12 descomponiendo el algoritmo propuesto en dos parte manejables y con posibilidades de reutilización. A modo de ejemplo en la figura 4-izquierda se observa un diseño de algoritmo que cuatro veces el uso de la FUNCT. 1 dentro del MAIN MEHTOD. En la figura 4-derecha se observa como FUNCT. 1 hace uso de FUNCT. 2 como parte de propuesta de solución.

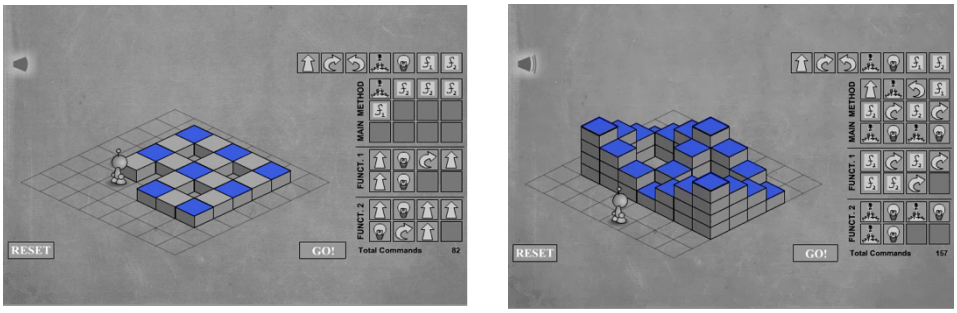


Figura 4 – *En la izquierda se muestra el nivel 8 del juego y en la derecha el nivel 12.*

La Automatización y la Depuración están presentes durante todo el proceso en cada uno de los niveles permitiendo a los estudiantes ejecutar los algoritmos propuestos y tomar decisiones acerca de que deben considerar para mejorar sus abstracciones analizando los problemas y errores en la lógica y actividades para proponer nuevas estrategias de solución.

3.2. Materiales y Métodos

Para comprobar la efectividad de nuestra propuesta se ha utilizado el enfoque cuantitativo. El universo corresponde a 120 estudiantes del primer semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de San Agustín en el año 2019. Se utilizó una muestra por conveniencia de 80 estudiantes del primer semestre quienes no contaban con experiencia previa en programación. El diseño de la investigación es cuasi experimental: se tiene un grupo de control y uno experimental. A ambos grupos se les aplicó pre test y post test. Se hizo una adaptación a la propuesta de evaluación de pensamiento computacional propuesto por (Roman-Gonzales, 2015). Cabe mencionar que las notas son evaluadas de cero a veinte.

En esta investigación se han evaluada las tres dimensiones : algoritmos, descomposición y generalización. Con el fin de probar la validez de nuestra propuesta se utilizó una estadística inductiva T de Student para dos muestras relacionadas. Sin embargo, antes de proceder a la ejecución de la prueba T de Student, fue necesario comprobar si se cumplía el requisito para el uso de pruebas paramétricas: verificar el criterio de la distribución normal de los datos (a través de las pruebas Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk).

La aplicación de la prueba T de Student fue dividida en tres pruebas a)Pensamiento Algorítmico, b) Descomposición y c) Generalización. El objetivo fue verificar si había diferencias en los resultados en cuanto a notas entre ambos grupos y si estas eras significativas. Para ello se planteó como hipótesis: "La incorporación de Pensamiento Computacional haciendo uso de Lightbot mejoraría las habilidades de resolución de problemas". El criterio para decidir fue: "Si la probabilidad obtenida P-valor <= alfa (5%), se acepta la hipótesis".

4. Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se resume los promedios de pre test y post test para cada una de las dimensiones tanto para el grupo de control como para el grupo experimental. Se observa que el p-valor obtenido en las tres dimensiones para el grupo de control no muestra una diferencia significativa entre las notas obtenidas. Por el contrario el grupo experimental si presenta un p-valor en las tres dimensiones menor al 5% que muestra una diferencia significativa en las notas obtenidas luego de haber realizado las actividades propuestas con Lightbot. En el grupo experimental el mayor valor promedio está dado en la dimensión de Pensamiento Algorítmico con un resultado de 16.88, creemos que la razón principal está dada en que el diseño de algoritmos está presente en los 12 niveles del juego, en cambio los ejercicios de descomposición y generalización están presentes a partir del nivel 6. En tal sentido la hipótesis: "La incorporación de Pensamiento Computacional haciendo uso de Lightbot mejoraría las habilidades de resolución de problemas" es aceptada.

	GRUPO CONTROL			**GRUPO EXPERIMENTAL**		
	Pre Test	Post Test	P-Valor	Pre Test	Post Test	P-Valor
P. Algorítmico	11.75	12.78	0.380	10.09	16.88	0.00
Descomposición	12.08	12	0.908	11.10	15.88	0.00
Generalización	11.58	11.58	1	11.11	14.88	0.01

Tabla 1 – Resultados

Existe en la literatura experiencias de uso de Lightbot pero mas orientadas a enseñar conceptos fundamentales de computación en un primer curso de programación. En el trabajo de Aedo (Aedo et al., 2016) se muestra su uso para enseñar abstracción, funciones y reuso. Vidal (Vidal Duarte, 2017) presenta también el uso de Lightbot pero orientado a la enseñanza de algoritmos y funciones. Ninguno de estos trabajos realiza un análisis orientado a la resolución de características de resolución de problemas

5. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una propuesta de actividades que incorporan el pensamiento computacional como soporte al desarrollo de la competencia de resolución de problemas en estudiantes de Ingeniería. El resolver problemas implica identificar, formular a través de un proceso que se utiliza para obtener la mejor respuesta sujeta a algunas limitaciones. De acuerdo a los diferentes referentes expuestos en la sección 2 se reconoce una serie de características del pensamiento computacional que contribuyen a la resolución de problemas: abstracción, pen-samiento algorítmico, descomponer el problema en pequeñas partes, analizar los problemas y errores en la lógica, identificación de patrones entre otras. Se ha presentado las principales características del Lightbot en cuanto al entorno de juego y como potenciar su uso a través de 3 componentes que pueden ser organizados en una o varias sesiones de trabajo para lograr no sólo desarrollar pensamiento computacional sino reflexionar sobre características ligadas a la resolución de problemas. Dichas sesiones podrían ser combina-das o expandidas de acuerdo a las necesidades de cada especialidad, al tiempo disponible u objetivos que se busquen potenciar. Creemos que la experiencia presentada podría ser incorpo-rada como herramienta de soporte para que los estudiantes reflexiones sobre los aspectos implicados en la resolución de problemas de una manera lúdica. La cantidad de sesiones y ejercicios son lo suficientemente cortos que podrían ser incorporados en cualquier curso. La fortaleza de Lightbot radica en que no es necesaria la experiencia previa en programación y las actividades son generales lo que lo hace ideal para utilizarlo en cualquier programa que forma ingenieros.

Como trabajo futuro se pretende explorar la característica de contador de comandos, cuyo potencial es trabajar la característica de eficiencia de la solución. Esta característica permitiría que el estudiante proponga algoritmos cada vez mas eficientes , es decir con un numero menor de instrucciones.

Referencias

ABET (2020). Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2020 – 2021. https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2020-2021/

Aedo Lopez, M., Vidal Duarte, E., Castro Gutierrez, E., & Paz Valderrama, A. (2016, July). Teaching Abstraction, Function and Reuse in the first class of CS1: A Lightbot Experience. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, (pp. 256-257).

Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: a digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20–23.

Bilbao, J., Bravo, E., Garcia, O., Varela, C., & Rebollar, C. (2017). Assessment of computational thinking notions in secondary school. *Baltic Journal of Modern Computing*, 5(4), 391–397.

Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice* (No. JRC104188). Joint Research Centre.

Dagiene, V., & Stupuriene, G. (2016). Bebras—a sustainable community building model for the concept based learning of ınformatics and computational thinking. *Informatics in Education,* 15(1), 25–44.

Gouws, L. A., Bradshaw, K., & Wentworth, P. (2013, July). Computational thinking in educational activities: an evaluation of the educational game light-bot. In *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*, (pp 10-15).

Iturbe, C. B., Ochoa, L. L., Castello, M. J., & Pelayo, J. C. (2009). *Educating the engineer of 2020: Adapting engineering education to the new century* pp. 1110-1121. IATED.

Kalelioglu, F., & Gülbahar, Y. (2014). The Effects of Teaching Programming via Scratch on Problem Solving Skills: A Discussion from Learners' Perspective. *Informatics in Education*, *13*(1), 33-50.

Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., & MacKinnon, L. (2012). Learning programming at the computational thinking level via digital game-play. *Procedia Computer Science*, *9*, 522-531.

Korkmaz, Ö., Cakir, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, *72*, 558-569.

Mourtos, N. J., Okamoto, N. D., & Rhee, J. (2004, February). Defining, teaching, and assessing problem solving skills. In *7th UICEE Annual Conference on Engineering Education* , 1-5.

Román-Gonzalez, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2015, October). Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general. In *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015)*, (pp 1-6).

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. Educational Research Review, 22, 142–158.

Vidal Duarte, E., Castro Gutierrez, E., & Aedo, M. (2017, June). When the Robot Meets the Turtle: A Gentle Introduction to Algorithms and Functions. In *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* , (pp. 78-79).

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2015). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 1–21.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *366*(1881), 3717-3725.

Woods, D. R., Felder, R. M., Rugarcia, A., & Stice, J. E. (2000). The future of engineering education III. Developing critical skills. *change*, *4*, 48-52.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 15/10/2020
Aceitação/Acceptance: 26/12/2020

Cambio de Paradigmas en Ingeniería de Requisitos Desde el Enfoque de BPM

Jorge Fernando Soler López[1,2], José Nelson Pérez Castillo[1]

jofsolerl@correo.udistrital.edu.co; jnperezc@correo.udistrital.edu.co

[1] Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., código postal 110231, Colombia.

[2] Instituto Nacional de Salud, Bogotá D.C., código postal 111321, Colombia.

Pages: 208-221

Resumen: la ingeniería de requisitos es una de las etapas más importantes en el desarrollo de sistemas de información, ya que puede definir el éxito o fracaso de un proyecto. Las metodologías tradicionales de desarrollo enfocan la etapa de ingeniería de requisitos en tareas operativas, esto hace que los procesos sean estáticos y no se tengan en cuenta los cambios o la evolución de la organización. La *Gestión de Procesos de Negocio* (*BPM*) brinda la posibilidad de construir sistemas que evolucionan en el tiempo, lo que permite conocer su comportamiento, evaluarlo, modificarlo o corregirlo según corresponda.

El objetivo planteado es corroborar que al implementar el enfoque BPM se obtienen mejores resultados en proyectos de implementación de sistemas de información, logrando ampliar el entendimiento completo de los procesos, lo que puede orientar con mayor claridad la definición de requisitos modificando la óptica de responder de manera exclusiva a funcionalidades inmediatas de software.

Palabras-clave: Gestión de procesos de negocio; ingeniería de requisitos; automatización de procesos.

Shifting Paradigms in Requirements Engineering from the BPM Approach

Abstract: Requirements engineering is one of the most important stages in the development of information systems, as it can define the success or failure of a project. Traditional development methodologies focus the requirements engineering stage on operational tasks, this makes the processes static and changes or evolution of the organization are not taken into account. Business Process Management (BPM) offers the possibility of building systems that evolve over time, which allows us to know their behavior, evaluate it, modify it or correct.

The proposed objective is to corroborate that by implementing the BPM approach, better results are obtained in information systems implementation projects, managing to broaden the complete understanding of the processes, which can guide the definition of requirements with greater clarity by modifying the optics of responding from exclusive way to immediate functional software.

Keywords: Business Process Management; requirements engineering; process automation.

1. Introducción

"La gestión de procesos de negocio es el arte y la ciencia de supervisar cómo se desempeña el trabajo en una organización para asegurar resultados consistentes y tomar ventajas de las oportunidades de mejora" (Dumas et al., 2018, p. 1, traducción propia). Si bien la ingeniería de requisitos es una de las metodologías ampliamente usada en la construcción de software, se han identificado históricamente desventajas relacionadas principalmente con el conocimiento que deben tener los interesados para orientar correctamente su construcción.

La presente investigación propone una metodología para la ingeniería de requisitos utilizando las técnicas y herramientas que brinda el enfoque de gestión de procesos del negocio, para el desarrollo de sistemas de información con el fin de lograr unas especificaciones claras para conducir los proyectos hacia un término exitoso. Es por ello que se encuentran diversas publicaciones en las que se plantean estrategias para mejorar el proceso de definición de requisitos (Arias, 2005), (Avison et al., 2013), (Barros et al., 2018). Dentro de las aproximaciones se ha identificado el empleo de BPMN para mejorar el desarrollo de software en su fase de planeación (Cardoso et al., 2012), (Rentes et al., 2018). Sin embargo, teniendo en cuenta que a la fecha se cuenta con disciplinas enfocadas a las tareas operativas, en este estudio realiza una reorientación respecto a la ingeniería de requisitos empleando el modelo de gestión de negocios para abarcar todo el proceso. Este enfoque busca encontrar oportunidades de mejora, reducción de costos, búsqueda de errores y análisis del tiempo en la generación de productos y servicios en las organizaciones.

La presente investigación tiene dos temáticas principales, asumidas como base para la elaboración de la propuesta metodológica. En primer término, se encuentra la ingeniería de requisitos. En segundo lugar, se aborda el enfoque BPM, empleado para la identificación de los procesos de negocio de las organizaciones y su articulación con las tecnologías de la información. Para esto se describen las herramientas utilizadas del enfoque propuesto como son el *Modelo y Notación de Procesos de Negocio* (BPMN) y los *Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio* (BPMSs), además se realiza una descripción de las etapas de *Ciclo de Vida de BPM* propuesto por Dumas que aportan al proceso de ingeniería de requisitos. Posteriormente con el fin de comprobar su validez, se realiza la aplicación de la propuesta metodológica al caso de estudio de la vigilancia del agua para consumo humano en Colombia

2. Ingeniería de Requisitos

Los requisitos de sistema son la especificación de lo que debe hacer un sistema de información, cómo se tiene que comportar y qué resultados le corresponde retornar dependiendo de las diferentes interacciones que tenga con los usuarios y a partir de las necesidades y solicitudes del cliente.

"Al proceso de descubrir, analizar, documentar y verificar estos servicios y restricciones se le llama ingeniería de requerimientos (IR)" (Sommerville, 2011, p. 83). Para comprender lo que un sistema de información debe hacer es necesario implementar una serie de técnicas y metodologías con el fin de lograr la mayor abstracción y entendimiento de los requisitos dispuestos para lograr la satisfacción de las necesidades del cliente. A esto le llama Sommerville "ingeniería de requisitos".

Respecto a los requisitos que el cliente solicita para el desarrollo de proyectos de software suelen incluirse peticiones que superan el alcance o incluso la realidad y los productos concretos que pueden entregarse al final; de otro lado, los ingenieros que soportan el levantamiento de requisitos, deben adquirir conocimientos mínimos relacionados con las necesidades y el objetivo global del proyecto a desarrollar.

Es fundamental identificar los participantes que tengan aportes en la implementación, pues a partir de sus consideraciones pueden surgir nuevos requisitos que inicialmente no se tenían contemplados. Adicionalmente, es perentorio priorizarlos, ya que cada usuario ve sus necesidades como las más importantes, no obstante, es evidente que algunos requisitos tienen mayor relevancia que otros. Para empezar, es obligatorio realizar una hoja de ruta que sitúe en un mapa de trabajo qué funcionalidades se deben construir primero. (Goguen, 2009; Diaper, 1989).

Una vez se pone en marcha un sistema surgirán nuevas necesidades y cambios necesarios, lo que se traduce en nuevos requisitos. Estos cambios son inevitables, ya que todo proceso está sujeto a modificaciones en torno a su regulación. (Pressman, 2010)

Normalmente se presentan cambios en la definición de requisitos de un sistema, por esto se deben establecer mecanismos de administración de los mismos, desde el momento que se empiezan a documentar. En este proceso se identifican por separado cada uno de los requisitos y se evalúa su relación con los demás, también se determina el costo y la afectación de los posibles cambios a los que haya lugar. Las modificaciones que se realicen deben ser registradas y monitoreadas para que los nuevos requisitos sean administrados (Ramírez et al., 2017).

3. Gestión de procesos de negocio (BPM)

Los procesos de negocio consisten en un conjunto de actividades que son desempeñadas coordinadamente en una organización y un entorno técnico, estas actividades unidas realizan un objetivo de negocio. La gestión de procesos de negocio incluye conceptos, métodos y técnicas que ayudan al diseño, la administración, la configuración, la divulgación y el análisis de los procesos (Weske, 2007).

Según Dumas, BPM logra integrar a expertos en negocios relacionados con la generación de productos o servicios con el personal de tecnología, unificando conceptos y logrando un entendimiento de clientes, usuarios y otros interesados (Sepúlveda et al., 2018).

Con la aplicación de un enfoque BPM se busca mejorar los procesos existentes en una organización o estructurar actividades que se están realizando de forma empírica, monitoreando los posibles inconvenientes que hacen que se generen sobrecostos o

demoras en una compañía. Para esto se utilizan los BPMSs, que permiten de una manera ágil aplicar la tecnología en la mejora de los procesos.

Además de identificar problemas mediante técnicas de simulación contribuye a evaluar las decisiones o cambios a realizar, en donde se parametrizan los tiempos, los recursos, las reglas y los caminos a seguir durante el proceso. Además, BPM permite gestionar el cambio de una manera más eficiente e involucrar a personal externo en áreas de tecnología (Dumas et al., 2018).

3.1. Modelo y Notación de Procesos de Negocio (BPMN)

El modelado de los procesos es fundamental en varias etapas de adopción e implementación de un enfoque BPM. Gracias al modelado de un proceso se puede plasmar su entendimiento, por eso las personas involucradas deben aportar a su construcción y ayudar a evitar ambigüedades que posiblemente generen inconvenientes en etapas futuras.

Para lograr lo anterior se tiene el estándar BPMN en su versión 2.0.2 dado por el Grupo de Gestión de Objetos (Object Management Group, OMG). (tabla 1)

BPMN se basa en eventos y actividades. Los primeros se entienden como acciones inmediatas que desencadenan o finalizan una serie de actividades o tareas, estos se simbolizan mediante círculos; por otra parte, las actividades se definen como acciones que tienen una duración, por ejemplo, responder un correo electrónico, estas se representan mediante cuadros de puntas redondeadas. Adicionalmente se tienen las secuencias, que implican el orden en que se ejecutan los eventos o las actividades.

Existen actividades que no tienen que ejecutarse de manera secuencial y no afectan el transcurrir del proceso. Estas podrían ser desarrolladas de manera paralela, por lo cual se debe tener en cuenta las ramificaciones que pueden surgir (divergencia) y la fusión del flujo cuando varias actividades desembocan en una compuerta (convergencia). Su uso define en gran manera la eficiencia del proceso.

Estos diagramas entre más detalles aporten serán más útiles para entender el proceso en su totalidad. Posteriormente pueden ser implementados en un BPMS.

Elemento	Descripción	Notación
Evento de inicio	Es algo que sucede e indica el inicio del proceso.	
Evento de finalización	Indica cuando un flujo del proceso finaliza.	
Actividad o tarea	Es un trabajo que se realiza dentro de un proceso. Se ejecuta en un tiempo determinado.	
Actividad de servicio	Es una actividad que se ejecuta de forma automática, sin intervención humana, por ejemplo un *web service*.	

Elemento	Descripción	Notación
Actividad de envío	Es una actividad que genera el envío de un mensaje.	
Actividad de *script*	Describe una actividad que ejecuta una serie de comandos. Realiza un cálculo o una operación.	
Compuerta	Es el elemento que controla el flujo del proceso, dependiendo de los valores y las validaciones asignadas.	

Tabla 1 – Elementos BPMN para el modelado de procesos. Fuente: OMG, 2014

3.2. Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS)

Debido a la difusión de BPM han surgido sistemas de gestión de procesos de negocio, los cuales se asumen como herramientas especializadas para gestionar el ciclo de vida de los proyectos BPM, se caracterizan por permitir realizar un análisis, un diseño, una automatización y un monitoreo del proceso. Los BPMS cumplen ciertos estándares o funcionalidades como componentes gráficos para el diseño y confección del proceso mediante la utilización del estándar BPMN (Sepúlveda et al., 2018). Permiten realizar la conexión con motores de bases de datos que soporten la información a automatizar, además tienen funcionalidades de monitoreo de los procesos y servicios de integración con otros sistemas a los que accede a través de tecnologías como REST o SOAP. Principalmente poseen un motor de ejecución que soporta la automatización y permiten crear aplicaciones y ejecutables a partir del modelo de procesos.

3.3. Ciclo de vida BPM y metodología propuesta para la ingeniería de requisitos aplicando gestión de procesos de negocio

Metodología es la definición de procedimientos, técnicas, herramientas y documentos auxiliares que ayudan a los desarrolladores de software en sus esfuerzos por implementar nuevos sistemas de información (Avison et al., 2003).

A partir de la propuesta metodológica del presente trabajo se busca articular la ingeniería de requisitos como etapa fundamental en proyectos de desarrollo de software con la gestión de procesos de negocio. La finalidad es aportar herramientas para facilitar el involucramiento y entendimiento de clientes y usuarios y contribuir con experiencias y conocimiento a los desarrolladores para pasar de un análisis de requisitos funcionales enfocado a las tareas operativas a un análisis que optimice la administración de los procesos de una organización, buscando en todo momento su mejora continua.

Para la construcción de la de la metodología se siguen las etapas del ciclo de vida de BPM propuestas por Dumas (figura 1), las cuales se describen a continuación y se usan como base para la identificación de los requisitos y su documentación (Dumas et al., 2018).

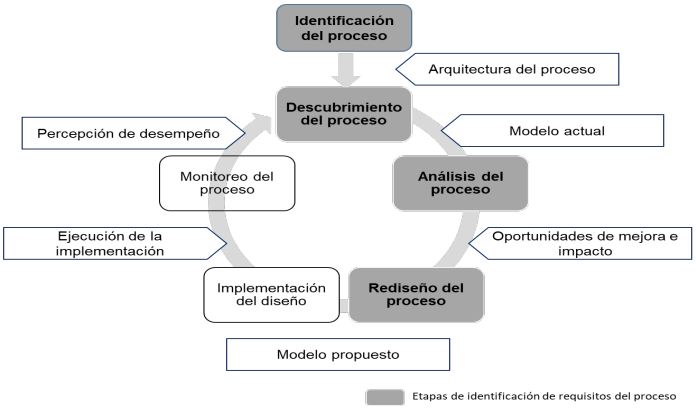


Figura 1 – Ciclo de vida BPM. Fuente: Dumas et al., 2018. Adaptación del autor

Identificación de procesos

Identificar el problema y el alcance del proyecto: Al tener un enfoque orientado a procesos de negocio el software surge como una necesidad para soportar la operación, pues se debe tener en cuenta las actividades y tareas a realizar para lograr los objetivos, además de analizar los eventos claves en su ejecución.

Inicialmente se reconoce el entorno, para ello se hace una valoración de la organización en la cual se va a realizar la automatización, identificando los tipos de procesos que se encuentran en ella. Es necesario establecer el alcance del proyecto, ya que la idea es abordar un proceso de acuerdo con el tiempo, los recursos y la relevancia e ir abarcando otros procesos paulatinamente. Se debe definir con la gerencia la parte misional y administrativa, cuáles son los procesos en la organización más relevantes y cuáles son susceptibles para realizar un análisis y mejorarlos. Ya que la totalidad de procesos de una organización puede ser abrumador se puede avanzar definiendo subprocesos hasta cubrir progresivamente la meta propuesta.

Los indicadores de desempeño son de suma importancia para definir los criterios para determinar los procesos a mejorar. Medir el valor entregado por un proceso es una etapa crucial en BPM. Por lo general la identificación de procesos se realiza en paralelo con la definición de los indicadores de desempeño. Es clave definir los indicadores que brindarán información acerca del estado de los procesos. Para esta tarea se pueden destacar algunos de tipo genérico o específico, entre los más utilizados se encuentran los relacionados con las características de tiempo, costo, calidad y flexibilidad.

Salida de esta etapa: una descripción donde se plasme el problema a abordar y se indique el alcance del proceso a automatizar. Definición de los indicadores que van a monitorear durante la ejecución del proyecto

Descubrimiento del proceso

Identificar las actividades y eventos del proceso actual: para entender el proceso de negocio en detalle es perentorio identificar la información existente y las actividades y tareas relevantes. Se debe obtener como salida uno o varios modelos del estado actual del proceso (as-is), de esta manera en el modelo se plasma cómo las personas entienden el trabajo actual que se realiza en las organizaciones. Los diagramas de procesos deben ser comprendidos y validados por los actores del sistema, lo que permitirá reducir las ambigüedades generadas por los textos libres.

En esta etapa tiene una participación activa el dueño del proceso, rol que puede desempeñar un coordinador de área o un jefe de oficina, quien es el principal interesado en evaluar el desempeño del trabajo realizado y conoce a cabalidad el proceso actual. Participarán también los expertos en el dominio, quienes son funcionarios con labores operativas y suministrarán detalles de las actividades a modelar. El analista de proceso, por su parte, es el encargado de recopilar la información existente del proceso

Posteriormente, aplicando BPMN, se construye un modelo que represente el estado actual del proceso, mediante la información recopilada, para esto se debe contar con una herramienta BPMS que incluya la función de modelado.

Salida de esta etapa: consiste en un modelo de procesos correctamente documentado con las ayudas textuales correspondientes que esclarezcan su interpretación. Aplicando la sintaxis de BPMN mediante sus elementos, como actividades, compuertas, eventos, canales, actores y demás artefactos, se modela el comportamiento del proceso requerido, en el cual finalmente se representan a los participantes y el trabajo realizado.

Análisis de procesos

Análisis del modelo actual mediante simulación: en esta etapa se toma como insumo el modelo actual, construido en la etapa previa, y los indicadores, definidos en la etapa de identificación de procesos. Este sistema de análisis se emplea con el fin de conocer el comportamiento y desempeño existente del proyecto.

El modelo debe ser procesado mediante una herramienta BPMS que cuente con funcionalidades de simulación, además de ser parametrizado con la información de tiempo, costo y recursos en cada una de las actividades a desarrollar. Al procesar el modelo el BPMS permite modificar el valor de los indicadores y evaluar si el resultado de la simulación es congruente con la ejecución del proceso en la organización.

Una vez detallado el proceso actual se realiza un análisis teniendo en cuenta indicadores como el costo y el tiempo de ejecución del proceso, con el fin de reconocer y evaluar los problemas e incidentes presentes y proponer oportunidades de mejora.

En esta etapa se puede optar por un análisis cualitativo del proceso de negocio. Mediante la evaluación del valor agregado, en donde se verifiquen los elementos del modelo y se determinen qué actividades no aportan ni al negocio ni al cliente, para conocer las ineficiencias del proceso para que posteriormente sean eliminadas.

Puede optarse también por un análisis cuantitativo, el cual brinda técnicas para determinar indicadores como el tiempo, el costo o los recursos utilizados. Este tipo de análisis se puede realizar aplicando herramientas BPMS que permitan simular y determinar qué recursos habría que asignar a cada una de las actividades, como por ejemplo el tiempo total de ejecución de un proceso, comparar los posibles escenarios y de esta manera tomar decisiones respecto a posibles modificaciones que optimicen el desempeño del sistema.

Por último, al analizar el modelo mediante la simulación se visualiza el flujo del proceso desde el evento inicial hasta su finalización. Los resultados permiten conocer los cuellos de botella, la carga asignada a cada uno de los recursos, el tiempo de ejecución del proceso y de cada una de sus actividades y conocer en detalle su comportamiento para tomar decisiones que ayuden a optimizar los indicadores propuestos y realizar cambios que solucionen los inconvenientes encontrados.

Salida de esta etapa: será la identificación de las debilidades del proceso y de los recursos sobreutilizados o subutilizados. De esta manera se podrá realizar un rediseño que subsane los inconvenientes hallados. En esta etapa, los participantes, el dueño del proceso y el analista de procesos están en la capacidad de conocer el proceso actual, su comportamiento y desempeño, contar con la identificación de los incidentes e identificar los problemas presentados y las posibles soluciones y oportunidades de mejora propuestas

Rediseño de proceso

Construir un nuevo modelo de procesos: se deben abordar cada uno de los problemas e incidentes identificados, determinar mediante el análisis de los expertos del negocio las posibles soluciones a aplicar y la forma de articularlos dentro del modelo de negocio propuesto.

Teniendo identificados los procesos, sus problemas y las posibles soluciones respecto al proceso actual, se continúa con el rediseño correspondiente, a este paso se le denomina proceso propuesto (to-be). El modelado de este último es la principal salida de esta fase, aquí se debe demostrar la mejora en los indicadores (tiempo, costos, recursos). De la misma manera que en la etapa de análisis de proceso, las funcionalidades se pueden manifestar mediante la simulación con la que cuentan los sistemas de gestión de procesos de negocio. Hay que tener en cuenta que las fases de análisis y diseño están estrechamente relacionadas, el éxito de esta actividad se basa en el trabajo minucioso de análisis del modelo actual.

Salida de esta etapa: el resultado del rediseño es el modelo del proceso propuesto realizado en BPMN, validado mediante herramientas de simulación BPMS y aprobado por el dueño de proceso. Este modelo será implementado y se materializará en la siguiente fase del ciclo de vida de BPM. Este modelo cuenta con un amplio detalle y la integración de los requerimientos solicitados. El documento va a variar según el tamaño del software a construir: para sistemas grandes se requerirá una documentación más completa, mientras que para sistemas pequeños bastará con algunos diagramas.

Así, al implementar BPM para proyectos de desarrollo de software, se puede contar con una mirada holística del alcance de un proyecto lo que permite una construcción de ingeniería de requisitos mucho más fundamentada en los hallazgos identificados en cada etapa del ciclo de vida, por lo que al hacer integración de esta disciplina, se pueden superar las dificultades y limitaciones que tradicionalmente atañen a la ingeniería de requisitos, además de brindar la posibilidad de medir resultados de manera más oportuna, para posteriormente pasar a la implementación de la automatización de procesos. Por lo anterior, los autores consideramos que la ingeniería de requisitos sigue considerándose base fundamental y válida para el desarrollo de software, sin embargo, se optimiza con la integración de BPM.

4. Aplicación de la metodología propuesta al caso de estudio de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano

De acuerdo con la metodología propuesta para la ingeniería de requisitos usando gestión de procesos de negocio, se aplicaron las etapas de identificación, descubrimiento, análisis y rediseño al caso de estudio correspondiente al programa de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, realizado por el Instituto Nacional de Salud de Colombia. (Instituto Nacional de Salud, 2018).

4.1. Identificación del proceso de la vigilancia de la calidad del agua

Se inició la aplicación al caso de estudio identificando los problemas reportados tanto por el INS en el programa de vigilancia de la calidad del agua (dueño de proceso) como por los usuarios de las autoridades sanitarias departamentales y del Distrito Capital (participantes de proceso) durante su experiencia en el uso del sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano – SIVICAP (Guzmán et al., 2016).

A partir de la información, se centraron los análisis en el cálculo de dos indicadores por considerarlos de mayor relevancia para medir y comparar el proceso actual versus la propuesta de rediseño, siendo estos enfocados en tiempos de ejecución y porcentaje de dedicación del talento humano a los procesos.

4.2. Descubrimiento del proceso de la vigilancia de la calidad del agua

A partir del análisis del estado actual del proceso de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano se definió el modelo del estado actual (figura 2), en donde se tiene una visión general del proceso que permite analizar la pertinencia del flujo de información.

En el modelo actual se observa un subproceso (figura 3) en donde se visualizan las actividades necesarias para el ingreso de las muestras y el diligenciamiento de la información obtenida, las actividades de campo (toma de muestras, traslado a laboratorio) y aquellas que fueron efectuadas en el laboratorio (análisis fisicoquímicos y microbiológicos).

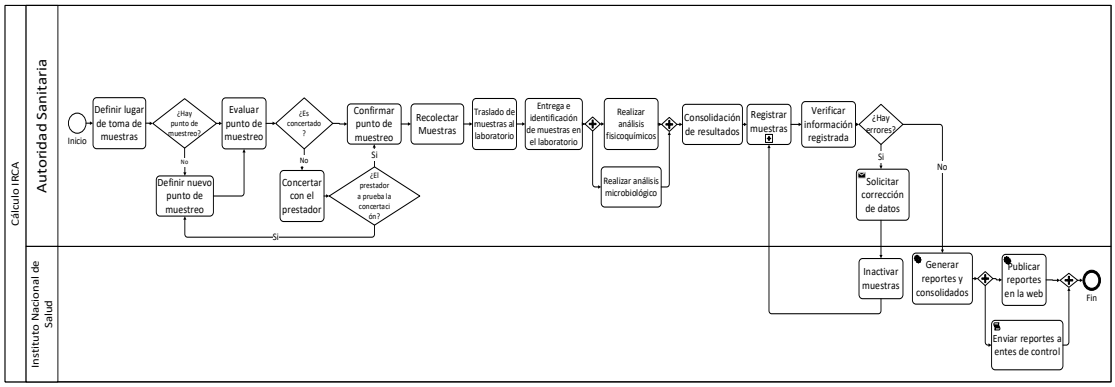


Figura 2 – Modelo actual del proceso de vigilancia de la calidad del agua.
Fuente: elaboración propia

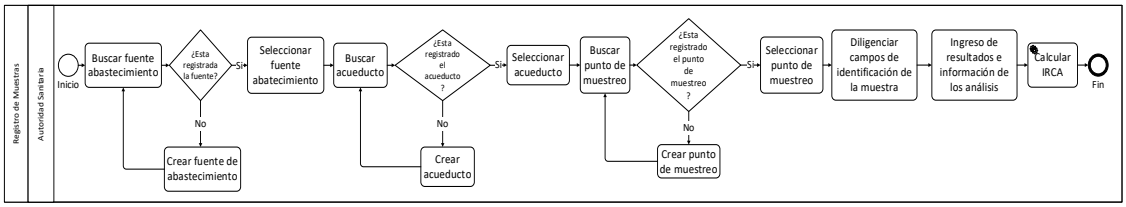


Figura 3 – Subproceso de registro de muestra del modelo actual. Fuente: elaboración propia

Respecto a las necesidades de personal, se identificó que se requiere como mínimo cubrir cinco roles con seis personas: un coordinador del Laboratorio de Salud Pública (LSP), un analista fisicoquímico, un analista microbiológico, un profesional referente para este programa en el INS y dos técnicos del LSP encargados del muestreo.

4.3. Análisis del proceso de la vigilancia de la calidad del agua

Mediante la aplicación de un BPMS y realizando técnicas de simulación se realizó un análisis cuantitativo mediante la parametrización de valores de tiempo y recursos utilizados en cada actividad, también hace posible observar el flujo del proceso, identificar cuellos de botella y calcular los indicadores propuestos de tiempo total de ejecución y recurso humano requerido. Con esto se logra conocer el comportamiento del proceso e identificar adecuadas soluciones (Tablas 2 y 3).

Para la simulación se estableció el valor promedio de 230 muestras mensuales a partir del reporte del LSP de Bogotá en 2017, estimando que se requieren 19,3 días para la ejecución de la totalidad del proceso.

4.4. Rediseño del proceso

En el rediseño se definieron 13 actividades en total, proponiendo el uso de los formularios electrónicos para la gestión y el ingreso de la información al sistema durante todo el proceso. Se eliminó el subproceso y las actividades repetidas identificadas en el modelo actual (figura 4).

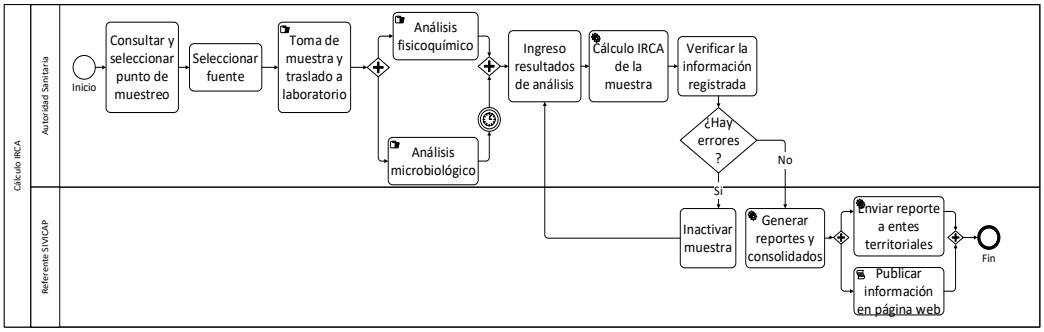


Figura 4 – Modelo propuesto para el proceso de vigilancia de la calidad del agua. Fuente: elaboración propia

Al ejecutar la simulación del modelo propuesto, se identificó que la totalidad de actividades requieren 7,3 días para su ejecución; dada la eliminación de algunas actividades respecto al modelo actual, se incrementa el aprovechamiento del recurso humano solicitado. Se logró identificar que algunos roles tenían un uso inferior al 85 %, mientras que en el modelo propuesto se logra equilibrar el uso de recurso en todos los roles, salvo en el de coordinador del Laboratorio de Salud Pública (tabla 2).

Recurso	Uso del proceso actual (%)	Uso del proceso propuesto (%)
Técnico LSP	81,6	97,1
Coordinador LSP	6,1	0.4
Referente SIVICAP–INS	74,9	98,1
Analista fisicoquímico LSP	96,4	96,7
Analista microbiológico LSP	96,4	96,7

Tabla 2 – Comparación del recurso humano del proceso actual vs el proceso propuesto. Fuente: elaboración propia

Se observó que la reducción más evidente se observa en el tiempo máximo donde se pasa de 40,3 días en el modelo actual a 14,5 días en el modelo propuesto. Respecto al tiempo promedio se presenta una reducción de 62,7 % en el tiempo de ejecución (tabla 3). En este lapso se pueden prevenir contagios o afectaciones de salud en población expuesta a agua contaminada con riesgo alto o inviable sanitariamente para el consumo humano.

Modelo	Nombre del proceso	Número muestras procesadas	Número personas que participan en el proceso	Tiempo mínimo (días)	Tiempo máximo (días)	Tiempo promedio (días)	Número activida-des
Actual	Cálculo IRCA	230	6	8,1	40,3	19,3	30
Propuesto	Cálculo IRCA	230	6	4,0	14,5	7,32	13

Tabla 3 – Comparación de tiempo del proceso actual vs el proceso propuesto.
Fuente: elaboración propia

Se pueden optimizar procesos a partir de la implementación de BPM, lo que reduciría el tiempo desde el evento de inicio hasta obtener retroalimentación. En este sentido se pasa del proceso actual de 19,3 días de tiempo promedio de ejecución a 7,32 días en el proceso propuesto. En este escenario se evidencia una sensible reducción de tiempo, considerando el estimado y el personal asignado de registro de información en el sistema a partir de la ejecución ordenada y secuencial de las actividades y las tareas del proceso (tabla 3).

5. Conclusiones

La ingeniería de requisitos sigue siendo una de las metodologías tradicionales para el desarrollo de software, y considerando que hoy se identifican con claridad las dificultades comunes en ella, se hace necesario optimizar el proceso, logrando una armonía entre los clientes e ingenieros integrando una mirada global de los procesos y el alcance de los mismos, por lo que se presenta como una alternativa la integración de BPM, empleando las herramientas que esta conlleva, tales como BPMN y BPMS.

Esta implementación permite identificar en etapas tempranas del proyecto los procesos o eventos que afectarían negativamente la implementación de un sistema de información, y lograr evidencias para conocer previamente el comportamiento del proceso, lo que permite que se optimicen los recursos y se ajusten a las necesidades reales de los clientes.

En la realización del presente trabajo se evidencia que la aplicación del ciclo de vida de BPM y el uso del BPMN como herramientas para la definición de requisitos de software, permitiendo conocer el comportamiento del proceso. Su aplicación facilita la etapa de análisis y brinda componentes y ayudas para el diseño y la ejecución que hacen posible la generación de los artefactos de software necesarios para su despliegue.

En este proceso se logra una mayor participación del dueño del proceso y los usuarios, sus aportes y validación en la construcción de modelo son fundamentales en la configuración y rediseño del sistema. Por otro lado, al emplear el enfoque de BPM no solo se parte de una visión integral, sino que su puesta en marcha permite disminuir reprocesos al integrar en su construcción los aportes de los clientes finales del software.

El enfoque de gestión de procesos de negocio y las etapas de identificación, descubrimiento, análisis y rediseño de procesos brindan un marco de trabajo que permite identificar y gestionar los requisitos de un sistema de información. Con su empleo es posible pasar rápidamente a la automatización del proceso. En estas etapas se realiza un trabajo conjunto entre los analistas de procesos, los ingenieros de software, los dueños del proceso, los usuarios y demás participantes, logrando establecer y medir los indicadores de tiempo y recursos para obtener su óptima configuración.

Se creó el modelo de procesos del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano de Colombia, donde se reconoció el estado actual del proceso y a partir del análisis realizado se identificaron las debilidades e incidentes para proponer un rediseño que corrija los problemas encontrados.

La presente metodología permite conocer el estado de un proceso de negocio y evaluar su eficiencia mediante indicadores de tiempo, recursos y costos, para determinar si se requiere un rediseño del proceso. De la misma manera, es posible aplicar el enfoque BPM a procesos que requieran ser automatizados y en los cuales se quiera conocer su comportamiento desde las etapas de análisis a partir de las funcionalidades de simulación que brindan las herramientas BPMS.

Se realizó el análisis de procesos al caso de estudio Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano, en el cual se identificó el proceso actual conformado por un total 30 actividades que toman en promedio 19,3 días para su ejecución. A partir del rediseño implementando BPM, el tiempo de ejecución se redujo 62,7%, pasando a 7,3 días. A su vez se incrementó el porcentaje de dedicación del personal a cada actividad.

Esto indica una reducción del tiempo de ejecución y un mayor porcentaje de dedicación del personal a las actividades relacionadas, lo que hace más eficiente el proceso y permite procesar un mayor número de muestras en menor tiempo, además de una considerable optimización de costos.

Referencias

Arias, M. (2005). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. InterSedes: Revista de las Sedes Regionales, VI.

Avison, David and Fitzgerald, Guy (2003) Information systems development: methodologies, techniques and tools (3rd edition), Maidenhead, UK. McGraw-Hill, 608pp.

Barros-Justo, J. L., Benitti, F. B. V y Cravero-Leal, A. L. (2018). Software patterns and requirements engineering activities in real-world settings: A systematic mapping study. Computer Standards & Interfaces, 58, 23–42. Recuperado de: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.csi.2017.12.001

Cardoso, H. M., Oliveira, A. y Alencar, F. (2012). Melhorando Processos Tradicionais de Engenharia de Requisitos sob a Ótica da Gestão de Processos de Negócio. Workshop de Gestão de Processos de Negócio. EBPM.

Diaper, D. (1989). Knowledge elicitation: principle, techniques and applications. Revista Engineering Applications of Artificial Intelligence 3(3), pp. 25. Recuperado de: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=SERIES10268.94297

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J. y Reijers, H. A. (2018). Fundamentals of Business Process Management (Second Edition). Berlín: Springer. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4

Goguen, J.A. (2009). Requirements engineering as the reconciliation of social and Technical issues. Computer science and engineering. Revista Requirements engineering, 3(1) pp. 165-199. Recuperado de: https://www.researchgate.net/pub-lication/2263328_Requirements_Engineering_as_the_Reconciliation_of_Technical_and_Social_Issues

Guzmán-Barragán, B. L., Nava T, G. y Bevilacqua, P. D. (2016). Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia: desafíos para la salud ambiental. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 34(2), 175-183. Recuperado de: https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n2a06

Instituto Nacional de Salud. (2018). *Boletín de vigilancia de calidad del agua en Colombia*. Documento institucional. Recuperado de: https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin/1.%20Boletin%20Enero%202018.pdf

OMG, 2017. OMG® Unified Modeling Language® (OMG UML®). https://www.omg.org/spec/UML/2.5.1/PDF

OMG. (2013). Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0.2. Business. https://www.omg.org/spec/BPMN; https://doi.org/10.1007/s11576-008-0096-z

Pressman, R. (2010). Ingeniería de Software. Un Enfoque Practico (7th ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill.

Ramírez Leal, J. C., Giraldo Orozco, W. J., & Anaya Hernández, R. (2017). Una propuesta metodológica para mejorar la comunicación en ingeniería de requisitos. Revista EIA, 13(26), 121-139. Recuperado de: https://doi.org/10.24050/reia.v13i26.952

Rentes, V., Pádua, S., Barbosa-Coelho, E., de Camargo, M., Faustino, G. y Rozenfeld, H. (2018). Implementation of a strategic planning process oriented towards promoting business process management (BPM) at a clinical research centre (CRC). Business Process Management Journal, 25(4), 707-737. Recuperado de: https://doi.org/10.1108/BPMJ-08-2016-0169

Sepulveda, C., Cravero, A., Cares, C., (2018) From Business Process to Data Model: A Systematic Mapping Study. IEEE Latin America Transactions. Recuperado de: DOI: 10.1109/TLA.2017.7896401

Sommerville, I. (2011). Ingeniería de Software (9th ed.). Ciudad de México: Pearson Education.

Weske, M. (2007). Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Berlín: Springer. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-3-540-73522-9

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 07/10/2020
Aceitação/Acceptance: 19/12/2020

Rotatividade nas empresas tecnológicas em Portugal: estado da arte

Catarina Ferreira[1], Isabel Pedrosa[1,2], António Calheiros[1]

iscac17645@alumni.iscac.pt; ipedrosa@iscac.pt; acalheiros@iscac.pt

[1] Coimbra Business School | ISCAC, Politécnico de Coimbra, Quinta Agrícola, 3045-231, Coimbra, Portugal

[2] Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) ISTAR-IUL, Av. Forças Armadas, Lisboa, Portugal

Pages: 222-237

Resumo: A escassa oferta de profissionais de tecnologias de informação não é proporcional à elevada procura. A facilidade de mudança de emprego coloca as empresas tecnológicas numa posição vulnerável quanto aos seus recursos humanos. Através da revisão e análise da literatura do conceito da rotatividade, procurou-se saber quais os motivos que levam os colaboradores a abandonar a empresa, destacando-se: satisfação no trabalho, comprometimento, liderança, formação. Observando a situação em Portugal, analisou-se a ligação das causas mais relevantes no setor das tecnologias com o mercado. Conclui-se que a situação é semelhante à literatura analisada relativa a outros países, demonstrando aumento de vagas de trabalho na área, maior oportunidade de mudança de empresa, sendo necessário que as empresas portuguesas tomem esse aspeto em consideração.

Palavras-chave: rotatividade; profissionais de TI; empresas tecnológicas; intenção de saída, recursos humanos.

Turnover in Portuguese technology companies: a literature review

Abstract: The scarce supply of information technology professionals is not proportionate with the high demand. The ease of job change puts technology companies in an unstable position in terms of human resources. Through the review and analysis of the literature of the concept of turnover, we sought to know the reasons that led employees to leave the company, in which we highlighted: job satisfaction, commitment, leadership, and training. Observing the situation in Portugal, it was analysed the link between the most relevant causes in the technology sector and the market. The conclusion is that the situation is similar to the literature analyzed in to other countries, so an increase in job vacancies in the area, is a greater opportunity to change job, therefore, Portuguese companies must consider this aspect.

Keywords: turnover; IT professionals; technology companies; intention to leave; human resources.

1. Introdução

Atualmente, de todos os dilemas com que as empresas se deparam, gerir a escassez de recursos humanos na área de Tecnologias da Informação é, talvez, o maior deles. A oferta de colaboradores qualificados na área das TI não consegue corresponder à grande procura (Dhar, 2012; Sasaki et al., 2019), destacando a necessidade de reter os colaboradores que as empresas contratam. Portanto, é a componente humana que tem de ser estudada para perceber quais os motivos que levam um colaborador escolher permanecer na empresa, ou sair.

Face a esse problema, este artigo tem como objetivo principal a revisão da literatura sobre o tema da rotatividade, particularmente, aplicada ao setor das tecnologias. O tema surge pela identificação e reflexão de um problema nas empresas de tecnologia: a taxa elevada de rotatividade dos profissionais de TI, o que acarreta consequências para as empresas, pondo em causa o seu bom funcionamento e gerando aumento de custos. Para atingir o objetivo, a revisão da literatura incidirá sobre a relevância do tema e as razões pelas quais devem as empresas tê-lo em consideração, em particular, as que atuam no setor das tecnologias. Colocam-se as questões: 1) como pode uma empresa saber que o colaborador pretende sair; e 2) quais as causas que levam à saída de profissionais no setor de tecnologias. Ter noção das causas da rotatividade permite beneficiar deste conhecimento, para um melhor funcionamento e vantagem competitiva.

Para responder às questões, efetuou-se uma pesquisa de artigos do tema em várias bases de dados: *B-On*, Google Académico, *ResearchGate* e *Web of Science*. Como elementos de procura, as palavras-chave utilizadas foram *turnover*, rotatividade, *intention to leave*, intenção de saída, profissionais de TI, *human resources IT*. Após a pesquisa foram selecionados os artigos onde títulos e resumos fossem identificáveis com o tema, seguindo-se a seleção dos artigos onde essa condição se verificasse. Posteriormente, realizou-se outra pesquisa com novas palavras-chave utilizando os termo TI juntamente com as causas mais relevantes identificadas (satisfação, comprometimento, formação e liderança), ou seja: satisfação em TI, satisfação profissionais de IT. Novamente, foi realizada a seleção dos artigos consoante o título e resumo. Pretende-se partir das causas gerais para as causas particulares do setor das TI Assim, este artigo encontra-se organizado da seguinte forma: na revisão da literatura realiza-se uma abordagem à importância e às consequências que a rotatividade tem sobre as empresas, seguindo-se, numa visão geral, as possíveis causas que levam ao abandono. Sabendo que nem todos os setores são iguais, pretende-se salientar quais as causas mais relevantes que levam um colaborador, da área de TI, a sair, e de que forma podem as empresas tomar medidas de prevenção para impedir essa saída. Por último, apresenta-se uma breve ligação da literatura ao mercado de trabalho Português, evidenciando a situação nacional. A última secção corresponde às conclusões e trabalhos futuros.

2. Revisão da Literatura

A rotatividade, devido às suas caraterísticas e envolvente, é um processo lento relativamente ao qual é moroso avaliar as consequências e os resultados das medidas de precaução (Wine et al., 2020). O modo comum de encarar este problema é identificar

possíveis antecedentes da saída do colaborador, isto é, conhecer as variáveis que influenciam o colaborador a sair, permitindo, assim, que a empresa adote as medidas necessárias para o evitar. Desta forma, será estudada a intenção de saída que terá ligação à rotatividade.

2.1. A Rotatividade

Definida por Tett & Meyer (1993), a rotatividade é a vontade consciente de um colaborador deixar a organização, vontade proveniente de várias razões como, por exemplo, um melhor salário. A rotatividade pode ser classificada em: voluntária, involuntária, funcional ou disfuncional. Wright & Cropanzano (1998) esclarece que rotatividade voluntária é quando o colaborador se retira da empresa por vontade própria. No caso de ser involuntária, é a empresa que toma a decisão de deixar o colaborador sair por este não demonstrar um bom desempenho (Allen et al., 2010) ou por não atingir os objetivos descritos no contrato e, nessa situação, a perda é vista como um interesse para a empresa (McElroy et al., 2001).

No caso em que ocorre a saída de um colaborador por vontade própria, a empresa sai prejudicada pois pretendia reter o colaborador devido às suas capacidades ou elevado desempenho (Allen et al., 2010), classificando assim a rotatividade em questão como disfuncional. Em contrapartida, quando existe a saída de colaboradores que são facilmente substituídos ou cuja presença não representava um benefício, a empresa é favorecida e trata-se de uma rotatividade funcional (Abelson & Baysinger, 1984). Desta forma, Price (2001) determina a rotatividade voluntária como evitável e a involuntária como inevitável. De facto, antecipando e tomando medidas preventivas, a empresa consegue evitar que o colaborador tenha intenção de sair. Ainda assim, existem casos em que a empresa está fora da decisão tomada, nada podendo fazer como sucede em situação de reforma ou doença prolongada, tornando-se a rotatividade inevitável. Apesar da relevância de todos os tipos de rotatividade, o presente trabalho foca-se na rotatividade voluntária.

2.2. A importância do estudo da rotatividade

As empresas podem alcançar a eficiência de vários modos, sendo um deles a partir da gestão de recursos humanos. No entanto, independentemente da estratégia escolhida pela empresa, uma boa gestão dos recursos humanos estará sempre implícita para poder atingir a eficiência pretendida. Assim, os colaboradores tornam-se um recurso indispensável e, consequentemente, alvos de investimento, tanto no seu recrutamento como no seu desenvolvimento profissional e pessoal.

Desta forma, a saída dos colaboradores é facilmente vista como uma perda para a organização (James & Mathew, 2012) e a sua retenção torna-se essencial. A falha na retenção pode originar incumprimentos ou adiamento da execução dos objetivos da empresa, trazendo, para a empresa, maiores custos e prejuízos, assim como outras consequências negativas (Aguenza et al., 2012). Price (2001) sublinha a importância de conhecer as causas destas saídas, pois só a partir destas a empresa poderá adotar as medidas necessárias e corrigir os processos de gestão, alcançando assim a eficiência dos recursos humanos.

Segundo West et al. (2019), a retenção dos colaboradores corresponde a uma vantagem competitiva para as empresas, pois estas desenvolvem e crescem ao manter colaboradores com potencial. Contudo, por norma, são os melhores trabalhadores, aqueles com capacidades e conhecimentos essenciais, os que têm mais possibilidade de sair (James & Mathew, 2012; Mamun & Hasan, 2017): conhecem o processo da empresa e, usufruindo das suas capacidades, reconhecem a melhor forma de trabalhar. Sendo assim, a sua saída não só traz uma quebra no sistema como também obriga a empresa a novo recrutamento e processo de acolhimento, socialização e de aprendizagem (Aguenza et al., 2012).

Reconhecida a importância da rotatividade, é relevante perceber que o desafio de reter os colaboradores tem sido maior nos últimos tempos. A cultura e o ensino têm sofrido alterações que influenciam o mercado de trabalho, excluindo o interesse de trabalhar numa só empresa durante toda a carreira profissional, como já acontece atualmente com as gerações mais novas, nomeadamente, os *Millennials*++ (ou Geração Y, que inclui os nascidos entre o início da década de 80 e 2000) (Howe, 2014; West et al., 2019).

2.3. As consequências da rotatividade

A importância da monitorização da taxa de rotatividade pode passar despercebida à gestão de topo, que, assim, não averigua as consequências que tal produz na empresa (Mamun & Hasan, 2017). Uma taxa elevada terá custos, sendo que estes poderão ser diretos ou indiretos, tangíveis ou intangíveis. Os custos mais evidentes e mensuráveis serão os dos processos de recrutamento, seleção e orientação do novo colaborador. Nessas três fases, a empresa possui custos associados à divulgação do cargo, aos testes de seleção e, já contratado o novo colaborador, aos materiais necessários ao treino e socialização (Mamun & Hasan, 2017; Wine et al., 2020). Outro dos custos aplicados às empresas será o tempo, o qual é difícil de calcular de forma exata: os colaboradores atuais estarão a pôr o seu trabalho em pausa para ensinar os novos colaboradores, perdendo tempo e concentração nas suas tarefas habituais (Segurado, 2015). Além disto, surgem ainda efeitos no ambiente de trabalho, em que se fala de custos dificilmente mensuráveis devido à sua intangibilidade, como por exemplo: a perda de *know-how* (Gomes et al., 2014), um maior stress sobre os colaboradores que permaneceram (Mamun & Hasan, 2017), a perda de eficiência (Price, 2001) e, em certos casos, a reincidência de outros colaboradores seguirem a mesma opção, resultando na perda de outros colaboradores talentosos (Abelson & Baysinger, 1984). A saída de um colaborador acaba por influenciar vários aspetos envolventes, como por exemplo, a equipa associada a esse colaborador, cuja saída prejudica todo o fluxo de trabalho (Oliveira et al., 2018), a criação de um ambiente de inquietação que diminui a moral (Lee, 2000) e a perturbação da comunicação e da interação social, diminuindo a coesão e consequentemente a satisfação (Gomes et al., 2014).

A perda de contactos de clientes é também uma consequência negativa pois, nestes casos, os clientes, que tendem a ser fiéis a um determinado colaborador, podem seguilo para o novo posto de trabalho e o colaborador acaba por levar consigo um leque de contactos (Oliveira, 2009).

Em suma, considerando todos os custos anteriormente mencionados, uma taxa elevada de rotatividade põe em causa os objetivos e a produtividade da empresa (Allen et al., 2010; Mamun & Hasan, 2017).

2.4. Causas da rotatividade

Um dos fatores que influencia a rotatividade e que tem vindo a ser estudado é a satisfação no trabalho (Lambert et al., 2001; Randhawa, 2007; Scholtz et al., 2019). Mendes (2014) define a satisfação como um sentimento que o indivíduo sente sobre o trabalho e as atitudes e os comportamentos gerados dessa relação, podendo ser positivos ou negativos. O equilíbrio entre a vida pessoal e profissional também consta como uma variável que os colaboradores apreciam, que reduz o stress e consequentemente aumenta a satisfação (Oliveira, 2009).

As variáveis de satisfação com o trabalho e o comprometimento demonstram, segundo alguns estudos, como Firth et al. (2004) menciona, grande impacto na redução de intenção de saída (Hom et al., 2017), provando que existe ligação entre o individuo e a empresa. Assim, quando o colaborador sente que está a ser útil para a empresa, sente maior satisfação no seu trabalho (Lo, 2015).

O comprometimento organizacional, segundo Segurado (2015), é uma ligação emocional do colaborador à empresa, em que este sente afeição e permanece por vontade própria. Assim, existe uma relação entre os dois: enquanto a empresa requer a dedicação do colaborador, este por sua vez requer a sua preocupação (Kim et al., 2019). Desta forma, supõe-se que, quanto menor for a relação entre ambos, menor a probabilidade de permanência do colaborador. A perceção do colaborador acaba por ditar parte deste compromisso pois a forma como este perceciona o apoio da empresa, vai influenciar o seu comprometimento organizacional, que pode diminuir ou aumentar (Oliveira et al., 2018).

As organizações que apresentam coesão entre os grupos e os bons relacionamentos demonstram maior retenção de pessoal (Allen et al., 2010). Firth (2004), assim como outros estudos, menciona que esse clima organizacional de suporte tem impacto na redução da intenção de saída, sendo importante que o indivíduo se sinta integrado na comunidade e que haja uma boa comunicação: má comunicação pode gerar stress e aumento da intenção de saída (Nyuur & Ifere, 2015).

O líder também tem um papel importante na retenção pois mantém um contacto constante com os colaboradores, em que as suas ações têm influência sobre estes. O seu cargo tem impacto na motivação e satisfação do trabalhador, portanto pode vir a constituir um fator de retenção ou de saída (Aguenza et al., 2012; Oliveira, 2009).

A comunicação é fundamental a todos os níveis, sendo indispensável que o líder mantenha uma boa comunicação com o subordinado visto que a falta desta será uma fonte de stress, deixando o colaborador desorientado (Firth et al., 2004; Mamun & Hasan, 2017); o colaborador fica insatisfeito e, portanto, a produtividade é prejudicada. Assim, verifica-se que a liderança afeta o bom funcionamento numa empresa e que a saída de colaboradores poderá ser uma consequência de má liderança (Bakkal et al., 2019).

O salário é um tema bastante discutido, apontado em muitos estudos como uma forma de recompensa e retenção (Aguenza et al., 2012; Allen et al., 2010) – com uma grande importância na vertente de sustento, ou seja, é uma questão aceite por muitos, pois permite uma vida mais estável e segura. Contudo, sozinho não serve como retenção,

havendo sempre outros fatores influenciadores (Rego et al., 2015); poderá satisfazer num curto período de tempo mas, quando o colaborador se habitua àquela remuneração, deixa de trazer satisfação (Pina e Cunha et al., 2016).

Os benefícios são úteis para manter o talento nas empresas e têm servido de motivação e recompensa em algumas organizações. Tem demonstrado que, em comparação com o salário, trazem maior satisfação e duradoura. (Mamun & Hasan, 2017). Para os colaboradores, constituem uma vantagem e, a longo prazo, sentem-se satisfeitos.

Quando vê reconhecido o seu esforço, o colaborador trabalha de uma forma mais motivada e é, consequentemente, mais produtivo (Aguenza et al., 2012; Firth et al., 2004). O reconhecimento demonstrado pela empresa é um indicador de preocupação que apela ao sentimento de pertença do colaborador, aumentando, assim, o seu comprometimento organizacional. Além de ser reconhecido, o colaborador avalia ainda a relação de trabalho com a sua remuneração, ou seja, mantém a intenção de continuar na empresa caso os benefícios sejam maiores ou equivalentes à sua contribuição para com esta. Por outro lado, se o colaborador perceciona que o seu trabalho não é equivalente ao que recebe, aumenta a intenção de saída (Allen et al., 2010).

As recompensas financeiras têm um impacto positivo na retenção, que dependerá do colaborador e da cultura, como referido anteriormente, mas, em geral, poderão diminuir a intenção de saída (Lambert et al., 2001). Ao receber recompensas pelo esforço empregue nas tarefas, os colaboradores sentem-se mais valorizados e a intenção de saída diminui (Price, 2001).

A cultura da empresa pode ser outro fator para a saída do colaborador: a correspondência da cultura da empresa com o colaborador aumenta a satisfação e a intenção de ficar (Mendes, 2014). Para além disso, também é relevante que a cultura organizacional seja propícia à recompensa do esforço aplicado (Mamun & Hasan, 2017) e à criação de laços (James & Mathew, 2012), fazendo com que haja uma maior retenção.

Num contexto de formação e de aprendizagem ao longo da vida ativa, torna-se fundamental para o colaborador evitar a estagnação e estar atualizado, apreciando quando as empresas apresentam oportunidade de evolução, o que origina uma maior motivação, uma perceção mais positiva da empresa e um aumento da intenção de ficar (Rego et al., 2015). Em contrapartida, quando a empresa desconsidera o investimento no treino e formação dos colaboradores, demonstra falta de apoio ou má liderança, levando ao aumento da intenção de saída e que, perante uma oportunidade, o colaborador possa mesmo chegar a sair (Oliveira et al., 2018).

Todas estas causa são possíveis razões de saída de uma empresa, de uma forma geral, no entanto, em casos particulares, essas causas diferem, dependendo das empresas e do setor em que operam, sendo umas mais relevantes que outras. Por exemplo, o caso apresentado em Tiplic et al. (2015), cujo estudo incidiu sobre os antecedentes da rotatividade de professores na Noruega, é um caso particular de profissionais do ensino, em que as causas mais importantes são o compromisso organizacional, a eficiência de grupo, o conflito de papéis e a liderança. Como se pode verificar, o mais importante é a comunicação e o grupo, uma vez que o trabalho efetuado neste setor acaba por

influenciar como um todo, sendo estes valores os mais relevantes. Num caso referente a enfermeiros, Nei et al. (2015) menciona que as causas são a liderança, o suporte social, o network e o compromisso organizacional, sendo a comunicação fundamental para os enfermeiros conseguirem trabalhar em conjunto. Para isso deve existir uma boa liderança e um bom suporte social (trabalho de equipa).

3. Rotatividade no setor das TI

Com a evolução do mercado nas tecnologias, vê-se uma constante mudança e inovação, contudo, no que se refere à questão do desemprego, esse mercado mantém-se imune a este problema (Segurado, 2015). A procura de colaboradores com competências e conhecimentos específicos é maior do que a oferta, verificando-se uma maior facilidade nos profissionais de TI para mudar de emprego, o que aumenta a taxa de rotatividade (Korsakienė et al., 2015).

Perante a necessidade de garantir colaboradores com talento e tendo em consideração as consequências provenientes da rotatividade, as empresas procuram reter os seus profissionais de TI (Ertürk & Vurgun, 2015), algo que acaba por ser um desafio (Carayon et al., 2006). A retenção evitará os custos anteriormente mencionados, mas também será uma vantagem competitiva para a empresa, algo ainda mais relevante no setor tecnológico.

Usualmente existem aptidões que são mais difíceis de substituir do que outras, fazendo com que o custo de substituição seja maior devido à escassez da oferta de colaboradores com as competências pretendidas (Fethi Calisir et al., 2011), assim como também existe o custo dos conhecimentos e da experiência adquiridos em projetos a decorrer (Harden et al., 2018), prejudicando o fluxo de funcionamento destes.

3.1. Causas

Efetuada uma análise de literatura focada no setor das TI, as causas que se destacaram como as mais importantes e relevantes foram: satisfação no trabalho, comprometimento organizacional, liderança e formação. Apesar de salientar diversas causas com grande influência, estas não se destacam com a mesma ênfase como por exemplo a causa monetária (Jacks et al., 2018; Palvia et al., 2017; Sasaki et al., 2019; Serenko et al., 2015) . O salário não é considerado como uma causa mais relevante pois depende de vários fatores, como a cultura e a própria situação do colaborador, sendo apresentado ainda com uma menor importância em diversos estudos nesta área. Contudo, em certos casos, se a empresa tiver uma maior reputação na mente do colaborador, este estará disposto a trabalhar mesmo com salário mais baixo (Amankwah-Amoah, 2015). Um bom salário pode ser motivador em certas situações, como no início da carreira ou em casos menos estáveis (Beecham et al., 2008), tendo o seu impacto por um período de tempo, mas não permanecendo sempre da mesma forma.

No clima organizacional, o colaborador sente a necessidade de criar laços e integrar-se na comunidade, criando um maior comprometimento organizacional e, sucessivamente, uma menor intenção de saída (Harden et al., 2018).

Tal como nos outros setores, também no setor das TI a satisfação e o comprometimento têm sidos dois fatores determinantes da intenção de saída. Interligados entre si, os colaboradores com níveis satisfatórios maiores possuem uma maior ligação com a empresa, comprometendo-se assim mais com esta (Fethi Calisir et al., 2011).

Os profissionais de TI dão grande importância ao equilíbrio da vida profissional e pessoal já que, habituados ao trabalho árduo – trabalho em excesso e de longas horas, prazos apertados, projetos complexos - não pretendem que tal afete a sua vida familiar (Serenko et al., 2017). O excesso de trabalho e os prazos curtos fazem com que tenham grandes níveis de stress, aumentando a insatisfação e consequentemente a intenção de saída (Harden et al., 2018; Pramode, 2019).

Devido ao setor, os profissionais de TI tendem, normalmente, a procurar novas oportunidades para tirar proveito de certas vantagens: salariais, promoções ou colocação numa empresa mais conceituada. Isso acontece quando não existe uma ligação emocional forte com a empresa, onde não existe um comprometimento organizacional como uma prioridade (Fethi Calisir et al., 2011). Este comprometimento é possível quando o colaborador perceciona que a empresa o apoia e lhe oferece mais oportunidades (Ertürk & Vurgun, 2015).

Os colaboradores satisfeitos com o seu trabalho tendem a ter um maior compromisso organizacional, contudo, por outro lado, se tiver um trabalho stressante, onde haja conflito trabalho-casa ou sobrecarga, esse compromisso diminui (Calisir et al., 2009), evidenciando, assim, que a satisfação tem influência sobre o compromisso.

Um dos aspetos que contribui para o aumento da intenção de saída, também no setor de TI, é a liderança. É essencial uma boa comunicação entre os vários níveis; um profissional de TI deve saber com clareza quais os objetivos e as metas, especialmente quando está envolvido em vários projetos em simultâneo e com diversos supervisores (Cenkci, 2018). A relação do colaborador com o líder é um fator importante na intenção de saída, visto que os profissionais de TI pretendem um líder qualificado, com as competências necessárias para o setor e com boa comunicação e capacidade de gestão (Beecham et al., 2008; Korsakienė et al., 2015), salientando que o conhecimento técnico e uma comunicação mais eficiente são dois aspetos que os profissionais valorizam (Jacks et al., 2018). Por vezes, até preferem um bom líder a um melhor salário ou benefícios (Dinger et al., 2012).

Em geral, no setor das TI, as pessoas têm uma maior necessidade de crescimento e expansão de conhecimentos (Segurado, 2015). Atendendo a que este é um setor que se encontra em constante mudança, a formação é fundamental para os profissionais de TI, uma vez que os seus conhecimentos rapidamente se tornam obsoletos (Ertürk & Vurgun, 2015).

Assim sendo, é de salientar que um colaborador procura estar atualizado, de forma a poder manter se no mercado de trabalho. As empresas são um meio para essa atualização e, no caso de não investirem em formação contínua dos seus recursos, a perceção dos colaboradores sobre a organização será negativa, diminuindo o compromisso organizacional e aumentando a intenção de saída (Harden et al., 2018). Portanto, a formação fornecida pelas empresas poderá ter alguma influência na

retenção dos colaboradores, independentemente da satisfação com o seu trabalho, sendo um dos fatores a ponderar na intenção de saída (Lee, 2000). O stress é criado pela incerteza do futuro, principalmente neste mercado que está em constante mudança, coagindo os profissionais de TI a refletirem acerca da sua formação estar atualizada (Joia & Mangia, 2015).

Em suma, podemos ver na tabela 1 uma breve síntese das causas principais da rotatividade, tanto no modo geral como no setor, em particular, das TI. Podemos ver de que forma as caraterísticas específicas dos profissionais de TI se desdobram das causas gerais.

Causas	Em Geral	Em TI
Satisfação no trabalho	Causa bastante estudada e importante. Engloba questões como: equilíbrio trabalho-pessoal, stress, carga de trabalho excessivo. Tem grande impacto no indivíduo. (Firth et al., 2004; Lambert et al., 2001; Lo, 2015; Mendes, 2014; J. P. Oliveira, 2009; Randhawa, 2007; Scholtz et al., 2019)	Aplica-se bem a este setor. Devido ao tipo de trabalho, estes profissionais estão sujeitos a bastante stress e maior carga de trabalho. O equilíbrio da vida profissional com a pessoal torna-se imprescindível como forma de recompensa dos outros problemas. (Calisir et al., 2009; Fethi Calisir et al., 2011; Harden et al., 2018; Pramode, 2019; Serenko et al., 2017)
Comprometimento organizacional	A perceção do colaborador dita a relação estabelecida entre os dois. A preocupação da empresa é necessária para um elo emocional. (Allen et al., 2010; Firth et al., 2004; Kim et al., 2019; Nyuur & Ifere, 2015; Oliveira et al., 2018; Segurado, 2015)	Não tendo uma forte ligação com a empresa, devido à grande oferta de trabalho, facilmente mudam de emprego. Maior comprometimento quando sente maior apoio e oferta de oportunidades. (Fethi Calisir et al., 2011; Ertürk & Vurgun, 2015; Harden et al., 2018)
Liderança	A comunicação é essencial no ambiente de trabalho, cabe ao líder criar um ambiente de bons relacionamentos e funcionamento. As suas ações têm influência sobre o colaborador. (Aguenza et al., 2012; Bakkal et al., 2019; Firth et al., 2004; Mamun & Hasan, 2017; Oliveira, 2009)	O líder deve estabelecer quais os objetivos e metas com clareza, importante na gestão dos projetos e do tempo. Neste setor pretende-se que o líder seja qualificado e tenha um conhecimento técnico mínimo. (Beecham et al., 2008; Cenkci, 2018; Dinger et al., 2012; Jacks et al., 2018; Korsakienė et al., 2015)
Salário	Um tema bastante discutido com diversas opiniões. O seu impacto depende do estado de vida do colaborador. Satisfatório a curto prazo. (Lambert et al., 2001; Pina e Cunha et al., 2016; Rego et al., 2015)	Existem muitas oportunidades no mercado, acaba por ser um ponto menos importante. Motivador a curto prazo. (Amankwah-Amoah, 2015; Beecham et al., 2008)
Benefícios	Maior satisfação a longo prazo, interfere na relação com a empresa e é uma forma do colaborador se sentir valorizado. (Aguenza et al., 2012; Allen et al., 2010; Firth et al., 2004; Mamun & Hasan, 2017; Price, 2001)	Tal como no salário, acaba por ser menos importante devido à oferta no mercado. O impacto depende do tipo de colaborador e em que fase da vida se encontra. (Beecham et al., 2008; Dinger et al., 2012)

Causas	Em Geral	Em TI
Cultura da empresa	A cultura determina a criação de laços, é importante que haja uma correspondência entre a cultura da empresa e a do colaborador. (James & Mathew, 2012; Mamun & Hasan, 2017; Mendes, 2014)	A cultura dos profissionais de TI valoriza sobretudo o conhecimento técnico e a comunicação eficiente. Satisfeitos numa empresa que lhes ofereça oportunidades. (Jacks et al., 2018)
Formação	Essencial para evitar a estagnação e desatualização. Atualmente é muito importante devido à rapidez da mudança dos conhecimentos. (Oliveira et al., 2018; Rego et al., 2015)	Ponto essencial na carreira de TI, a formação consta como uma das preocupações dos profissionais. Procuram estar atualizados e com as tecnologias mais recentes. (Ertürk & Vurgun, 2015; Harden et al., 2018; Joia & Mangia, 2015; Lee, 2000; Segurado, 2015)

Tabela 1 – Síntese: principais causas da rotatividade

3.2. Em Portugal

Em Portugal, a preocupação de retenção de profissionais de TI é uma realidade nas empresas. Numa entrevista feita à diretora dos recursos humanos da ITSector, revela-se que a empresa apresenta valores inferiores à média na questão da rotatividade, em Portugal, contudo, a retenção dos colaboradores ainda é um desafio que é encarado através de várias medidas, sendo algumas delas focadas na cultura da organização e na formação dada aos seus trabalhadores (IIRH, 2017), o que vai ao encontro de Silva (2016) destacando a formação como uma das práticas mais utilizadas e um fator importante na retenção neste setor.

Em 2016, o Expresso Emprego indicava as Tecnologias de Informação como uma das áreas que mais emprego gera em Portugal: "cerca de 15 mil profissionais, especialistas em Tecnologias de Informação, deverão faltar nas empresas nacionais dentro de quatro anos", era a tendência indicando a escassez de talento e a precária situação das empresas em conseguir retê-lo e que, ainda hoje, se mantêm (Mateus, 2016). Empresas como a Gfi, agap2 e PrimeIt são exemplos de organizações que têm sentido dificuldade em contratar profissionais da área, especialmente com conhecimentos mais específicos, apostando no recrutamento e atração nas universidades (Mateus, 2016).

De acordo com *State of European Tech Report* 2017, no setor tecnológico português, o emprego cresceu 2,7% face ao ano anterior (Atomico, 2017), enquanto que, em 2018, esse crescimento foi de 8,4% (Atomico, 2018), uma realidade contrária ao desemprego crescente noutras áreas. Devido a uma maior oferta de emprego e às competências dos trabalhadores da área de TI, a rotatividade será maior, enfrentando menores obstáculos na mudança de empresa (Segurado, 2015).

Já em 2019, segundo o *Salary Survey* 2019, da *Robert Walters*, a previsão indicava um incremento de 20% de vagas de trabalho na área, ou seja, as empresas teriam como prioridade reter os potenciais candidatos com competências e conhecimentos que lhes

eram necessários. Isto surge como resultado dos anos anteriores em que se observou uma escassez de oferta, levando empresas a recorrer a trabalhadores temporários ou freelancers. Contudo, Nunes (2019) indica que os colaboradores que se sentem envolvidos nas decisões da empresa e usufruem de uma boa comunicação, tendem a ser mais comprometidos e demonstram menos intenção de saída. Assim, o comprometimento da empresa poderá ser um fator a tomar em consideração pelas empresas.

Em 2020, os valores mostram que em média, os profissionais ficam 1,6 anos no mesmo emprego, enquanto que 27% mudariam de emprego por uma melhor progressão na carreira, sendo uma das principais motivações para mudar de trabalho (IIRH, 2020b). Além da progressão de carreira, a preocupação de equilíbrio da vida pessoal com a profissional é outro requisito para estes profissionais (IIRH, 2020b). Assim, as empresas focam-se no bem-estar do colaborador já que, nos casos em que se verificam grandes níveis de stress, a intenção de saída do colaborador aumenta, tendo impacto nos clientes, nas relações com os colegas e até na redução de produtividade (IIRH, 2020a). Mais uma vez, estas variáveis estão ligadas à satisfação que os profissionais sentem no seu trabalho. Perante esta situação, empresas como a Farfetch, focam-se em investir na felicidade dos seus colaboradores. A preocupação não ronda só melhorar o ambiente de trabalho, mas também proporcionar um crescimento pessoal. Na Farfetch, algumas das medidas aplicadas para reter o talento incluem iniciativas de bem-estar, desenvolvimento e de saúde, desde a trabalho remoto a apoio em questões familiares (Barbosa, 2020). Consoante a empresa, várias medidas são tomadas para que o talento que possuam não escolha sair perante melhores ofertas.

Posto isto, observa-se que a situação em Portugal não foge à norma onde a retenção dos colaboradores de TI é influenciada por fatores essenciais como: formação, satisfação e comunicação, criando uma relação de maior comprometimento com as empresas, de forma a diminuir a intenção de saída.

4. Conclusão

O presente artigo permitiu o estudo do conceito da rotatividade e a sua influência nas empresas, tendo como objetivo principal demonstrar as causas que levam os profissionais de TI a sair (intenção de saída). Inicialmente, foram exploradas as causas existentes nos diferentes setores, em que se observou que a rotatividade tem impacto nas empresas e que deve ser tomada em consideração.

No entanto, este estudo focou-se no setor das tecnologias, nomeadamente nos profissionais de TI, destacando as causas mais relevantes tais como a satisfação no trabalho, o comprometimento, a formação e a liderança. Contudo, não quer dizer que não haja outros fatores influenciadores: de facto, devido às diferenças de culturas entre as empresas, a importância das causas será diferente de empresa para empresa.

Analisando alguns dados do mercado de Portugal, verificou-se que a situação é semelhante à literatura estudada, demonstrando um aumento de vagas de trabalho na área e, consequentemente, uma maior oportunidade de mudança de empresa para os profissionais, sendo uma preocupação que as empresas portuguesas têm de contemplar.

Conhecendo esta realidade, seria importante fazer um estudo mais aprofundado em Portugal, para tentar comprovar se as causas referidas neste trabalho são as mais significativas na intenção de saída, bem como perceber as ligações entre estas.

Referências

Abelson, M. A., & Baysinger, B. D. (1984). Optimal and Dysfunctional Turnover: Toward an Organizational Level Model. *The Academy of Management Review*, *9*(2), 331–341. http://www.jstor.org/stable/258446

Aguenza, B. B., Puad, A., & Som, M. (2012). Motivational Factors of Employee Retention and Engagement in Organizations Factors Influencing. *International Journal of Advances in Management and Economics*, *1*(6), 88–95.

Allen, D. G., Bryant, P. C., & Vardaman, J. M. (2010). Retaining Talent: Replacing Misconceptions With Evidence-Based Strategies. *Academy of Management Perspectives*, *24*(2), 48–64. https://doi.org/10.5465/amp.24.2.48

Amankwah-Amoah, J. (2015). An integrative review of the antecedents and consequences of lateral hiring. *Journal of Management Development*, *34*. https://doi.org/10.1108/JMD-01-2014-0007

Atomico. (2017). *The state of European Tech 2017*. https://2017.stateofeuropeantech.com

Atomico. (2018). *The state of European Tech 2018*. https://2018.stateofeuropeantech.com

Bakkal, E., Serener, B., & Aydıntug, N. (2019). Toxic Leadership and Turnover Intention: Mediating Role of Job Satisfaction. *Revista de Cercetare Si Interventie Sociala*, *66*, 88–102. https://doi.org/10.33788/rcis.66.6

Barbosa, M. de A. (2020). *Boomerang e trabalho remoto: as armas da Farfetch para a "atração contínua."* https://eco.sapo.pt/2020/06/28/boomerang-e-trabalho-remoto-as-armas-da-farfetch-para-a-atracao-continua/

Beecham, S., Baddoo, N., Hall, T., Robinson, H., & Sharp, H. (2008). Motivation in Software Engineering: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, *50*, 860–878. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2007.09.004

Calisir, F, Gumussoy, C. A., & Iskin, I. (2009). Factors affecting intention to quit among IT professionals. *2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 49–53. https://doi.org/10.1109/IEEM.2009.5373453

Calisir, Fethi, Altin, C., & Iskin, I. (2011). Factors affecting intention to quit among IT professionals in Turkey. *Personnel Review*, *40*, 514–533. https://doi.org/10.1108/00483481111133363

Carayon, P., Schoepke, J., Hoonakker, P. L. T., Haims, M., & Brunette, M. (2006). Evaluating causes and consequences of turnover intention among IT workers: The development of a questionnaire survey. *Behaviour & IT*, *25*, 381–397. https://doi.org/10.1080/01449290500102144

Cenkci, A. T. (2018). Leader Power, Conflict Handling Styles, and Subordinate Compliance: A Study on Information Technology Professionals in Turkey. *International Journal of Management and Economics*, *54*(1), 18–35. https://doi.org/https://doi.org/10.2478/ijme-2018-0003

Dhar, R. (2012). Reality shock: Experiences of Indian Information Technology (IT) professionals. *Work (Reading, Mass.)*, *46*. https://doi.org/10.3233/WOR-2012-1477

Dinger, M., Thatcher, J. B., Stepina, L. P., & Craig, K. (2012). The Grass is Always Greener on The Other Side: A Test of Present and Alternative Job Utility on IT Professionals' Turnover. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *59*(3), 364–378. https://doi.org/10.1109/TEM.2011.2153204

Ertürk, A., & Vurgun, L. (2015). Retention of IT professionals: Examining the influence of empowerment, social exchange, and trust. *Journal of Business Research*, *68*(1), 34–46. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.05.010

Firth, L., Mellor, D., Moore, K. (Kate), & Loquet, C. (2004). How Can Managers Reduce Employee Intention to Quit? *Journal of Managerial Psychology*, *19*, 170–187. https://doi.org/10.1108/02683940410526127

Gomes, D. R., Duarte, A. P., & Neves, J. G. das. (2014). Satisfação com as práticas de gestão de recursos humanos e intenções de turnover: papel mediador da implicação organizacional. *Investigação e Intervenção Em Recursos Humanos*. https://doi.org/10.26537/iirh.v0i1.1892

Harden, G., Boakye, K., & Ryan, S. (2018). Turnover Intention of Technology Professionals: A Social Exchange Theory Perspective. *Journal of Computer Information Systems*, *58*, 291–300. https://doi.org/10.1080/08874417.2016.1236356

Hom, P. W., Lee, T. W., Shaw, J. D., & Hausknecht, J. P. (2017). One hundred years of employee turnover theory and research. *Journal of Applied Psychology*, *102*(3), 530–545. https://doi.org/10.1037/apl0000103

Howe, N. (2014). How the millennial generation is transforming employee benefits. *Benefits Quarterly*.

IIRH. (2017). *Retenção de talentos de Portugal para o Mundo!* https://inforh.pt/retencao-talentos-portugal-mundo/

IIRH. (2020a). *EXCLUSIVO infoRH: "Os desafios de RH para 2020" por Leyla Nascimento*. https://inforh.pt/exclusivo-inforh-os-desafios-de-rh-para-2020-por-leyla-nascimento/

IIRH. (2020b). *Profissionais de TI em Portugal ficam em média 1.6 anos no mesmo emprego*. https://inforh.pt/profissionais-de-ti-em-portugal-ficam-em-media-1-6-anos-no-mesmo-emprego/

Jacks, T., Palvia, P., Iyer, L., Sarala, R., & Daynes, S. (2018). An ideology of IT occupational culture: The ASPIRE values. *ACM SIGMIS Database: The DATABASE for Advances in Information Systems*, *49*, 93–117. https://doi.org/10.1145/3184444.3184451

James, L., & Mathew, L. (2012). Employee retention strategies: IT industry. *SCMS Journal of Indian Management*, *9*(3), 79–87.

Joia, L., & Mangia, U. (2015). Career transition antecedents in the information technology area. *Information Systems Journal*, *27*. https://doi.org/10.1111/isj.12087

Kim, C., Lee, J., & Shin, S. (2019). Why Are Your Employees Leaving the Organization? The Interaction Effect of Role Overload, Perceived Organizational Support, and Equity Sensitivity. *Sustainability*, *11*, 657. https://doi.org/10.3390/su11030657

Korsakienė, R., Stankevičienė, A., Šimelytė, A., & Talačkienė, M. (2015). Factors driving turnover and retention of information technology professionals. *Journal of Business Economics and Management*, *16*(1), 1–17. https://doi.org/10.3846/16111699.2015.984492

Lambert, E. G., Lynne Hogan, N., & Barton, S. M. (2001). The impact of job satisfaction on turnover intent: a test of a structural measurement model using a national sample of workers. *The Social Science Journal*, *38*(2), 233–250. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0362-3319(01)00110-0

Lee, P. (2000). Turnover of information technology professionals: A contextual model. *Accounting, Management and Information Technologies*, *10*, 101–124. https://doi.org/10.1016/S0959-8022(99)00016-8

Lo, J. (2015). The information technology workforce: A review and assessment of voluntary turnover research. *Information Systems Frontiers*, *17*(2), 387–411. https://doi.org/10.1007/s10796-013-9408-y

Mamun, C. A. Al, & Hasan, M. N. (2017). Factors affecting employee turnover and sound retention strategies in business organization: A conceptual view. *Problems and Perspectives in Management*. https://doi.org/10.21511/ppm.15(1).2017.06

Mateus, C. (2016). *Portugal a Recrutar: o futuro da Engenharia e das TI*. https://expressoemprego.pt/noticias/portugal-a-recrutar--o-futuro-da-engenharia-e-das-ti/4051

McElroy, J. C., Morrow, P. C., & Rude, S. N. (2001). Turnover and organizational performance: A comparative analysis of the effects of voluntary, involuntary, and reduction-in-force turnover. In *Journal of Applied Psychology* (Vol. 86, Issue 6, pp. 1294–1299). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.6.1294

Mendes, A. M. V. (2014). *Identificação organizacional, satisfação organizacional e intenção de turnover : estudo com uma amostra do setor das telecomunicações*. (Dissertação de Mestrado em Psicologia), Universidade de Lisboa.

Nei, D., Snyder, L. A., & Litwiller, B. J. (2015). Promoting retention of nurses. *Health Care Management Review*, *40*(3), 237–253. https://doi.org/10.1097/hmr.0000000000000025

Nunes, D. F. (2019). *O contributo das práticas de gestão de recursos humanos e comprometimento organizacional afetivo na intenção de turnover*. (Dissertação de Mestrado em Gestão de Recursos Humanos), Instituto Politécnico de Tomar.

Nyuur, R., & Ifere, S. (2015). A question of top talent? The effects of lateral hiring in two emerging economies. *International Journal of Human Resource Management*. https://doi.org/10.1080/09585192.2015.1116456

Oliveira, A., Gomide Júnior, S., Poli, B., & Oliveira-Silva, L. (2018). Análise dos Fatores Organizacionais Determinantes da Intenção de Rotatividade. *Temas Em Psicologia*, *26*(2), 1031–1042. https://doi.org/10.9788/TP2018.2-18Pt

Oliveira, J. P. (2009). *Relação entre intenção de turnover, qualidade de vida no trabalho e satisfação profissional : estudo exploratório numa das melhores empresas para trabalhar em Portugal.* (Dissertação mestrado em Psicologia dos Recursos Humanos, do Trabalho e das Organizações), Universidade de Lisboa.

Palvia, P., Jacks, T., Ghosh, J., Licker, P., & Serenko, A. (2017). The World IT Project: History, Trials, Tribulations, Lessons, and Recommendations. *Communications of the Association for Information Systems*, *41*, 389–413. https://doi.org/10.17705/1CAIS.04118

Pina e Cunha, M., Rego, A., Cunha, R., & Cabral-Cardoso, C. (2016). *Manual de Comportamento Organizacional e Gestão* (8ª). Editora RH.

Pramode, D. (2019). Effect of occupational stress on turnover intention: a study with special attention to information technology employees in Chennai. *Journal of the Gujarat Research Society*, *21*(15s2), 111–118.

Price, J. L. (2001). Reflections on the determinants of voluntary turnover. *International Journal of Manpower*. https://doi.org/10.1108/EUM0000000006233

Randhawa, G. (2007). Relationship between Job Satisfaction and Turnover Intentions: An Empirical Analysis. *Indian Management Studies Journal*, *11*, 149–159.

Rego, A., Pina e Cunha, M., Gomes, J. F. S., Campos e Cunha, R., Cabral-Cardoso, C., & Marques, C. A. (2015). *Manual de Gestão de Pessoas e do Capital Humano* (3ª Edição). Edições Sílabo.

Sasaki, H., Serenko, A., Sato, O., & Palvia, P. (2019). Determinants of Job Satisfaction and Turnover Intention of IT Professionals in Japan. *AMCIS 2019 Proceedings*. https://aisel.aisnet.org/amcis2019/is_leadership/is_leadership/1

Scholtz, B., Van Belle, J.-P., Njenga, K., Serenko, A., & Palvia, P. (2019). *The Role of Job Satisfaction in Turnover and Turn-away Intention of IT Staff in South Africa*. https://doi.org/10.28945/4267

Segurado, R. M. (2015). *Gestão de recompensas e perfil motivacional em profissionais de TI: papel na prevenção da rotatividade externa* [(Dissertação de Mestrado em Políticas de Desenvolvimento de Recursos Humanos,) ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa]. https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/10874

Serenko, A., Bontis, N., & Palvia, P. (2015). The World IT Project: Exploring antecedents and consequences of job satisfaction of IT professionals in Canada. *Proceedings of the Global Information Technology Management Association World Conference*.

Serenko, A., Sato, O., Palvia, P., Turan, A., & Sasaki, H. (2017). The Effect of Work-Home Conflict on IT Employees in Japan: The Moderating Role of Conscientiousness. *AMCIS 2017 Proceedings*. https://aisel.aisnet.org/amcis2017/Global/Presentations/6

Silva, R. J. J. (2016). *O recrutamento e seleção de pessoas na área das tecnologias de informação*. (Projeto de Mestrado em Gestão Empresarial), Instituto Politécnico de Coimbra.

Tett, R. P., & Meyer, J. P. (1993). Job Satisfaction, Organitional Commitment, Turnover Intention, and Turnover: Path Analyses based on meta-analytic findings. *Personnel Psychology*, *46*(2), 259–293. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1993.tb00874.x

Tiplic, D., Brandmo, C., & Elstad, E. (2015). Antecedents of Norwegian beginning teachers' turnover intentions. *Cambridge Journal of Education*, *45*(4), 451–474. https://doi.org/10.1080/0305764X.2014.987642

West, C., Ricks, J., Strachan, C., Iacono, J., & Shay, C. (2019). Factors that Influence Recruitment and Retention. *Williams Honors College, Honors Research Projects*. https://ideaexchange.uakron.edu/honors_research_projects/980

Wine, B., Osborne, M. R., & Newcomb, E. T. (2020). On Turnover in Human Services. *Behavior Analysis in Practice*. https://doi.org/10.1007/s40617-019-00399-6

Wright, T. A., & Cropanzano, R. (1998). Emotional exhaustion as a predictor of job performance and voluntary turnover. In *Journal of Applied Psychology* (Vol. 83, Issue 3, pp. 486–493). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/0021-9010.83.3.486

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/10/2020
Aceitação/Acceptance: 22/12/2020

Especificação e Desenvolvimento de um *ChatBot* para Apoio ao Atendimento a Pessoas com Trissomia 21

João Benedito dos Santos Junior[1], Ana Paula Lopes Franco[1], Thatia Regina Bonfim[1], Antônio Ângelo Rocha[1]

joao@pucpcaldas.br; anapaula-franco@hotmail.com; thatiarb@pucpcaldas.br; angelo@pucpcaldas.br

[1] Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, *campus* de Poços de Caldas, Brasil

Pages: 238-244

Resumo: A Trissomia do cromossomo 21, também conhecida por Síndrome de Down, é resultante de uma mutação genética que pode ocasionar a presença de três cromossomos no par 21 em todas as células do indivíduo ou em algumas células (trissomia por mosaico). Os indivíduos portadores da Síndrome de Down apresentam manifestações fenotípicas diferentes e, em geral, apresentam dificuldades neurológicas que interferem no processo de aprendizagem e amadurecimento. Em nível mundial, estima-se que uma pessoa, a cada 1000 nascimentos, seja portadora da trissomia. Ao longo da vida, os portadores da Síndrome de Down enfrentam muitas dificuldades, necessitando de intervenção terapêutica multidisciplinar para o desenvolvimento psicomotor e intelectual. Neste contexto, reconhecendo a importância do apoio aos jovens portadores da Síndrome de Down, este trabalho especifica e implementa um *chatbot*, denominado GABRIEL, que permite o acesso a informações importantes sobre os cuidados essenciais que devem ser observados no acompanhamento de um portador de Síndrome de Down.

Palavras-chave: Síndrome de Down; *ChatBot*; Apoio ao Desenvolvimento.

Specification and Development of a ChatBot to Support People with Trisomy 21

Abstract: The trisomy of chromosome 21, also known as Down Syndrome, is the result of a genetic mutation that can cause the presence of three chromosomes in pair 21 in all cells of the individual or in some cells (mosaic trisomy). Individuals with Down Syndrome have different phenotypic manifestations and, in general, have neurological difficulties that interfere in the learning and maturation process. Worldwide, it is estimated that one person, for every 1000 births, has trisomy. Throughout their lives, Down Syndrome patients face many difficulties, requiring multidisciplinary therapeutic intervention for psychomotor and intellectual development. In this context, recognizing the importance of supporting young people with Down syndrome, this work specifies and implements a chatbot, called

GABRIEL, which allows access to important information about the essential care that must be observed in the monitoring of a person with Down Syndrome.

Keywords: Down Syndrome; ChatBot; Support to the Development.

1. Introdução

No ano de 1866, o médico britânico Langdom Down publicou a obra *Observations on Ethnic Classifications of Idiots* com intuito de classificar os tipos de doenças mentais existentes à época. Durante o desenvolvimento desse trabalho, que caracterizou o *mongolismo* como um determinado *grupo étnico* de deficiência, devido às semelhanças físicas com o povo mongol, descobriu-se que a causa dessa síndrome era o acréscimo de um cromossomo no par 21, que estava intimamente ligado à idade dos pais. Pela descoberta e descrição, a nova *doença* foi denominada *Síndrome de Down*, em homenagem a Langdom Down [2].

No início do século XX, no contexto brasileiro, passou a existir uma preocupação em identificar e selecionar as pessoas tidas como *anormais*, por influência da Medicina e dos ideais eugenistas e higienistas presentes. A partir de 2001, passou-se a observar maior preocupação em estabelecer a *pedagogia científica*, no intuito de definir aspectos da ciência centrada na criança [3]. Nesse contexto, passou-se a observar pessoas portadoras de algum tipo de deficiência intelectual e/ou física. Então, partindo dessa classificação de normalidade e anormalidade, podia-se determinar o futuro de um indivíduo, pressupondo-se tanto a exclusão completa quanto aquela parcial, principalmente nas instituições de ensino. De forma complementar, os rótulos psiquiátricos e médicos, de forma geral, conferem um selo oficial às condutas consideradas socialmente inaceitáveis, como é o caso da exclusão social de seus portadores [4]. Por silogismo, a mudança de concepção da Síndrome de Down como uma mutação genética, somada aos avanços médicos, psicológicos e pedagógicos culminou em uma nova visão da pessoa portadora da síndrome e possibilitou a inclusão desses indivíduos nos mais amplos contextos sociais [5].

Segundo Mustacchi [6], a Síndrome de Down pode ser causada por três tipos fundamentais de comprometimentos cromossômicos: a) *Trissomia Simples*, também conhecida como não disjunção do cromossomo de número 21, que ocorre em 96% dos casos; b) *Translocação*, que acontece em indivíduo com síndrome de Down apresentando 46 cromossomos e não 47 que estão presentes na *Trissomia Simples*; c) *Mosaicismo*, com ocorrência de 2%, este último é caracterizado por no mínimo duas populações celulares diferentes, isto é, o indivíduo apresenta um percentual de suas células normais, com 46 cromossomos, e outro percentual no mesmo indivíduo, com 47 cromossomos simulando uma forma parcial de Trissomia. Estima-se que no Brasil, que em um a cada 700 nascimentos ocorre o caso de trissomia 21, o que resulta em torno de 270 mil pessoas com síndrome de Down [7].

Neste cenário, torna-se relevante o desenvolvimento de estratégias inovadoras que viabilizem ações na direção das adaptações necessárias e suficientes para a plena inclusão social de indivíduos portadores da Síndrome de Down, contribuindo para o seu desenvolvimento.

Uma dessas estratégias pode ser o uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC), como é o caso da Inteligência Artificial e dos robôs de conversação (*chatbots*), que são aplicativos baseados em linguagem natural [8], que permitem a conversação de uma forma muito próxima da linguagem humana.

Neste contexto, este trabalho propõe e apresenta o *chatbot* GABRIEL, que pretende disseminar, em linguagem simples e acessível, as principais informações relevantes aos familiares de pessoas portadoras de Síndrome de Down, procurando sanar algumas dúvidas relacionadas à saúde e educação, além de incentivar o desenvolvimento da autonomia do jovem e do adulto portador da Trissomia 21 [9]. Cabe ressaltar que o GABRIEL foi especificado e desenvolvido no contexto da disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação, do curso de Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, *campus* de Poços de Caldas, no Brasil, o que reforça a ideia de que profissionais da área da Saúde também devem ter a preocupação como o desenvolvimento e uso de tecnologias.

2. Evolução dos *Chatbots* na Saúde: Uma Visão Geral

Os *chatbots* começaram a ser desenvolvidos na década de 60 do século XX. Existem três gerações de *chatbots*: a primeira geração baseava-se em palavras chaves e na reestruturação da resposta do usuário; a segunda geração tinha como característica o uso de redes neurais; por fim, a terceira geração permite que as pessoas adicionem conhecimentos ao *chatbot*, caracterizando o aprendizado de máquina. No contexto brasileiro, o Ministério da Saúde pretende apoiar iniciativas inovadoras de de comunicação entre os usuários do sistema de saúde, notadamente o SUS, com os profissionais da área da Saúde. Neste sentido, em termos regulatórios, o acesso ao conhecimento deve ser efetivo e amplo, especialmente em termos da Lei de Acesso à Informação [3], o que é relevante para viabilizar o desenvolvimento e implantação de múltiplas tecnologias aplicadas à saúde.

3. Metodologia e Estratégias de Pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram necessárias atividades contínuas de pesquisa e análise em bancos de dados, tais como Medline e Scielo, e em cadernos do Ministério da Saúde, especialmente para identificação dos principais aspectos relacionados à Trissomia 21. Entrevistas técnicas com profissionais que trabalham com essa temática foram igualmente importantes. Aspectos da Medicina Baseada em Evidências, desenvolvidos no contexto em que este trabalho se insere, foram considerados e contribuíram de forma expressiva para os resultados esperados [14]. Conforme apresentado nos objetivos deste trabalho, o uso de chatbots oferece possibilidades avançadas para coleta de dados, uma vez que as técnicas de conversação eletrônica podem alcançar diretamente o público-alvo.

O uso de chatbots em Unidades Básicas de Saúde pode fomentar aspectos da Telemedicina, tais como o telediagnóstico e teleatendimento. De um modo geral, pretende-se oferecer

acompanhamento qualificado e cientificamente comprovado, na modalidade a distância (remoto), a pacientes com Trissomia 21, caracterizando um cenário de Telemedicina.

4. Desenvolvimento do Algoritmo

A **Figura 1** apresenta o algoritmo proposto para o *chatbot* GABRIEL. Na condição de um assistente virtual, o *chatbot* é composto por duas opções principais de atendimento, a saber: 1) familiar; 2) pessoal. Cada uma das opções é vista como uma *intent* (intenção de fala) num contexto de conversação.

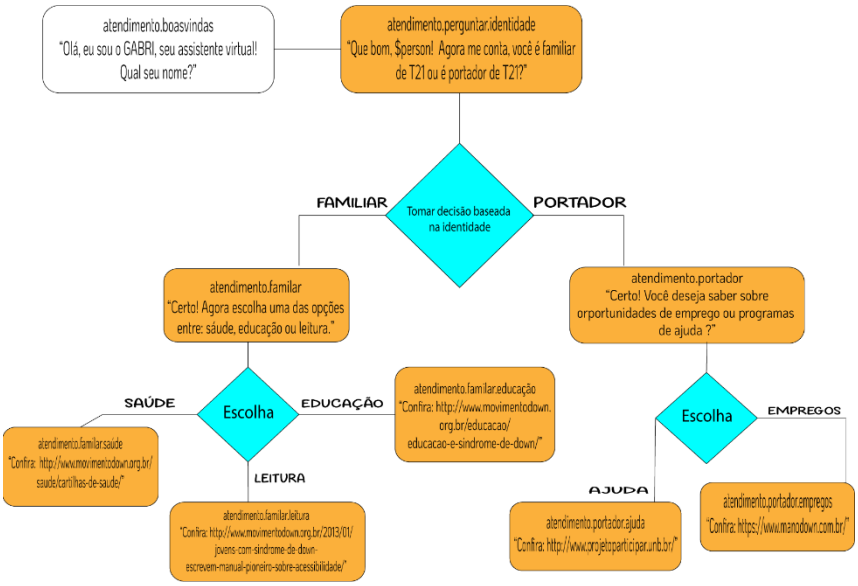


Figura 3 – Desenho do algoritmo do *ChatBot* desenvolvido

Na opção de atendimento e conversação para a família, é possível conversar com o *chatbot* sobre saúde, educação e um conjunto de leituras recomendadas, sendo que em cada uma das opções apresentadas, o usuário terá acesso a informações e a fontes confiáveis para buscas futuras; já na opção de atendimento e conversação para a própria pessoa portadora de Síndrome de Down, o *chatbot* permite diálogos sobre o desenvolvimento pessoal e incentivo à autonomia, apresentando oportunidades de empregabilidade e projetos existentes que auxiliam na socialização da pessoa com Trissomia 21.

5. Desenvolvimento do *ChatBot* na Plataforma *DialogFlow*

Após especificado o algoritmo e discussões com especialistas da área de atendimento médico a portadores de Síndrome de Down, iniciou-se o desenvolvimento e programação do *chatbot*, utilizando-se a plataforma *Google DialogFlow*.

O *chatbot* GABRIEL foi projetado com doze *intents* de conversação, sendo que cada linha de conversação é acionada por mecanismo de inteligência artificial, de acordo com as palavras-chave encontradas nos diálogos entre o robô de conversação e o usuário. A **Figura 2** apresenta algumas telas com as sequências de conversação implementadas no *chatbot*.

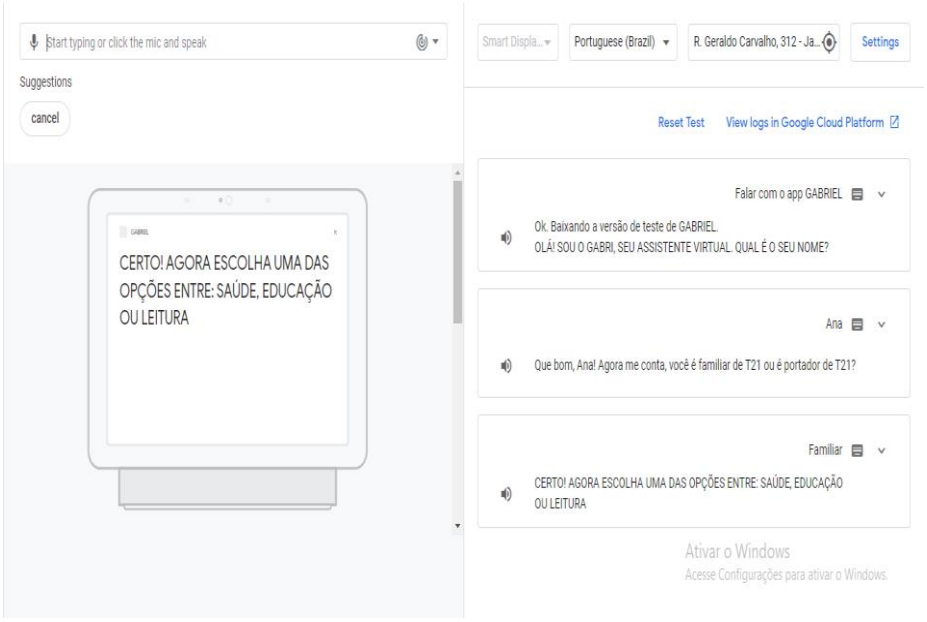


Figura 4 – Tela para conversação com o *chatbot* – intenção para diálogo com a família

5.1. Aplicabilidade

Uma ampla revisão de literatura foi realizada e não foram observados e identificados projetos similares, que apresentem possibilidades de uso de *chatbots* no apoio ao desenvolvimento de pessoas portadores da Síndrome de Down [9][12].

Neste sentido, é relevante observar que um assistente virtual, como é o caso do GABRIEL, pode ser aplicado no contexto do Sistema Único de Saúde (SUS), em todo o território brasileiro, prioritariamente na Atenção Primária à Saúde, como forma de apoio as famílias de pessoas com trissomia 21, logo após o diagnóstico pré-natal, bem como na busca pela garantia de um pleno desenvolvimento e inclusão social do indivíduo portador da Síndrome de Down, ao longo de sua vida, tendo em vista que, a estimulação precoce é fator importante para garantir a evolução da criança com SD ao longo de sua vida [10]. Em linhas gerais, a aplicabilidade do *chatbot* GABRIEL, como forma de expansão de conhecimento, visa, sobretudo, combater o olhar excludente e preconceituoso de parte da sociedade com os portadores da Trissomia 21 [11][12].

Para validar a aplicabilidade do *chatbot* GABRIEL no contexto da Atenção Primária propõe-se a seleção de unidades de saúde que possuam ao menos um aparelho com acesso a internet e que atendam portadores de SD e seus familiares. A partir dessa seleção inicial, o assistente será disponibilizado a amostra selecionada, que poderá interagir com o *chatbot* e emitir suas opiniões acerca deste, visando proporcionar o aprimoramento do mecanismo. Ao final dessa fase, espera-se ampliar gradativamente o acesso da plataforma, permitindo que esta extrapole as barreiras da unidade de saúde e esteja acessível nas escolas e universidades.

6. Considerações Finais

A capacidade de desenvolvimento da pessoa com Síndrome de Down é influenciada de acordo com as possibilidades do meio [11]. Nessa perspectiva, subsidiar as condutas familiares e terapêuticas de modo a proporcionar um meio acolhedor e comunicativo, pode facilitar o desenvolvimento cognitivo e psicomotor do indivíduo. As condições ambientais e familiares exercem influência direta sobre determinadas condutas, durante o desenvolvimento dos portadores de Síndrome de Down. Uma família com maior grau de instrução poderá proporcionar o correto acompanhamento médico e terapêutico, tanto para um portador de Síndrome de Down recém-nascido quanto ao longo de sua vida.

Nesse contexto, quanto mais rápido e eficiente for a transmissão de conhecimento e informação às famílias, maior será o desenvolvimento e o acolhimento da pessoa com trissomia, possibilitando, a longo prazo, amplas possibilidades de inclusão no mercado de trabalho e na sociedade como um todo.

Este trabalho propôs o uso de *chatbot* como uma alternativa simples e eficiente, explorando estratégias de inteligência artificial, como é o caso do processamento de linguagem natural, para oferecer atendimento aos portadores de Síndrome de Down e seus familiares.

Referências

Mendes, Cristiane Cortez. Estudo genético e epigenético de fatores de risco materno para síndrome de Down. 2017. 100f. Tese (doutorado). Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 2017.

Sigaud, Cecília Helena de Siqueira; REIS, Alberto Olavo Advíncula. A representação social da mãe acerca da criança com síndrome de down. Rev. esc. enferm. USP, São Paulo (1999), 33(2):148-156.

Wuo, Andréa Soares. A construção social da Síndrome de Down. Cad. psicopedag., São Paulo (2007), 6(11).

Turner, Bryan S. Corpo e Sociedade. Estudos em teoria social. Editora Ideias e Letras. 2014.

Stratford, B. Down syndrome is for life. Int. J. Disabil., (1994), 41(1):3-13.

Mustacchi, Zan. SÍNDROME DE DOWN. In: MUSTACCHI, Zan and PERES, Sergio. Genética baseada em evidências: síndromes e heranças. CID. Jan, 2000. P. 819-894.

Lima, Luciano Alves. Estudo de implementação de um robô de conversação em curso de língua estrangeira em ambiente virtual: um caso de estabilização do Sistema Adaptativo Complexo. 2014. 130 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Letras, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

Oliveira, Luiza Maria Borges. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR). Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD). Cartilha do Censo de 2010 – Pessoas com Deficiência. Brasília: SDH-PR/SNPD, 2012. 32 p.

Medrado, Cylene Siqueira. Evidências científicas para intervenções em crianças com síndrome de Down. Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde. (2016), 10(2).

Trindade, André Soares, & NASCIMENTO, Marcos Antonio do. Avaliação do Desenvolvimento Motor em Crianças com Síndrome de Down. Revista Brasileira de Educação Especial, (2016), 22(4), 577-588.

Silva, Maria de Fátima Minetto Caldeira; KLEINHANS, Andréia Cristina dos Santos. Processos cognitivos e plasticidade cerebral na Síndrome de Down. Rev. bras. educ. espec., Marília (2006), 12(1):123-138.

Pereira, Letícia Viana. A influência do entorno familiar no desempenho comunicativo de crianças com síndrome de Down. 2012. 129f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2012.

Kongthon, Alisa et al., Implementing an Online Help Desk System based on Conversational agent. National Electronics and Computer Technology Center – NECTEC. 2009.

Oliveira, S.; Vieira, G. B.; Santos Junior, J. B; Albano, L.; Francisco Junior, W.; Abrão, I.c.; Bonfim, T. R.: Tecnologias de Informação e a Medicina Baseada em Evidências: Possíveis Diálogos e Situações Controversas. In: XVI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2018, Fortaleza – CE. Anais do CBIS2018. São Paulo: SBIS - Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, 2018. v. 1.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/09/2020
Aceitação/Acceptance: 03/11/2020

KARE: Metodología para el desarrollo de prototipos de Interfaces Tangibles de Usuario basada en la definición de la Arquitectura de Información

Javier M Reyes V[1], Paola-J Rodríguez-C[2], Ivette Kafure Muñoz[3]

Javier.reyes@correounivalle.edu.co; paola.rodriguez@correounivalle.edu.co; ivettek@unb.br

[1] Profesor Universidad del Valle, Cali, código postal 760001, Valle del Cauca, Colombia.

[2] Profesora Universidad del Valle, Cali, , código postal 760001, Valle del Cauca, Colombia.

[3] Profesora Universidad de Brasilia Cali, Brasilia, código postal 70040, Distrito Federal, Brasil.

Pages: 245-256

Resumen: El presente artículo tiene por objetivo mostrar la Metodología KARE, la cual se basa en la *Arquitectura de Información* para el desarrollo de prototipos de *Interfaces Tangibles de Usuario* -TUI-. Para ello se realizó un conjunto de 13 prototipos de TUI (Divididos en fases de dos mini-proyectos de 6 prototipos cada uno y un prototipo en el marco de un proyecto de investigación), se aplicaron técnicas como: entrevistas, encuestas, observación directa, grupo de discusión y evaluación preliminar con un usuario de testeo con el fin de depurar la Metodología propuesta. En concreto, se obtuvo una *Metodología* fundamentada en los criterios de Arquitectura de Información y la definición de los elementos constitutivos de una TUI. Se concluye que KARE mejora la comunicación del equipo de trabajo independiente del área de conocimiento (conformada por Sistemas, Electrónica y Diseño -Gráfico e Industrial-), la construcción de diagramas de Arquitectura de Información de la TUI contribuye a tener una mayor claridad de los alcances, limites, roles y responsabilidades de cada uno de los miembros del equipo de desarrollo.

Palabras-clave: Arquitectura de Información; Desarrollo de prototipos; Evaluación de prototipos; Interfaces Tangibles de Usuario; Metodología de desarrollo.

KARE: Methodology for prototyping Tangible user interfaces based on the definition of Information Architecture

Abstract: The aim of this paper is to show the Methodology KARE, which is based on the Information Architecture for the development of Tangible User Interfaces -TUI- prototypes. Thus, a set of 13 TUI-prototypes was made (divided in two phases with 6 prototypes each one and 1 more framed on a Research Project), we applied some techniques like: interviews, surveys, direct observation, focus group and previous test with a tester-user to debug the proposed Methodology. In particular, the methodology was grounded from Architecture Information criteria and the definition of constituent parts of a TUI. It is concluded that KARE improves the

communication of the team regardless of knowledge area (Informatics, Electronics and Design -Industrial and Graphic-), the diagram draws of TUI Information Architecture allows a better clearness about the achieves, limits, roles and responsibilities of each one on the team.

Keywords: Information Architecture; Prototype Development; Prototype Test; Tangible User Interfaces; Development Methodology.

1. Introducción

Una Interfaz Tangible de Usuario -TUI- por sus siglas en inglés, se define como *"una interfaz de usuario en la que objetos físicos del entorno se conjugan para brindar información digital y/o permitir modificarla a través de una interacción usuario-objeto o una interrelación objeto-objeto, generada por la intervención inicial del usuario o de manera automática por una acción del entorno"* (Cordoba K, Rodriguez, P. Reyes, 2017).

De esta manera, una TUI implica una serie de elementos constitutivos para ser considerada como tal, estos elementos se configuran como el punto de contacto de diversas áreas de conocimiento que están involucradas en su desarrollo. Con base en lo propuesto por (Cortes-Rico & Florez-Valencia, 2015), una TUI implica lo siguiente:

1. Partes: Que son los componentes constitutivos de la TUI, tales como Objetos Físicos, Objetos Hardware, Objetos Software, Sensores y Actuadores.
2. Interrelaciones: Que son todas las posibles conexiones que se dan en las partes de la TUI.
3. Modelado: Que propone realizar el modelado usando una notación propia propuesta por los autores.
4. Implementación: Donde se relacionan todos los elementos de acuerdo con el modelado propuesto.

Por otra parte, los autores afirman que el desarrollo de una TUI es un proceso que requiere conocimientos multidisciplinares en Ciencias de la Computación, Interacción Humano Computador, Arte (Arte Digital y Diseño de Interfaces de Usuario) y Ciencias Sociales. Sin embargo, a partir de Cordoba K, Rodriguez, P. Reyes (2017) se puede resumir como una sinergia de mínimo tres áreas de conocimiento: La Electrónica, las Ciencias de la Computación y el Diseño (Gráfico e Industrial). Existen otras áreas que pueden incluirse, pero esto ya depende de la particularidad del proyecto de TUI.

Como se observa, las áreas enunciadas tienen fundamentos disimiles en su formación, lo cual dificulta su comunicación para lograr un correcto modelado de las TUI, establecer requerimientos, así como definir roles y responsabilidades en aras de obtener un prototipo de calidad. Sin embargo, en la revisión de la literatura realizada para este trabajo, no se encontraron metodologías para el desarrollo de prototipos de una TUI (Harley et al., 2016) enfocadas en equipos multidisciplinares.

Si bien es cierto que existen diversos proyectos de TUI tanto a nivel experimental como a nivel de prototipos (Hinckley et al., 1994) (Fitzmaurice et al., 1995), (Resnick et al., 1998), (Levin & Yarin, 1999) (Ullmer & Ishii, 2001), (Piper et al., 2002), (Camarata & Do, 2002), (Schwesig et al., 2004), (Kaltenbrunner et al., 2006), (Schiettecatte,

B., & Vanderdonckt, 2008), (Shaer, 2009), (Julià et al., 2009), (Pillias et al., 2014) y (Rebola, 2015), la documentación respecto a su implementación es escasa, dado que no se aprecia de manera concreta cómo es el proceso de conversación entre las diversas áreas de conocimiento ya enunciadas, dando la impresión de que esto funciona como una caja negra[1].

De otra parte, la revisión de la literatura permite evidenciar que la Arquitectura de Información[2] permite identificar y caracterizar de manera clara los elementos constitutivos de producto software (Morville et al., 2015), por lo cual esta propuesta considera que la definición de la Arquitectura de Información de una TUI permite concretar los diversos elementos de la TUI y relacionarlos de manera adecuada a la experticia de cada uno de los equipos de trabajo con el fin de mejorar el proceso de comunicación durante el desarrollo de la TUI. Sumando a esto, se pueden adaptar algunas buenas prácticas de las metodologías de diseño de producto, teniendo en cuenta lo ya enunciado que corresponde a las diversas áreas de conocimiento involucradas y la necesidad de una metodología que no implique conocimientos especiales (Conradie et al., 2016).

Es así como el presente trabajo, busca categorizar los diversos elementos de una TUI a través de la definición de su Arquitectura de Información y a partir de allí establecer los roles y responsabilidades de cada uno de los miembros del equipo de desarrollo (Ingenieros Sistemas, Electrónicos, diseñadores, etc.), así como ofrecer un vocabulario común para, de esta formar, mejorar la comunicación en el proceso de desarrollo.

Para lograr lo anterior, se desarrolló un modelo de Arquitectura de Información para TUI (Reyes V. Javier M, 2020) y la Metodología KARE, la cual se aplicó en el proceso de desarrollo de un conjunto de prototipos que permitieron depurar gradualmente los elementos y los aportes particulares de cada una de las áreas de conocimiento involucradas en el desarrollo. En medio de este proceso, se realizaron entrevistas, encuestas, observación directa, grupos de discusión y evaluaciones preliminares de los prototipos obtenidos; estas actividades permitieron corroborar que la metodología KARE planteada favorece la comunicación del equipo de trabajo y cada uno de los integrantes puede aportar desde su disciplina reduciendo las ambigüedades de comunicación al compartir un vocabulario común. Por otra parte, la aplicación web Bisqua[3] al apoyar el trabajo colaborativo y asincrónico, agilizó la construcción de artefactos y redundó en la calidad final de los prototipos de TUI.

A continuación, se presenta, la metodología KARE propuesta en el proyecto, evidenciando los resultados obtenidos y las razones particulares que llevaron a la diversa toma de decisiones frente a KARE; una breve síntesis de la aplicación web Bisqua (herramienta para el desarrollo de la Arquitectura de Información); una abstracción de KARE y finalmente las conclusiones del trabajo.

[1] Es una metáfora de un modelo abstracto en el que existe una entrada y una salida pero no se evidencia su proceso.
[2] Se define como un proceso de definición de los elementos que constituyen de una TUI y sus respectivas relaciones.
[3] Herramienta Software desarrollada para realizar los diagramas de Arquitectura de Información propuestos. https://bisqua-v1.firebaseapp.com/

2. Metodología

Se realizaron 12 prototipos de TUI en el curso de Diseño de Interfaces de Usuario -DIU 2019- de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Valle, en este los estudiantes de Ingeniería de Sistemas implementaron dos mini-proyectos de TUI a los que se les hizo el acompañamiento desde la perspectiva del diseño y la electrónica. Además, se realizó otro prototipo al interior del proyecto de investigación denominado -Interfaz Tangible Inclusiva- aprobado por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad el Valle año 2019.

De esta forma, las pruebas realizadas para la Metodología propuesta consideraron al menos tres tipos de usuarios por equipo de trabajo: Diseñadores, Electrónicos e Ingenieros de Sistemas. Para un total de seis grupos en las dos etapas y un grupo adicional para el Proyecto de Investigación.

Cada uno de los grupos era de 3 estudiantes de Ingeniería de Sistemas, 1 estudiante de Diseño Gráfico y 1 estudiante de Ingeniería Electrónica; para el proyecto de investigación se contó con la presencia de 1 Diseñadora Gráfica, 1 Diseñador Industrial, 1 estudiante de Diseño Gráfico, 2 estudiantes de Ingeniería Electrónica, 1 estudiante de Ingeniería de Sistemas, 1 asesor en Historia y pedagogía (invidente), 1 Ingeniera de Sistemas (PhD. en Informática).

Dentro del curso de DIU, la validación de KARE se fragmentó en dos fases (en dos grupos de 6 prototipos por fase) y se aplicaron técnicas de observación directa, encuestas y al final del proceso un grupo de discusión dirigido. En cuanto a los prototipos se realizó un recorrido cognitivo con un usuario de testeo.

De esta manera, se realizaron dos denominados 'Mini-proyectos' que permitieron contextualizar la aplicación de la Metodología KARE. El tema central fue la cultura Muisca, el primero fue un mazo de cartas para reconocer personajes y organización social de los integrantes de la cultura, el segundo fue ubicación geográfica con estructura político-administrativa, actividades económicas y culturales. Ambos Miniproyectos debían incluir en sus prototipos elementos tangibles que se comunicaran con la aplicación informática desarrollada.

Así, para el desarrollo del primer mini-proyecto, a los grupos se les sugirió un conjunto de pasos a seguir que serían la base inicial de KARE, su objetivo era avanzar gradualmente en el transcurso del tiempo y hacer un seguimiento de todos los grupos. Para iniciar, se realizó un Brainstorming de prototipos de TUI en el contexto de la historia de las culturas indígenas precolombinas (Muiscas). Luego de esto se utilizó una herramienta denominada padlet que es un tablero colaborativo en el que los diferentes grupos debían desarrollar de manera básica, a través de bocetos, dos ideas y compartirlas al grupo de las cuales se seleccionaron al final los dos sub-temas de proyecto.

Una vez definidos los temas para el desarrollo de los prototipos, se sugirió al grupo una serie de pasos iniciales basado en (Conradie et al., 2016):

1. *Re-definición del equipo de trabajo. Clarificar las tareas de cada uno de los integrantes del grupo para establecer claridad en los avances a presentar.*

2. *Establecimiento de los entregables de acuerdo con las fechas formuladas para tal fin.*
3. *Definición de reglas del juego (dinámica del juego).*
4. *Definición de las características de los objetos: cuantos objetos debe tener la TUI, cuáles son las características en cuanto a tamaño, forma, material, color, etc.*
5. *Definición de los aspectos de orden informático, características y aspectos de la programación.*
6. *Definición de los aspectos de orden electrónico, como deben acoplarse y comunicarse los diferentes elementos de la TUI.*
7. *Cómo se deben comunicar los diferentes objetos entre sí, cuáles son las restricciones.*
8. *Documentación y presentación de la TUI.*

Como se aprecia en esta primera fase, la secuencia de pasos no incluía explícitamente el tema de Arquitectura de Información, pero si se tuvieron en cuenta sus elementos, en este sentido, los pasos a seguir contemplaban una metodología preliminar en la que se esperaba se facilitara el desarrollo del primer prototipo.

Luego del desarrollo de la primera fase de prototipos (en un tiempo de mes y medio), se realizaron pruebas finales de cada prototipo con un usuario de testeo, quien era experto en Accesibilidad, Historia y Pedagogía. El usuario de testeo hizo un Recorrido Cognitivo de cada uno de los prototipos realizados en esta primera fase, los estudiantes tomaron nota de sus observaciones para entregar posteriormente un informe detallado de los hallazgos a nivel de Experiencia de Usuario. La figura 1 muestra la disposición y los instrumentos e insumos utilizados para las pruebas realizadas a cada prototipo.

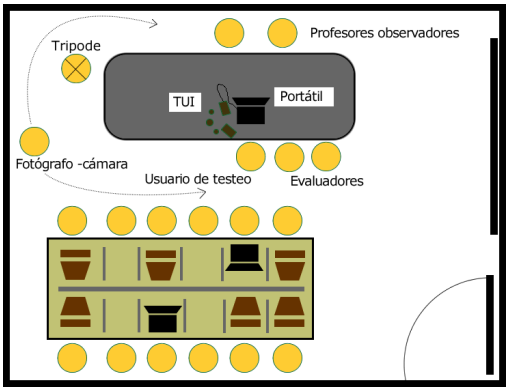


Figura 1 – Disposición de la sala de pruebas

2.1. Hallazgos del primer Mini proyecto

Los siguientes hallazgos son el resultado del análisis de las encuestas, entrevistas y la evaluación por el usuario de testeo realizadas a los prototipos que se ven en la Figura 2.

- Programación realizada: Se evidenció dificultades de comunicación entre el electrónico y el ing. de Sistemas debido a la carencia de un artefacto que mostrara la manera de intercambiar información entre los Objetos Software y los Objetos Hardware en una TUI.
- Implementación de la multimedia: Se vio afectada la comunicación con el diseñador, pues no sabía en que momento trabajar.
- Comunicación del equipo de trabajo: Estuvo limitada a la presencialidad y esto dificultó el desarrollo.
- Experiencia de Usuario: Se observaron dificultades a la hora de querer repetir las instrucciones, los errores presentados generaron cierta ansiedad en el usuario de testeo.

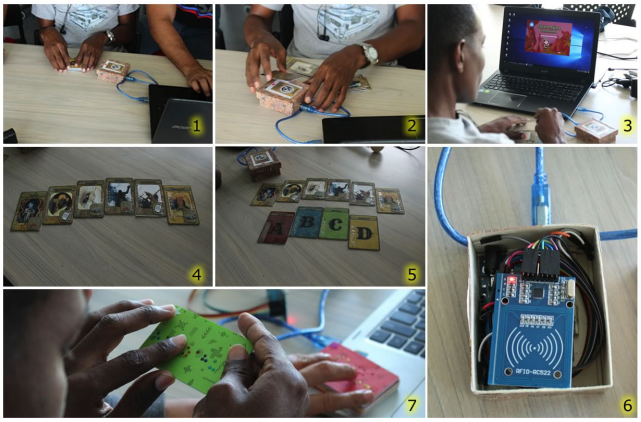


Figura 2 – Pruebas del Mini proyecto 1

Para la segunda fase se afinaron los pasos iniciales, particularmente el paso 4 tomando como base los hallazgos en la primera fase. De esta manera, se propuso usar de forma explícita la Arquitectura de Información[4]. Este proceso permitió realizar lo siguiente:

1. Contribuyó a definir las partes constitutivas de una TUI partiendo de la caracterización de los elementos particulares de la misma Arquitectura.
2. Se establecieron 3 artefactos para definir la Arquitectura de Información: Diagrama de Objetos/Acciones, Diagrama de Interacciones/Intra-aciones y Diagramas Interrelaciones/Reacciones
3. Se usó la aplicación web Bisqua, la cual facilitó el desarrollo de los diagramas y la comunicación sincrónica del equipo de trabajo.

[4] La Arquitectura de Información propuesta hace parte de la tesis doctoral denominada: *Modelo de Arquitectura de Información para Interfaces Tangibles de Usuario* desarrollado al interior de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Valle (2019).

2.2. Hallazgos del segundo Mini proyecto:

Estos hallazgos también son el resultado del análisis de las encuestas, entrevistas y la evaluación por el usuario de testeo realizadas a los prototipos.

- Programación realizada: Los diagramas permitieron mayor claridad en la programación.
- Implementación de la multimedia: El resultado se dio de forma más perceptible ya que se enfocaron en detalles que antes habían dejado al azar.
- Comunicación del equipo de trabajo: El equipo de trabajo pudo enviar la compartir en tiempo real la especificación completa de la TUI con el uso de Bisqua.
- Experiencia de Usuario: El usuario de testeo tuvo más opciones, podía repetir audios cada vez que quería y la gestión de errores presentados fue más controlada.
- Definición de roles: El electrónico tuvo una interacción más estrecha con el diseñador ya que estos van a trabajar con las piezas físicas, mientras que el de sistemas se encargó más de las piezas digitales y su función se centró más en la interacción digital.

2.3. Resultados del Grupo de discusión

Este grupo de discusión se realizó con todo el equipo de trabajo, su objetivo era encontrar aspectos que permitieran evaluar KARE. Se encontró lo siguiente:

- Los diagramas ayudaron a definir mejor los elementos de la TUI.
- Los diagramas pueden ser útiles en el área de desarrollo de software.
- Con esta propuesta se puede modelar cualquier objeto antes de su implementación.
- KARE puede extenderse e integrarse a las diversas áreas de conocimiento involucradas en el desarrollo de la TUI.
- Permite una mejor comunicación del equipo de trabajo. Los diagramas ayudan a vislumbrar cómo van a quedar el producto final.

3. Aplicación web Bisqua

La aplicación tiene como objetivo agilizar el proceso de creación de los diagramas y así darle vida a la KARE. Para el uso de Bisqua, cada equipo de desarrollo debe definir quien será el Coordinador del Proyecto siendo los demás miembros del equipo Observadores Colaborativos. El Coordinador, es responsable de la creación del proyecto en la plataforma y de invitar colaboradores (observadores). También será quien tenga acceso para la creación y edición de todos los diagramas. Por su parte el rol Observador Colaborativo (para el caso de la plataforma se llamará Observador) deberá apoyar en la construcción de los diagramas, garantizando la validez y correcta información consignada en los mismos.

Los roles dentro de Bisqua pueden ser asumidos por los diversos profesionales, es decir, cualquiera puede coordinador de un proyecto u observador colaborativo, pero estos roles son mutuamente excluyentes.

Para la creación de los diferentes diagramas, la aplicación permite arrastrar y soltar los respectivos estereotipos que conforman cada diagrama, estos se disponen dentro de cada tipo de diagrama para facilitar su construcción, interpretación, recordación y uso.

En la figura 3 se muestra cómo se visualiza el Diagrama Objetos/Acciones, donde se muestra Objetos de tipo Hardware, Pasivo, Software y Multimedia. Algunos Atributos que se manejan como una tupla nombre-valor y las Acciones.

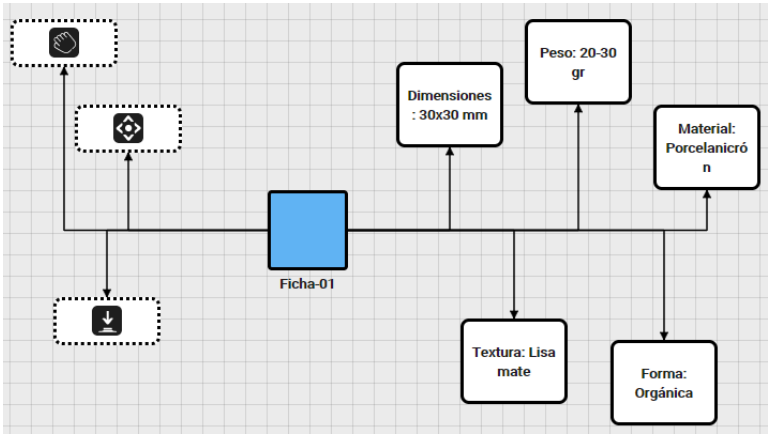


Figura 3 – Ejemplo de un Diagrama de Objetos/Acciones

4. Discusión

Como se aprecia en la Figura 4, KARE contempla tres etapas: 1) la etapa de *Organización* que implica los 3 primeros pasos para concretar los aspectos particulares que encierran el desarrollo del prototipo TUI, 2) la etapa de *Definición* que se concentra en la *Arquitectura de Información* y 3) la etapa de *Implementación* que se enfoca en la definición de responsabilidades simultáneas, así como el último paso que es la memoria del proceso.

Cabe resaltar que la *Arquitectura de Información* permite la completa definición de los objetos que componen la TUI (Objetos Físicos: Objetos Hardware y Objetos Pasivos, Objetos Digitales: Objetos Software y Objetos Multimedia), sus Acciones, inter-acciones (Acciones por manipulación de un usuario), Intra-Accciones (Acciones que son dadas por cambios del entorno), Interrelaciones (Es la relación dada entre Objetos Hardware) y Reacciones (Es la respuesta que se da luego de la Interrelación).

Lo anterior, facilita la especificación de los roles y responsabilidades de cada área de conocimiento ya que cada vista (diagrama) de esta arquitectura requiere de la intervención y el trabajo en colaboración de los expertos correspondiente para su caracterización, por ejemplo, el Electrónico es quien podrá caracterizar las acciones de un Objeto Hardware, así como el Diseñador es quien podrá especificar sus atributos. De esta forma, la Arquitectura de Información permite la comprensión de la globalidad

del proyecto y se convierte en eje del proceso de desarrollo. Todo se refleja de manera directa en los pasos 5, 6 y 7 que se desarrollan de manera simultánea.

Finalmente, el paso 8, que es la documentación, se concibe como una integración de todos los 7 pasos anteriores.

Por otra parte, KARE abarca la relación de las diversas áreas de conocimiento involucradas, sus puntos de convergencia y los correspondientes diagramas que permiten la definición de la Arquitectura de Información, así como los respectivos roles que inciden de manera directa en los pasos 6, 7 y 8 de la Metodología.

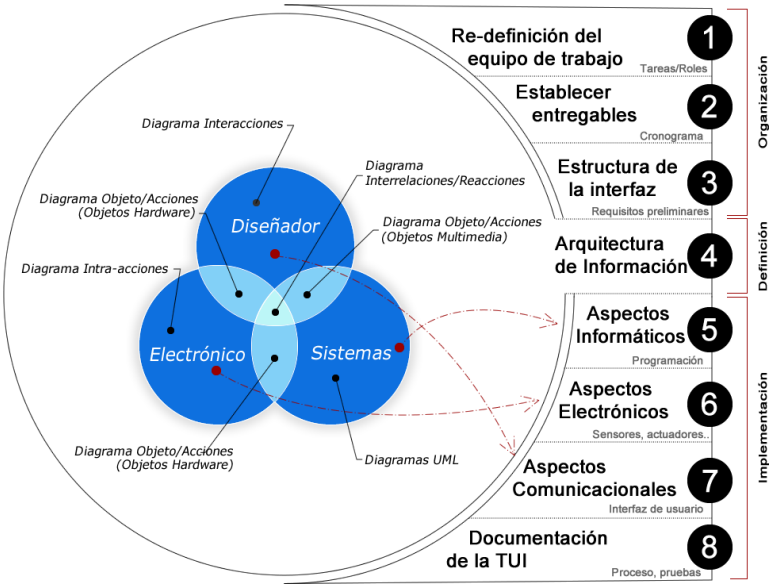


Figura 4 – Abstracción Metodología KARE

A continuación, se realiza una breve descripción de cada uno de los pasos que encierra la Metodología KARE: *1) Re-definición del equipo de trabajo*, en el que se establecen las respectivas tareas y roles; *2) Establecer entregables*, se realiza un cronograma estructurado que en el que se concretan las acciones del punto anterior; *3) Estructura de la Interfaz*, se establecen los requisitos preliminares a nivel general (aquí se definen los objetivos del proyecto a desarrollar y una descripción); *4) Arquitectura de Información*, donde se desarrollan todos los diagramas para definir las respectivas correspondencias de cada uno de los elementos de la TUI (ya se explicó en el segundo párrafo del presente apartado); *5) Aspectos Informáticos*, donde se implementa toda la funcionalidad de orden lógico a través de la programación; *6) Aspectos Electrónicos*, aquí se implementan las tecnologías que permiten darle capacidad computacional a los objetos tangibles, es decir, sensores, actuadores, circuitos, etc. *7) Aspectos Comunicacionales*, se implementan aspectos de orden estético y simbólico que permiten la comunicabilidad de los elementos de cara al usuario, tanto para su información como para su interacción;

y *8) Documentación de la TUI*, en el que se recopila además del proceso, el conjunto de pruebas preliminares con usuarios de testeo que contribuyen con afinar los prototipos.

4. Conclusiones

- Luego de que los estudiantes aplicaron la KARE, encontraron la facilidad para poder expresar entre ellos las partes que debía tener la TUI, comentaron que era muy fácil enviarse un documento en donde están especificados los objetos con sus atributos y los diferentes diagramas.
- La curva de aprendizaje de KARE fue corta, es decir, no fue complejo adaptarse, lo cual hace ver que es la relevancia de agremiar diferentes áreas de conocimiento en el desarrollo de interfaces tangibles dado que no se necesitan conocimientos previos robustos para poder comprender los diagramas.
- Puede adaptarse a diferentes áreas de conocimiento e inclusive, se pueden aplicar en otros contextos sin perder su esencia. De esta forma, KARE puede crecer y expandirse como una herramienta que favorece el desarrollo de productos.
- KARE contribuye a la comunicación del equipo de trabajo independiente de su disciplina porque establece un vocabulario común para el desarrollo de la TUI.
- La notación de los diagramas al ser similares al UML facilitan el aprendizaje para los profesionales que conozcan dicho lenguaje.
- KARE ofrece elementos a los profesionales de electrónica para mejorar sus prácticas en la especificación de requerimientos para el desarrollo de prototipos.

Referencias

Camarata, K., & Do, E. (2002). Navigational blocks: tangible navigation of digital information. *CHI'02 Extended Abstracts …*, 752–753. https://doi.org/10.1145/506443.506580

Conradie, P. D., Vandevelde, C., De Ville, J., & Saldien, J. (2016). Prototyping Tangible User Interfaces: Case Study of the Collaboration between Academia and Industry. *International Journal of Engineering Education*, *32*(2), 1–12.

Cordoba K, Rodriguez, P. Reyes, J. (2017). Theoretical-practical aspects for development of Tangible User Interfaces -TUI- Aspectos Teórico-prácticos para el Desarrollo de Interfa- ces de Usuario Tangibles -TUI-. *12 Congreso Colombiano de Computación*.

Cortes-Rico, L. J., & Florez-Valencia, L. (2015). Propuesta de notación para el modelado de interfaces tangibles de usuario. *2015 10th Colombian Computing Conference, 10CCC 2015*, 200–205. https://doi.org/10.1109/ColumbianCC.2015.7333432

Fitzmaurice, G. W., Ishii, H., & Buxton, W. a. S. (1995). Bricks: laying the foundations for graspable user interfaces. *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 442–449. https://doi.org/10.1145/223904.223964

Harley, D., Chu, J. H., Kwan, J., & Mazalek, A. (2016). Towards a Framework for Tangible Narratives. *Proceedings of the TEI '16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, 62–69. https://doi.org/10.1145/2839462.2839471

Hinckley, K., Pausch, R., Goble, J. C., & Kassell, N. F. (1994). Passive Real-world Interface Props for Neurosurgical Visualization. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '94)*, *30*, 452–458. https://doi.org/10.1145/191666.191821

Julià, C. F., Gallardo, D., & Jordà, S. (2009). TurTan: Un Lenguaje de Programación Tangible Para el Aprendizaje. *Interacción 2009*, 10. http://mtg.upf.edu/files/publications/TurTanCut.pdf

Kaltenbrunner, M., Jordà, S., Geiger, G., & Alonso, M. (2006). The reacTable*: A collaborative musical instrument. *Proceedings of the Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, WETICE*, 406–411. https://doi.org/10.1109/WETICE.2006.68

Levin, G., & Yarin, P. (1999). Bringing sketching tools to keychain computers with an acceleration-based interface. *CHI 99 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems CHI 99*, 268. https://doi.org/10.1145/632716.632881

Morville, P., Rosenfeld, L., & Arango, J. (2015). *Information Architecture*. O'Reilly Media.

Pillias, C., Robert-Bouchard, R., & Levieux, G. (2014). Designing tangible video games. *Proceedings of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '14*, 3163–3166. https://doi.org/10.1145/2556288.2556991

Piper, B., Ratti, C., & Ishii, H. (2002). Illuminating Clay: A 3-D Tangible Interface for Landscape Analysis. *CHI '02 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 355–362. https://doi.org/10.1145/503376.503439

Rebola, C. B. (2015). Designed Technologies for Healthy Aging. In Ron Baecker (Ed.), *Synthesis Lectures on Assistive, Rehabilitative, and Health-Preserving Technologies* (Vol. 4, Issue 1). https://doi.org/10.2200/S00576ED1V01Y201404ARH006

Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., & Silverman, B. (1998). Digital manipulatives: new toys to think with. *Communications of the ACM*, *April*, 281–287. https://doi.org/10.1145/274644.274684

Reyes V. Javier M. (2020). *Modelo de Arquitectura de Información para Interfaces Tangibles de Usuario*. (Doctorado en Ingeniería), Universidad del Valle. Cali.

Schiettecatte, B., & Vanderdonckt, J. (2008). AudioCubes: a distributed cube tangible interface based on interaction range for sound design. … *Tangible and Embedded Interaction*, 3–10. https://doi.org/10.1145/1347390.1347394

Schwesig, C., Poupyrev, I., & Mori, E. (2004). Gummi. *Proceedings of the 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '04*, *May*, 263–270. https://doi.org/10.1145/985692.985726

Shaer, O. (2009). Tangible User Interfaces: Past, Present, and Future Directions. *Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction*, *3*(1–2), 1–137. https://doi.org/10.1561/1100000026

Ullmer, B., & Ishii, H. (2001). Emerging frameworks for tangible user interfaces. *IBM Systems Journal*, *39*(3.4), 915–931. https://doi.org/10.1147/sj.393.091

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 24/09/2020
Aceitação/Acceptance: 30/11/2020

Sistema IoT para la monitorización de niveles de ruido en zonas aledañas al aeropuerto de Cartagena de Indias

Harold Adrián Peña R[1], Gabriel Elías Chanchí G[2], Wilmar Yesid Campo M[3]

hpenar@unicartagena.edu.co; gchanchig@unicartagena.edu.co; wycampo@uniquindio.edu.co

[1,2] Universidad de Cartagena, Avenida del Consulado, Calle 30 No. 39 B - 192, 130001, Cartagena de Indias, Colombia.

[3] Universidad del Quindío, Cra. 15 Cll 12 norte, 630004, Armenia, Colombia.

Pages: 257-271

Resumen: Una de las variables ambientales con gran influencia en la salud mental y física de las personas es el nivel de ruido. Considerando que dentro de las principales fuentes de ruido se encuentra el transporte aéreo, en este artículo se propone como aporte el desarrollo de un sistema IoT para la monitorización y análisis de los niveles de ruido en zonas aledañas al aeropuerto de la ciudad de Cartagena de Indias. El sistema propuesto está articulado en las cuatro capas de la arquitectura convencional de IoT (captura, almacenamiento, análisis y visualización) y busca mejorar las limitaciones de los equipos de medición de ruido, los cuales tienen almacenamiento limitado, no permiten el seguimiento remoto y no posibilitan el análisis de los datos capturados mediante modelos de machine learning. Este sistema pretende servir de apoyo para la conducción de inspecciones acústicas de cara a la toma de decisiones de planificación urbana.

Palabras-clave: Internet de las Cosas, monitorización, nivel de ruido, sistema IoT.

IoT system for monitoring noise levels in areas near Cartagena de Indias airport

Abstract: One of the environmental variables with great influence on the mental and physical health of people is the noise level. Considering that air transport is among the main sources of noise, in this article we propose as a contribution the development of an IoT system for the monitoring and analysis of noise levels in areas near the airport of the city of Cartagena de Indias. The proposed system is articulated in the four layers of the conventional IoT architecture (capture, storage, analysis and visualization) and seeks to improve the limitations of noise measurement equipment, which has limited storage, does not allow remote monitoring and does not make it possible to analyze the data captured using machine learning models. This system is intended to support the conduct of acoustic inspections for urban planning decisions.

Keywords: Internet of Things, IoT system, monitoring, noise level.

1. Introducción

Internet de las cosas (IoT) puede ser definido como la conexión de objetos físicos o dispositivos en una red abierta que tiene la capacidad de auto gestionarse, compartir información, datos y recursos, reaccionar y actuar frente a situaciones y cambios en el entorno (Conti et al., 2018; Shruti & Hedge, 2016). En la actualidad, los sistemas IoT han sido ampliamente aplicados en diferentes contextos de, siendo la medición de variables ambientales uno de los campos más difundido(Kalia & Ansari, 2020; Patil, 2018)the air pollution and airborne particulate matter (PM. Dentro de los desafíos de IoT en diferentes contextos de aplicación, se encuentra el aprovechamiento de los grandes volúmenes de datos de cara a la obtención de información útil para la toma de decisiones (Firouzi, Farahani, Weinberger, et al., 2020; Firouzi, Farahani, Ye, et al., 2020).

Una de las variables de mayor relevancia a nivel ambiental es el nivel de ruido, variable que es reconocida por la Organización Mundial de la Salud por representar uno de los peligros ambientales para la salud física y mental (Marouf et al., 2020; World Health Organization, 2018).En este sentido, una elevada exposición al ruido por tiempos prolongados puede generar altos niveles de estrés, efectos cardiovasculares y una mayor incidencia de enfermedad coronaria entre otros (Begou et al., 2020; Khan et al., 2020; Recio et al., 2018; Thacher et al., 2020) Algunas de las principales fuentes de ruido en las áreas residenciales incluyen música alta, transporte (tráfico vehicular, ferrocarril, aviones, etc.), mantenimiento del césped, industria de la construcción, generadores eléctricos, explosiones, entre otros (Ruparel et al., 2013). Adicionalmente, la mala planificación urbana puede dar lugar a un aumento de la contaminación acústica, como por ejemplo el caso de los edificios industriales a lado de los edificios residenciales (Montes González et al., 2020). En este trabajo se tiene como foco de estudio la monitorización de ruido en zonas aledañas al aeropuerto de la ciudad de Cartagena.

Para realizar la medición de los niveles de ruido se han desarrollado equipos electrónicos denominados sonómetros, los cuales permiten la captura del ruido en dBAs, la visualización local de los datos y eventualmente la transmisión de los datos vía bluetooth. En este sentido los dispositivos comerciales IoT tienen como desventaja la obtención de mediciones puntuales en el tiempo, el uso de formatos propietarios en los datos transmitidos, así como la ausencia en el uso de algoritmos de machine learning para el análisis de los datos capturados (Chanchí et al., 2020). A partir de lo anterior, existe la necesidad de contar con sistemas abiertos que posibiliten la captura, almacenamiento, análisis y visualización(Quiroga, Montoya et al., 2017), los cuales permitan la toma de decisiones a nivel de planificación de las ciudades con respecto a los niveles de ruido en las ciudades.

En este artículo se propone como aporte el desarrollo de un sistema IoT para el seguimiento y el análisis del nivel de ruido en zonas aledañas al aeropuerto de la ciudad de Cartagena de Indias, teniendo en cuenta herramientas del hardware y software libre. El sistema IoT se encuentra enmarcado en la arquitectura convencional a cuatro capas de IoT (captura, almacenamiento, análisis, visualización). De este modo, en la

capa de captura del sistema IoT se cuenta con sensores de ruido compatibles con la tarjeta ESP-32, la cual permite el despliegue de servicios para el acceso a los datos via Wi-Fi. Los datos de las capturas de ruido son accedidos mediante una aplicación web desarrollada en el framework Flask de Python, la cual consulta periódicamente los datos a la tarjeta ESP-32 y los almacena en una base de datos no relacional. Del mismo modo, la aplicación permite el análisis del histórico de los datos mediante algoritmos de aprendizaje no supervisado (clustering), así como la visualización en tiempo real de los niveles de ruido. Con el fin de verificar la utilidad del sistema propuesto, se realizó un caso de estudio durante la primera semana de reanudación de los vuelos a causa de la pandemia provocada por el COVID-19.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la sección 2 se presenta la metodología definida para el desarrollo del presente trabajo; en la sección 3 se describen un conjunto de trabajos relacionados que se consideraron en el presente trabajo; en la sección 4 se describe la arquitectura del sistema y la implementación del mismo; en la sección 5 se ilustra un estudio de caso que permite verificar la funcionalidad del sistema construido; finalmente en la sección 6 se presentan las conclusiones y trabajos futuros considerados en el presente trabajo.

2. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo se definieron 4 fases a saber: definición de herramientas y tecnologías, diseño de la arquitectura del sistema IoT, implementación del sistema IoT, y finalmente estudio de caso (ver Figura 1).

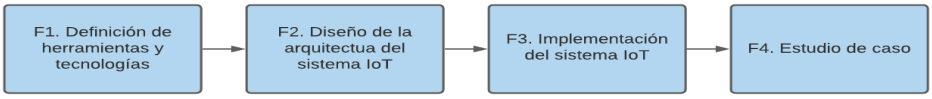


Figura 1 – Metodología considerada

En la fase 1 se seleccionaron las herramientas y tecnologías más adecuadas para la conformación de las capas de la arquitectura del sistema IoT. En la fase 2 se diseñó la arquitectura del sistema IoT para la monitorización de ruido en zonas aledañas al aeropuerto de Cartagena de Indias, considerando las cuatro capas de la arquitectura convencional de IoT y las tecnologías definidas en la fase 1. En la fase 3 se realizó la implementación del sistema IoT, teniendo en cuenta la arquitectura definida en la fase 2. Finalmente, en la fase 4 se realiza un estudio de caso con el fin de verificar la funcionalidad y utilidad del sistema IoT desarrollado.

3. Trabajos Relacionados

En esta sección se presentan trabajos que muestran como IoT permite monitorizar, visualizar, realizar la trazabilidad y solucionar problemáticas a los que se enfrenta la sociedad urbana; como es la obtención de los niveles de ruido en las ciudades.

Los trabajos a continuación presentados tiene en común en que se basan en sistemas IoT de bajo costo, sin embargo, ninguno de ellos es realizado para zonas que estén siendo afectadas por el ruido de un aeropuerto, el cual podría caracterizarse como un ruido a ráfagas correspondiente a la frecuencia de despegue y aterrizaje de aviones.

En (Patil, 2018) se crea un sistema IoT para la monitorización de la contaminación y el ruido creado por los vehículos y si algún vehículo cruza su valor umbral, entonces será reportado al departamento de tráfico y a las agencias del medio ambiente nacional. El sistema IoT propuesto es de bajo costo, simple de operar y portátil. En (Shah et al., 2019), los autores proponen una nueva solución de IoT, llamada sistema de monitoreo de ruido urbano, que puede clasificar el sonido ambiental en tiempo real usando un sistema embebido como el Raspberry pi 4 y registrar los datos en la nube de Google. Los eventos reportados estarán disponibles para su uso futuro, es decir, la selección del área segura para vivir. El sistema de clasificación superó el rendimiento del estado del arte obteniendo un 95% de precisión con el conjunto de datos del sonido urbano. En (Siamwala et al., 2019) se presenta un novedoso enfoque para desarrollar un sistema autónomo de recogida de información sobre el ruido ambiental. El sistema es altamente escalable, fácil de usar, de bajo costo y de baja potencia para fomentar su adopción generalizada. Así mismo, permite la clasificación de la fuente del ruido. La información del sistema se envía a un servicio de almacenamiento en la nube en tiempo real que permite la visualización de los niveles de ruido, las fuentes de ruido y el nivel de batería de los sensores en nuestra aplicación web. Tiene una precisión de clasificación media del 72% cuando se somete a cuatro fuentes de ruido ambiental comunes.

En (Bartalucci et al., 2017) se describe un sistema inteligente de monitorización de ruido de bajo costo, que permite tomar medidas del ruido extenso y a largo plazo. El sistema es diseñado e implementado en un proyecto denominado “Metodologías para la introducción y gestión de zonas de baja emisión de ruido”. El artículo detalla componentes de hardware y las técnicas de transmisión de datos. Además, se proponen algunos procedimientos nuevos para verificar periódicamente el rendimiento del sistema”. En (Alsouda et al., 2019)it is necessary to go beyond the state-of-the-art approaches that measure only the dB level and also identify the type of noise. In this paper, we present a machine learning based method for urban noise identification using an inexpensive IoT unit. We use Mel-frequency cepstral coefficients for audio feature extraction and supervised classification algorithms (that is, support vector machine, k-nearest neighbors, bootstrap aggregation, and random forest, se presenta un método basado en el aprendizaje de máquina para la identificación del ruido urbano utilizando una unidad de IoT de bajo costo. Los autores utilizan coeficientes para la representación del habla basados en la percepción auditiva humana (Mel-frequency cepstral coefficients) para la extracción de características de audio y algoritmos de clasificación supervisada para la clasificación del ruido. Finalmente logran una precisión de clasificación de ruido en el rango 88% - 94%.

En (Liu et al., 2020) los autores introducen nuevos desafíos y propone una solución novedosa para abordar el tema de la eliminación del ruido. Propone un enfoque que mide tanto la tasa de cambio como la desviación para calcular la puntuación del ruido. Emplea una técnica de ventana corrediza para definir la unidad de análisis de la medida

de contraste que se utiliza junto con técnicas estadísticas. Amplios experimentos demuestran que el enfoque propuesto supera los otros métodos de detección de ruido de última generación, proporcionando un conjunto de datos limpios]. En (Marjanovic et al., 2017)significant research effort is focused on creating a fine-grained pollution and noise maps to identify urban areas with critical negative impact on human health. The traditional measuring methods typically use expensive and static equipment which is not suitable for dynamic urban environments because of the low spatio-temporal density of measurements. On the other hand, the growing popularity of mobile phones, and their technological capabilities, opens a new perspective on citizen-assisted environmental monitoring. In this paper we present a mobile crowdsensing (MCS los autores presentan una solución de detección basada en teléfonos móviles para la vigilancia de la calidad del aire y la contaminación acústica. Más específicamente, se muestra una experiencia práctica de un despliegue de sistema en el mundo real, desde la calibración del sensor hasta la adquisición y análisis de datos. Los resultados indican una correlación entre la contaminación atmosférica y la contaminación acústica con valores más altos durante las horas punta debido al aumento del número de vehículos en las calles. En (Quiroga, Montoya et al., 2017) se expone una propuesta de arquitectura para la agricultura de precisión soportadas en IoT para la obtención, monitoreo y análisis de variables climáticas. Dicho artículo brinda una arquitectura base que es adaptada a la investigación presentada en este escrito.

Los trabajos anteriormente citados permiten ver las diversas potencialidades del IoT u otros enfoques para tratar con problemas como el ruido. De este modo, los trabajos presentados realizan un aporte en cuanto al tipo de hardware, en cuanto al almacenamiento de la información en la nube y en cuanto a tener en cuenta de manera parcial algunas de las capas convencionales de la arquitectura de un sistema IoT. En este sentido, el sistema propuesto está enmarcado en la arquitectura a cuatro capas y tiene como aporte principal en la capa de análisis, el uso de métodos de análisis basados en aprendizaje no supervisado para el agrupamiento de niveles de ruido que puedan ayudar a la obtención clara de conclusiones con respecto a la contaminación auditiva al que se encuentran expuestos la población aledaña al aeropuerto internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias.

4. Sistema IoT Propuesto

Para el desarrollo del sistema IoT propuesto se tuvieron en cuenta los rangos de niveles de ruido presentados en la Tabla 1, los cuales fueron adaptados a partir del trabajo presentado por (Suárez López et al., 2017). Así, la Tabla 1 comprende niveles de ruido que van a nivel del daño del oído humano desde el ruido más inofensivo hasta el dolor y daño inmediato del oído humano.

Rango	**Categoría**
30 dB o menor	Bajo
31 dB a 50 dB	Normal
51 dB a 75 dB	*Considerable*

Rango	Categoría
76 dB a 100 dB	*Alto*
101 dB a 120 dB	*Muy alto*
121 o mas	*Umbral del dolor*

Tabla 1 – Clasificación de niveles de ruido

Tal como se mencionó en secciones previas, el sistema IoT propuesto está articulado dentro de la arquitectura convencional de IoT a 4 capas: captura, almacenamiento, análisis y visualización. En este orden de ideas la arquitectura del sistema IoT se presenta en términos de dos vistas a saber: funcional y de implementación, cada una de las cuales tiene asociadas las cuatro capas antes mencionadas. A partir de lo anterior en la Figura 2 se presenta la vista funcional del sistema IoT propuesto.

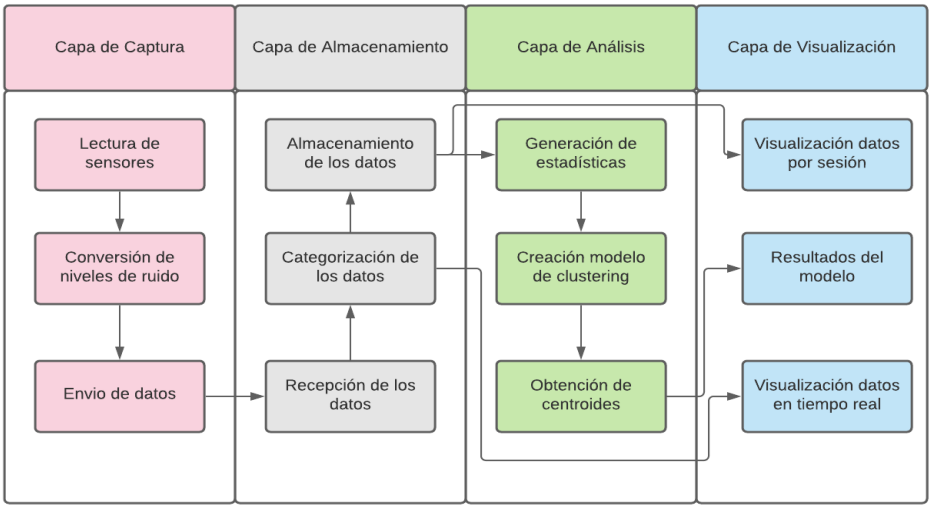


Figura 2 – Vista funcional del sistema IoT propuesto

En la capa de captura de la arquitectura se obtienen en primea instancia las lecturas de los niveles de ruido a partir de los sensores IoT desplegados en zonas aledañas al aeropuerto, las cuales al ser obtenidas como voltajes son transformadas a niveles de ruido en dBs. Estas lecturas son enviadas a partir de las peticiones sincrónicas realizadas en la capa de almacenamiento, categorizadas de acuerdo a los niveles definidos en la Tabla 1 y almacenadas en una base de datos no relacional haciendo uso de un índice por sesión de captura. A partir de las capturas almacenadas en la base de datos, en la capa de análisis es posible obtener estadísticas básicas sobre los datos de las diferentes sesiones de captura (promedio, desviación estándar), así como aplicar modelos de clustering para

la detección de centroides alrededor de los cuales se concentran los datos de la sesión de captura. En la capa de visualización por su parte, es posible visualizar gráficamente los datos de nivel de ruido en tiempo real una vez son categorizados. Del mismo modo es posible visualizar el resultado de las consultas realizadas sobre los datos obtenidos en las diferentes sesiones y los resultados de la aplicación de los modelos de clustering.

De otra parte, en la Figura 3 se muestra la vista de implementación del sistema IoT propuesto, la cual incluye las tecnologías empleadas para dar cumplimiento a las funciones planteadas en la vista funcional.

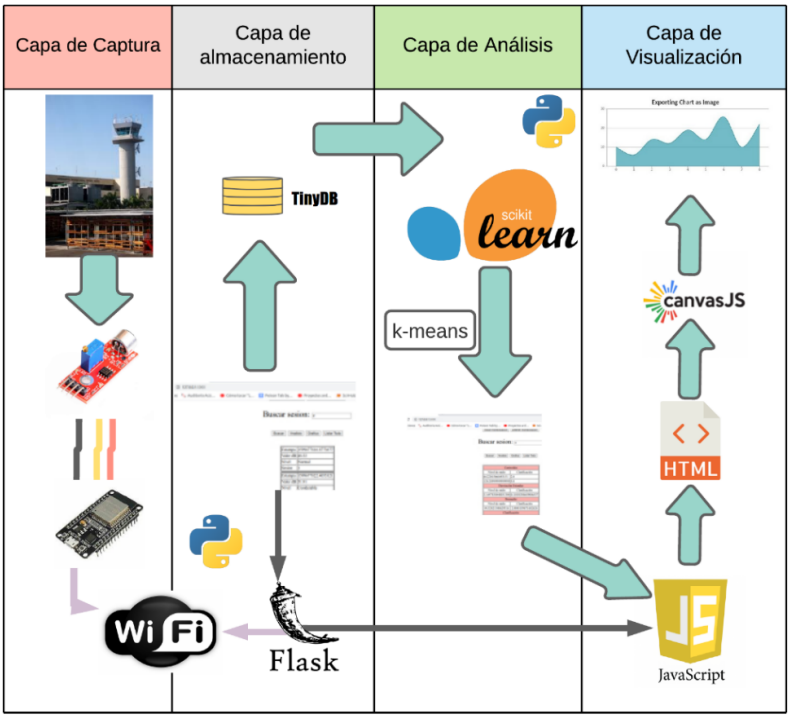


Figura 3 – Vista de implementación del sistema IoT

En la capa de captura, las lecturas de los niveles de ruido son obtenidos a través de sensores KY-038 , los cuales envían los datos a la placa ESP-32, en la cual se realiza la transformación de los datos de voltaje a dBs. Dentro de la placa ESP-32 se implementan servicios web de consulta, de tal modo que desde la capa de almacenamiento las lecturas de niveles de ruido son consultados de manera periódica via WiFi por una aplicación web desarrollada en el microframework Flask de Python, la cual una vez realiza la consulta de los datos a la placa ESP-32, los categoriza de acuerdo a la Tabla 1 y los almacena en la base de datos no relacional TinyDB, agrupando las capturas por un id de sesión y haciendo uso del formato JSON. A partir de los datos almacenados en la base de datos

TinyDB, en la capa de análisis es posible aplicar modelos de clustering basados en el algoritmo K-Means a las lecturas pertenecientes a una sesión de captura, haciendo uso para ello de las funcionalidades provistas por la librería scikit learn de Python. Este algoritmo permite la obtención de un conjunto de centroides alrededor de los cuales se concentran los datos. Finalmente, en la capa de visualización es posible visualizar los datos capturados en tiempo real, así como los resultados de la consulta a la base de datos y la información de los centroides obtenidos mediante los modelos de clustering aplicados. En esta capa se hace uso de librerías de javascript tales como CanvasJS.

A partir de la arquitectura del sistema IoT presentada en la Figura 3, en la Figura 4 se presenta la interfaz principal del sistema, la cual corresponde a una aplicación web desarrollada a través del microframework Flask de Python.

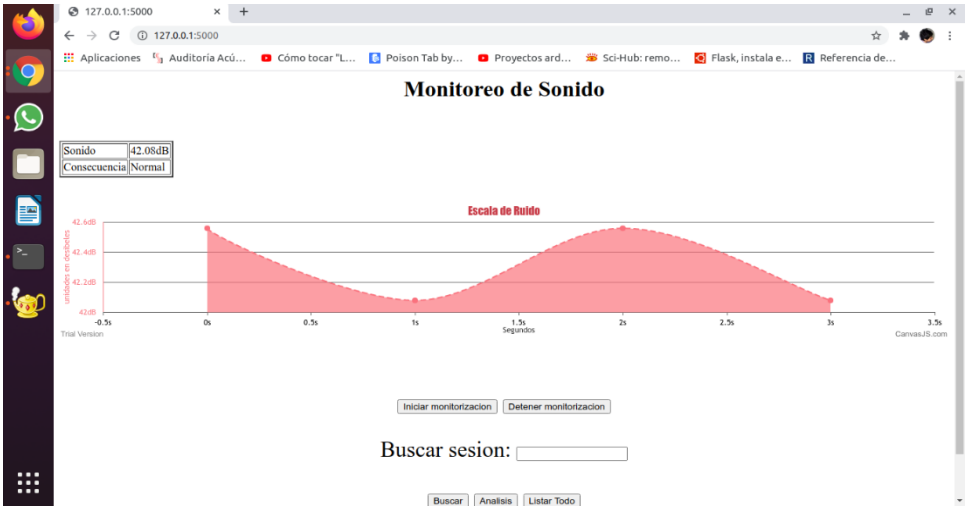


Figura 4 – Vista inicio de sesión

Esta interfaz cuenta con dos botones “Iniciar Monitorización” y “Detener Monitorización”, los cuales permiten controlar la duración de la monitorización del nivel de ruido. Así al presionar el botón “Iniciar Monitorización”, mediante funciones Javascript con Ajax se realizan peticiones sincrónicas a la placa ESP-32, de tal modo que a medida que se obtienen las lecturas en dBs, se van categorizando de acuerdo a la Tabla 1 y se va presentando la gráfica en tiempo real haciendo uso de la librería CanvasJS de Javascript. Una vez termina la monitorización de los datos, es posible consultar las diferentes sesiones de captura almacenados en la base de datos TinyDB, haciendo uso de los botones “Listar Todo” y “Buscar”. De este modo en la Figura 4 se muestran a modo de ejemplo los datos de las diferentes sesiones de captura realizadas por el sistema. Se puede apreciar que cada captura realizada y listada a través de una tabla HTML está conformada por: una estampa de tiempo, el valor en dBs de cada lectura, la clasificación asociada a cada lectura de acuerdo a la Tabla 1 y el identificador de cada sesión.

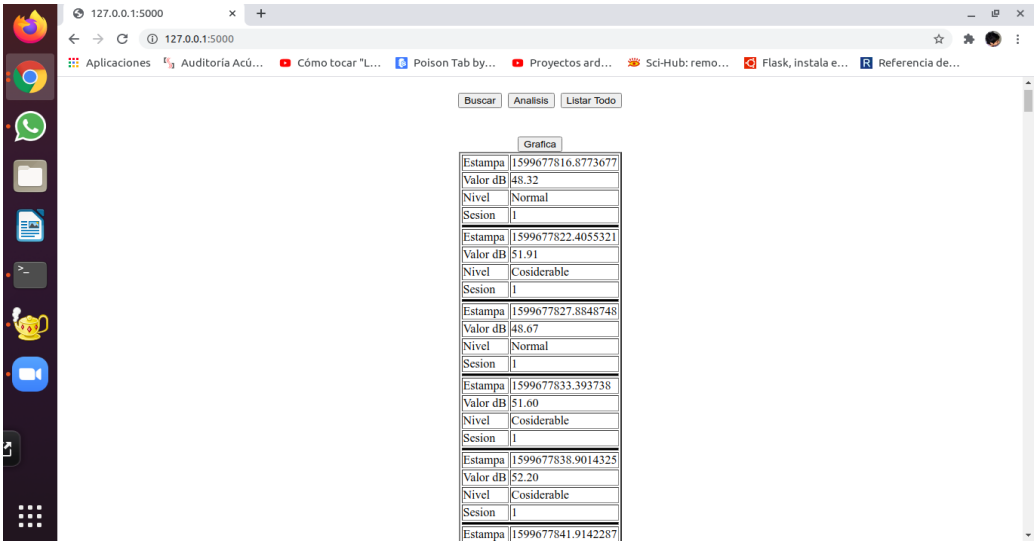


Figura 5 – Listado de sesiones de captura

Del mismo modo, al presionar el botón "Análisis" del aplicativo web es posible hacer uso de las funcionalidades de la librería scikit learn de Python para aplicar el modelo de clustering soportado en algoritmo K-Means sobre los datos de una sesión específica, con el fin de obtener un conjunto de centroides alrededor de los cuales se concentran los datos. El algoritmo de K-Means empleado en el sistema IoT se encarga de considerar dos atributos a saber: el nivel de ruido en dBs y la clasificación de ruido de acuerdo a la Tabla 1. A modo de ejemplo, en la Figura 6 se presentan los resultados de aplicar el algoritmo K-Means sobre los datos de prueba de la sesión con identificador 1. Se puede apreciar que para los datos de esta sesión se obtuvieron dos clusters cada uno con un centroide asociado: C1={nivel_ruido=51.84 dB, clasificación=3} y C2={nivel_ruido=48.93 dB, clasificación=2}. Así mismo se obtiene como desviación estándar del nivel de ruido un valor de 1.37 y como desviación estándar de la clasificación un valor de 0.42. Finalmente, como promedio de los niveles de ruido de la sesión se obtiene un valor de 51.17 dB, mientras que como promedio de las clasificaciones se obtiene un valor de 2.78.

Los resultados presentados en la Figura 6 se pueden apreciar de manera más clara en la gráfica de dispersión y centroides presentada en la Figura 7, en la cual las diferentes capturas de la sesión de prueba con id 1 son representadas mediante triángulos verdes, mientras que los centroides obtenidos mediante el algoritmo de K-Means son presentados mediante círculos rojos. Esta gráfica es generada al presionar el botón "Gráfica" del aplicativo web.

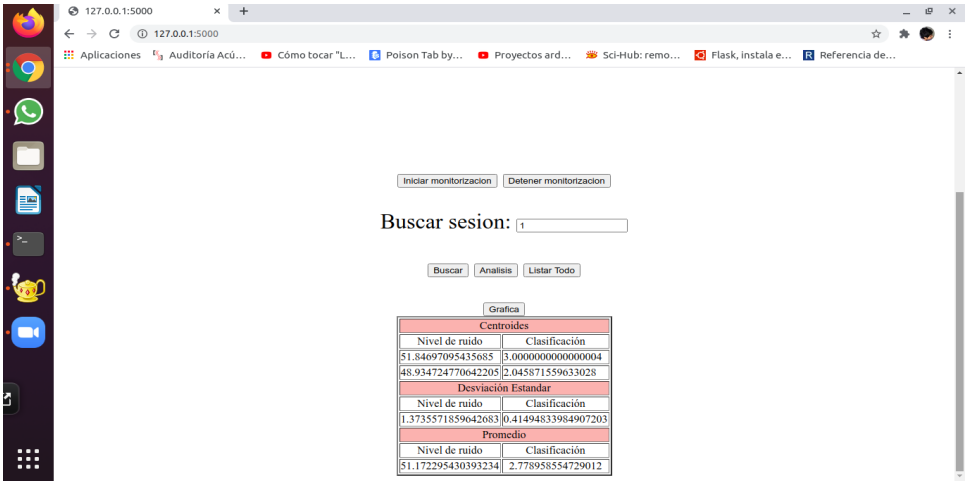


Figura 6 – Análisis de los datos de la sesión 1

Figura 7 – Gráfica de dispersión y centroides

5. Estudio de Caso

Con el fin de verificar el funcionamiento y utilidad del sistema IoT propuesto, se desarrolló un estudio de caso en el barrio Crespo ubicado en cercanías al aeropuerto de la ciudad de Cartagena, Colombia. Las capturas de nivel de ruido fueron realizadas el 10/09/2020 entre las 11:00 y 14:00 ya que en dicho rango se identificaron vuelos programados en el plan retorno de los vuelos como consecuencia de la pandemia del COVID-19. Así, en la Figura 8 se presenta el montaje del escenario de pruebas usado para el estudio de caso.

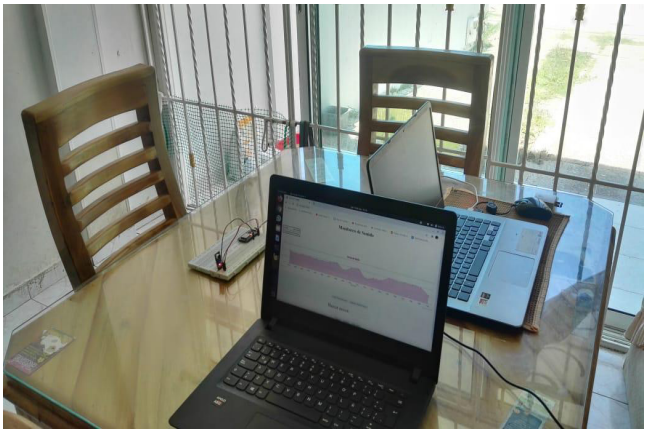


Figura 8 – Escenario del caso de estudio

A partir de las capturas de nivel de ruido realizadas en el estudio de caso se obtuvieron un total de 731 valores, la mayoría de los cuales oscila en el rango comprendido entre 44 y 50 dBs (ver Figura 9). Tal como se mencionó en la sección 4, una vez las lecturas son obtenidas se clasifican en los seis niveles definidos en la Tabla 1.

Figura 9 – Grafica en tiempo real estudio de caso

Por otro lado, En la Tabla 2 se aprecia el análisis de los resultados obtenidos para el caso de estudio. Se puede observar que de acuerdo a la Tabla 2, las 731 lecturas realizadas o instancias obtuvieron un valor promedio de 44.22 dBs, lo que corresponde con un nivel "Normal" de ruido. Así mismo, se obtuvo además que la desviación estándar de los niveles de ruido capturados es aproximadamente de 3.17. Finalmente se obtuvieron dos clusters a partir de los datos capturados, cada uno con un centroide asociado (C1 y C2). El centroide C1 = {nivel_ruido=44.22, clasificación=2} con un total de 730 instancias, mientras que el centroide C2={nivel_ruido=120.29, clasificación=5} con un total de 1

instancia. Se observa así que el 99.86% de los datos están concentrados alrededor de un nivel de ruido "Normal", mientras que el 0.13% de los datos se concentran alrededor del nivel de ruido "Muy Alto". Si bien la mayoría de los datos pertenecen al nivel normal, es importante realizar otras capturas cuando la frecuencia de vuelos se incremente en el periodo post pandemia. Así mismo, uno de los desafíos del sistema es la gestión de múltiples sensores y la captura y análisis a partir de los datos obtenidos por estos.

Centroides	
Nivel de ruido	**Clasificación**
44.22015	2.0
120.2899	5.0
Desviación Estándar	
Nivel de ruido	***Clasificación***
3.16978	*0.11088*
Promedio	
Nivel de ruido	***Clasificación***
44.32421	*2.00410*
Clasificación	
Normal	*730 instancias*
Muy Alto	*1 instancia*
Total	*731 instancias*

Tabla 2 – análisis de datos caso de estudio

6. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo se propuso como aporte el desarrollo de un sistema IoT para la monitorización y análisis de nivel de ruido en zonas aledañas al aeropuerto de la ciudad de Cartagena de Indias, usando herramientas de hardware y software libre. El sistema propuesto está enmarcado en la arquitectura convencional a 4 capas de IoT, permitiendo enriquecer los sistemas tradicionales de medición en cuanto a la monitorización, el almacenamiento y el análisis de los datos mediante algoritmos de aprendizaje supervisado y/o no supervisado.

Las herramientas de hardware y software libre seleccionadas resultaron ser adecuadas para la implementación de las diferentes capas de la arquitectura definida. En este sentido, dentro de los valores agregados del sistema propuesto se encuentra el uso de la placa ESP-32 en la capa de captura para el despliegue de servicios de consulta, así como el uso de la librería scikit-learn para la implementación de los métodos de análisis sobre el histórico de los datos. El sistema propuesto pretende servir de referencia para la implementación de sistemas de monitorización de variables ambientales.

Como resultado del estudio de caso realizado se pudo concluir que durante la primera semana de reanudación de los vuelos en el aeropuerto de la ciudad de Cartagena, se

obtuvieron en su mayoría capturas en el rango “Normal”, con un porcentaje bajo de capturas en el rango “Muy Alto”. Los resultados y la visualización obtenidas por el sistema permiten evidenciar la pertinencia del sistema en la conducción de inspecciones acústicas.

Como trabajo futuro derivado de la presente investigación se pretende ampliar el estudio de caso realizado durante un periodo de mayor frecuencia de vuelos en la etapa posterior a la pandemia. Así mismo, se pretende la integración de múltiples sensores dentro de la capa de captura asociados a diferentes variables de interés ambiental. En este sentido uno de los desafíos del sistema desarrollado es la gestión e integración de múltiples sensores de nivel de ruido.

Referencias

Alsouda, Y., Pllana, S., & Kurti, A. (2019). IoT-based urban noise identification using machine learning: Performance of SVM, KNN, bagging, and random forest. *ACM International Conference Proceeding Series*, *Part F1481*, 62–67. https://doi.org/10.1145/3312614.3312631

Bartalucci, C., Borchi, F., Carfagni, M., Furferi, R., Governi, L., Silvaggio, R., Curcuruto, S., & Nencini, L. (2017). Design of a prototype of a smart noise monitoring system. *24th International Congress on Sound and Vibration, ICSV 2017*.

Begou, P., Kassomenos, P., & Kelessis, A. (2020). Effects of road traffic noise on the prevalence of cardiovascular diseases: The case of Thessaloniki, Greece. *Science of the Total Environment*. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134477

Chanchí, G. E., Ospina, M. A., & Pérez, J. L. (2020). Sistema IoT para la monitorización de la variabilidad del ritmo cardiaco en pruebas de usabilidad. *Revista ESPACIOS*, *41*(25). https://www.revistaespacios.com/a20v41n25/20412507.html

Conti, M., Dehghantanha, A., Franke, K., & Watson, S. (2018). Internet of Things Security and Forensics: Challenges and Opportunities. *Future Generation Computer Systems*, *78*, 544–546. https://doi.org/10.1016/j.future.2017.07.060

Firouzi, F., Farahani, B., Weinberger, M., DePace, G., & Aliee, F. S. (2020). IoT Fundamentals: Definitions, Architectures, Challenges, and Promises. In *Intelligent Internet of Things* (pp. 3–50). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30367-9_1

Firouzi, F., Farahani, B., Ye, F., & Barzegari, M. (2020). Machine Learning for IoT. In *Intelligent Internet of Things* (pp. 243–313). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30367-9_5

Kalia, P., & Ansari, M. A. (2020). IOT based air quality and particulate matter concentration monitoring system. *Materials Today: Proceedings*. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.179

Khan, J., Kakosimos, K., Jensen, S. S., Hertel, O., Sørensen, M., Gulliver, J., & Ketzel, M. (2020). The spatial relationship between traffic-related air pollution and noise in two Danish cities: Implications for health-related studies. *Science of the Total Environment*. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138577

Liu, Y., Dillon, T., Yu, W., Rahayu, W., & Mostafa, F. (2020). Noise removal in the presence of significant anomalies for Industrial IoT sensor data in manufacturing. *IEEE Internet of Things Journal*, 1–1. https://doi.org/10.1109/jiot.2020.2981476

Marjanovic, M., Grubeša, S., & Žarko, I. P. (2017, November). Air and noise pollution monitoring in the city of Zagreb by using mobile crowdsensing. *2017 25th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks, SoftCOM 2017*. https://doi.org/10.23919/SOFTCOM.2017.8115502

Marouf, S. S., Bell, M. C., Goodman, P. S., Neasham, J., Neasham, J., & Namdeo, A. K. (2020). Comprehensive study of the response of inexpensive low energy wireless sensors for traffic noise monitoring. *Applied Acoustics*. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107451

Montes González, D., Barrigón Morillas, J. M., Rey Gozalo, G., & Godinho, L. (2020). Effect of parking lanes on assessing the impact of road traffic noise on building façades. *Environmental Research*. https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109299

Patil, P. (2018). Smart IoT based system for vehicle noise and pollution monitoring. *Proceedings - International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICEI 2017*, *2018-Janua*, 322–326. https://doi.org/10.1109/ICOEI.2017.8300941

Quiroga, Montoya, E. A., Fernando, S., Colorado, J., Yesid, W., Muñoz, C., Elías, G., & Golondrino, C. (2017). Propuesta de una Arquitectura para Agricultura de Precisión Soportada en IoT Proposal of an Architecture for Precision Agriculture Supported in IoT. *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, ISSN-e 1696-9895, Nº. 24, 2017, Págs. 39-56*, *24*, 39–56. https://doi.org/10.17013/risti.24.39-56

Recio, A., Linares, C., & Díaz, J. (2018). System dynamics for predicting the impact of traffic noise on cardiovascular mortality in Madrid. *Environmental Research*, *167*(June), 499–505. https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.07.021

Ruparel, P. N., Mistry, N. J., & Jariwala, N. D. (2013). International Conference on Innovations in Engineering and Technology (ICIET'2013). *Health Impacts of Urban Road Traffic Noise*, 259–261. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15242/IIE.E1213578

Shah, S. K., Tariq, Z., & Lee, Y. (2019). IoT based Urban Noise Monitoring in Deep Learning using Historical Reports. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2019*, 4179–4184. https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9006176

Shruti, S., & Hedge, G. (2016). Study of IoT: Understanding IoT Architecture, Applications, Issues and Challenges. *International Journal of Advanced Networking & Applications*, 477–482.

Siamwala, A., Lochhead, Z., & Abdulla, W. (2019, May). Environmental noise monitoring using distributed IoT sensor nodes. *ICEIC 2019 - International Conference on Electronics, Information, and Communication*. https://doi.org/10.23919/ELINFOCOM.2019.8706473

Suárez López, D., Morales Espinosa, R., Cordero Gutierrez, I., & Schreiner de Oliveira, L. (2017). Diseño de una herramienta de medición de ruidos basados en tecnologías Arduino-Rasperry PI. *Producción + Limpia*, *12*(1), 81–87. https://doi.org/10.22507/pml.v12n1a8

Thacher, J. D., Hvidtfeldt, U. A., Poulsen, A. H., Raaschou-Nielsen, O., Ketzel, M., Brandt, J., Jensen, S. S., Overvad, K., Tjønneland, A., Münzel, T., & Sørensen, M. (2020). Long-term residential road traffic noise and mortality in a Danish cohort. *Environmental Research*. https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109633

World Health Organization. (2018). *World Health Organization. Environmental Noise Guidelines for the European Region*.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 31/10/2020
Aceitação/Acceptance: 20/12/2020

Sistema IoT para el seguimiento y análisis del nivel de saturación y ritmo cardíaco en el diagnóstico temprano de Covid-19

Gabriel Elías Chanchí G[1], María Clara Gómez A[2], Claudia Estella Hernández-Londoño[3]

gchanchig@unicartagena.edu.co; mcgomez@udem.edu.co; chernandezl@unicartagena.edu.co

[1,3] Universidad de Cartagena, Avenida del Consulado, calle 30 No. 39 B - 192, 130001, Cartagena de Indias, Colombia.

[2] Universidad de Medellín, Cra. 87 No. 30 - 65, 050026, Medellín, Colombia.

Pages: 272-285

Resumen: Uno de los campos donde internet de las cosas (IoT) tiene un gran potencial de aplicación es en el sector salud, en donde a partir de la monitorización de variables fisiológicas de interés, es posible la identificación y diagnóstico temprano de enfermedades con síntomas silenciosos desde el hogar. En este sentido, a partir de la experiencia en el sector salud en el manejo de la pandemia originada por el COVID-19, se ha determinado que el nivel de saturación de oxígeno y el ritmo cardíaco son variables claves en la identificación temprana del virus. En este artículo se propone como aporte el desarrollo de un sistema para el seguimiento y análisis de nivel de saturación y ritmo cardíaco, para el diagnóstico temprano de COVID-19. El sistema propuesto fue construido teniendo en cuenta la arquitectura convencional a cuatro capas de IoT (captura, almacenamiento, análisis y visualización) y partiendo desde un oxímetro comercial.

Palabras-clave: COVID-19, internet de las cosas, nivel de saturación de oxígeno, ritmo cardíaco.

IoT system for monitoring and analysis of the saturation level and heart rate in the early diagnosis of Covid-19

Abstract: One of the fields where Internet of Things (IoT) has a great potential of application is in the health sector, where from the monitoring of physiological variables of interest, it is possible the identification and early diagnosis of diseases with silent symptoms from home. In this sense, based on the experience in the health sector in the management of the pandemic caused by COVID-19, it has been determined that the level of oxygen saturation and the heart rate are relevant variables in the early identification of the virus. In this paper we propose as a contribution the development of a system for the monitoring and analysis of the saturation level and heart rate, for the early diagnosis of COVID-19. The proposed system was built taking into account the conventional four-layer IoT architecture (capture, storage, analysis and visualization) and using a commercial oximeter.

Keywords: COVID-19, internet of things, oxygen saturation level, heart rate.

1. Introducción

En la actualidad uno de los conceptos que ha tenido gran difusión en diferentes contextos de aplicación es el de Internet de las Cosas (IoT), el cual puede ser definido como una tecnología basada en la conexión de objetos cotidianos a internet, los cuales intercambian, agregan y procesan información sobre su entorno físico para proporcionar servicios de valor agregado a los usuarios finales (Barrio, 2018). Gracias a las ventajas provistas por IoT se ha hecho posible su uso en diferentes sectores tales como la industria, el turismo, la salud, el medio ambiente, lo cual ha posibilitado la construcción y conformación de ciudades inteligentes (Zhang, 2020).

A partir de lo anterior, la implementación de un sistema basado en IoT no sólo requiere la disposición de una red de sensores y la captura de los datos asociados a variables de interés a partir de ellos, sino que es necesario almacenar, procesar, analizar y posibilitar la visualización de los datos en tiempo real, de tal modo que a partir de los datos capturados se pueda obtener información adecuada para la toma de decisiones.

En el contexto particular de la salud, IoT puede ser usado para el desarrollo de sistemas para el seguimiento y análisis de variables de interés fisiológico, de cara a la identificación temprana de enfermedades con síntomas silenciosos cuyo diagnóstico oportuno permite la prevención y posible solución a enfermedades que pueden resultar mortales. En este sentido, las ventajas de IoT se articulan y contribuyen con la tendencia a cambiar del sistema de salud, el cual a futuro se espera que se centre en la atención desde el hogar (Gutierrez-Ardila *et al.*, 2019; Mendoza *et al.*, 2016).

Un ejemplo particular donde IoT puede contribuir a través de la monitorización de variables fisiológicas de interés para la identificación temprana de enfermedades es en el caso del COVID-19. En este sentido, los primeros meses de manejo de la pandemia han permitido a los diferentes países la identificación de algunas prácticas médicas que pueden ser más efectivas para mitigar los impactos en cuanto al número de personas contagiadas y fallecidas a causa del coronavirus. Dentro de las buenas prácticas sugeridas, las autoridades gubernamentales de Colombia y otros países han recomendado hacer seguimiento desde el hogar a variables de interés que han demostrado ser indicadores claros de la presencia del COVID-19(Ministerio de Salud y Protección Social, 2020; Singh et al., 2020), como es el caso del nivel de saturación de oxígeno y el ritmo cardíaco, las cuales guardan una relación inversa entre sí (Saito *et al.*, 2005). Las autoridades de salud en Colombia han definido como valor de umbral de alerta un nivel de saturación por debajo del 94%, por lo que es necesario aprovechar las ventajas de los dispositivos IoT para crear sistemas que sirvan de apoyo médico en el hogar (Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

Aunque existen equipos de medición comerciales que posibilitan la captura de estas variables, cuentan con los protocolos de comunicación inalámbrica y permiten la visualización local de los datos como es el caso del oxímetro digital, estos dispositivos al igual que otros dispositivos comerciales de IoT tienen como desventaja las limitaciones en el almacenamiento, la visualización del histórico de los datos y la aplicación de

algoritmos de analítica de datos (Chanchí et al., 2020). Del mismo modo, estos dispositivos normalmente están asociados a aplicaciones móviles no personalizables, las cuales no permiten obtener información de valor agregado que puede ser útil para identificación temprana del coronavirus.

A partir de lo anterior, en el presente artículo se propone como contribución el desarrollo de un sistema IoT para el seguimiento y análisis del nivel de saturación de oxígeno y ritmo cardíaco, basado en dispositivos comerciales. De este modo el sistema propuesto da la posibilidad de almacenar los datos capturados, realizar un análisis sobre los datos históricos a nivel estadístico mediante el uso de algoritmos de analítica de datos, teniendo en cuenta los niveles de umbral de las variables monitoreadas recomendados por la comunidad médica. Así, el sistema propuesto pretende enriquecer los resultados generados por los dispositivos comerciales, articulándolos en la arquitectura de IoT, la cual en la capa de análisis incluye algoritmos de aprendizaje no supervisado que tienen en cuenta los valores de umbral para la detección temprana del COVID-19 bajo el modelo de salud desde el hogar.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la Sección 2 se describen un conjunto de trabajos relacionados que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del presente artículo; en la Sección 3 se presenta la metodología empleada para el desarrollo de la presente investigación; en la Sección 4 se muestra el diseño e implementación del sistema IoT propuesto; en la Sección 5 se presenta un ejemplo de funcionamiento del sistema propuesto; finalmente en la Sección 6 se describen las conclusiones y trabajos futuros derivados del presente trabajo.

2. Trabajos relacionados

En esta sección se presentan un conjunto de trabajos relacionados que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del presente trabajo.

En (Delgado *et al.*, 2019) se propone un sistema para la detección de afecciones cardiacas y la identificación del estrés mental haciendo uso de la plataforma de hardware libre arduino y un sensor de ritmo cardiaco compatible con esta. A partir de los datos capturados por el sensor, el sistema permite visualizar en tiempo real la gráfica del ritmo cardíaco en función del tiempo, así como el posible nivel en el que se clasifica el ritmo cardiaco obtenido (bradicardia, normal, taquicardia). El sistema presentado por los autores no permite el almacenamiento de los datos y por lo tanto tampoco el análisis del histórico de los datos capturados.

En (Singh et al., 2020) se hace una revisión sobre las principales potencialidades de IoT como mecanismo para mitigar el impacto de la pandemia ocasionada por el COVID-19. Así mismo, se presentan un conjunto de aplicaciones que se han desarrollado en diferentes países para la identificación y control de pacientes con COVID-19, varias de las cuales han sido articuladas al sistema de salud. Del mismo modo, los autores resaltan las posibilidades de IoT para hacer seguimiento remoto y autónomo de variables tales como el ritmo cardíaco, la presión arterial y la glucometría por parte de los pacientes. Del mismo modo como desafíos de este tipo de tecnologías se destaca la seguridad de los datos y la interoperabilidad de los diferentes dispositivos.

En (Gutierrez-Ardila *et al.*, 2019) los autores presentan un sistema IoT para el auto-diagnóstico de enfermedades del corazón haciendo uso de un método probabilístico para el estudio de la dinámica cardíaca. El sistema propuesto está enmarcado en la arquitectura orientada a servicios y consta de un sensor de ritmo cardíaco bluetooth LE, el cual captura los datos y los envía en tiempo real a una aplicación móvil, la cual se encarga de visualizar los datos y calcular la probabilidad de que ritmo cardiaco tome un valor crítico previamente definido. Si bien el sistema propuesto incluye las capas de captura, almacenamiento, análisis, no presenta a nivel gráfico el comportamiento del ritmo cardíaco en tiempo real, ni tampoco toma en consideración el nivel de saturación de oxígeno como variable de estudio.

En (Chanchí et al., 2020) los autores proponen un sistema IoT para la monitorización del ritmo cardíaco en pruebas de usabilidad. El sistema propuesto por los autores, obtiene los datos ritmo cardiaco y variación del ritmo cardíaco a partir de un cinturón bluetooth y los envía a una aplicación de escritorio, la cual recibe los datos mediante un adaptador bluetooth y los almacena en una base de datos al tiempo que los visualiza gráficamente en función del tiempo. A partir de los datos capturados, el sistema determina el nivel de estrés mental del usuario en diferentes momentos de la prueba.

En (Pérez & Guerra, 2014) se presenta el desarrollo de un sistema para la captura y seguimiento remoto del ritmo cardíaco haciendo uso de la plataforma de hardware libre arduino, un sensor de ritmo cardíaco compatible con esta plataforma y un módulo de comunicación remota GSM. Mediante el módulo GSM, el sistema permite el envío de los datos de ritmo cardíaco mediante mensajes de texto a un número pre-aconfigurado. El sistema propuesto no permite el almacenamiento de los datos y por tanto la aplicación de algoritmos de análisis a las capturas realizadas.

En (Cano-Contreras *et al.*, 2017) se muestra el desarrollo de un sistema de monitoreo de la frecuencia cardíaca haciendo uso de la plataforma de hardware libre arduino. Una vez los datos son capturados mediante un sensor ubicado en el dedo o el lóbulo del paciente, se envían a la tarjeta arduino, la cual permite visualizar de manera gráfica los valores de la frecuencia cardíaca en función del tiempo. El sistema propuesto no almacena los datos capturados, ni realiza el procesamiento y análisis de los mismos.

Entre otras aplicaciones de IoT para el cuidado de la salud, se destaca la propuesta de (Juan Ramírez López et al., n.d.) quienes plantean un sistema de monitoreo de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica –EPOC mediante la medición constante de la temperatura corporal, saturación de oxígeno y frecuencia cardíaca con sensores de bajo costo para emitir alertas de prevención temprana. Por su parte, (Mendoza *et al.*, 2016) presentan una revisión de literatura orientada a aplicaciones de internet de las cosas para el cuidado de la salud en el hogar mediante el aprovechamiento de la tecnología IoT, conocida como Salud IoT.

Todos los trabajos presentados en esta sección evidencian Salud IoT como una alternativa prometedora para la industria de salud y las TIC al permitir la personalización del servicio sanitario con menores costos laborales y operacionales y facilitando la alerta temprana de alteraciones de salud en las personas.

3. Metodología

El desarrollo del presente trabajo se realizó a través de una metodología compuesta por 4 fases metodológicas: (1) exploración y selección de tecnologías, (2) diseño de la arquitectura del sistema, (3) implementación del sistema y (4) verificación del funcionamiento (ver Figura 1).

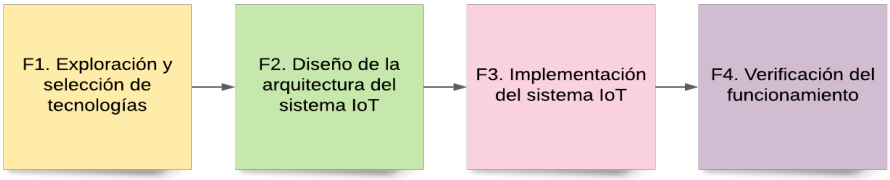


Figura 1 – Metodología

En la fase 1 se exploran y seleccionan un conjunto de tecnologías adecuadas para el diseño e implementación del sistema IoT para el seguimiento y análisis de nivel de saturación y ritmo cardíaco. En la fase 2 se define la arquitectura del sistema IoT propuesto, teniendo en cuenta las herramientas seleccionadas y las cuatro capas de la arquitectura convencional de IoT (captura, almacenamiento, análisis y visualización). En la fase 3 se realiza la implementación del sistema IoT, teniendo en cuenta la arquitectura definida en la fase 2. Finalmente, en la fase 4 se verifica el funcionamiento del sistema propuesto, mediante la simulación de diferentes valores de nivel de saturación y ritmo cardíaco.

4. Diseño e implementación del Sistema IoT

El diseño e implementación del sistema tuvo en consideración la arquitectura convencional a cuatro capas de los sistemas IoT (captura, almacenamiento, análisis y visualización) (Quiroga *et al.*, 2017).

Considerando lo anterior, en la Figura 2 se muestran los bloques funcionales que conforman el sistema IoT propuesto y su distribución dentro de las cuatro capas de la arquitectura del sistema. En la capa de captura el sistema obtiene las variables fisiológicas de interés a partir de un oxímetro comercial y las envía mediante el protocolo bluetooth a la capa de almacenamiento, en donde son recibidas de manera asincrónica y almacenadas en una base de datos por sesiones. En la capa de análisis a partir de las capturas almacenadas en la base de datos, se realiza un análisis estadístico, se aplican modelos de agrupamiento o clustering y se obtienen reportes sobre las capturas de cada sesión. Finalmente, en la capa de visualización, los datos de las variables fisiológicas obtenidas son presentadas gráficamente en tiempo real, al igual que se presentan los resultados del análisis estadístico y de la aplicación de los modelos de clustering.

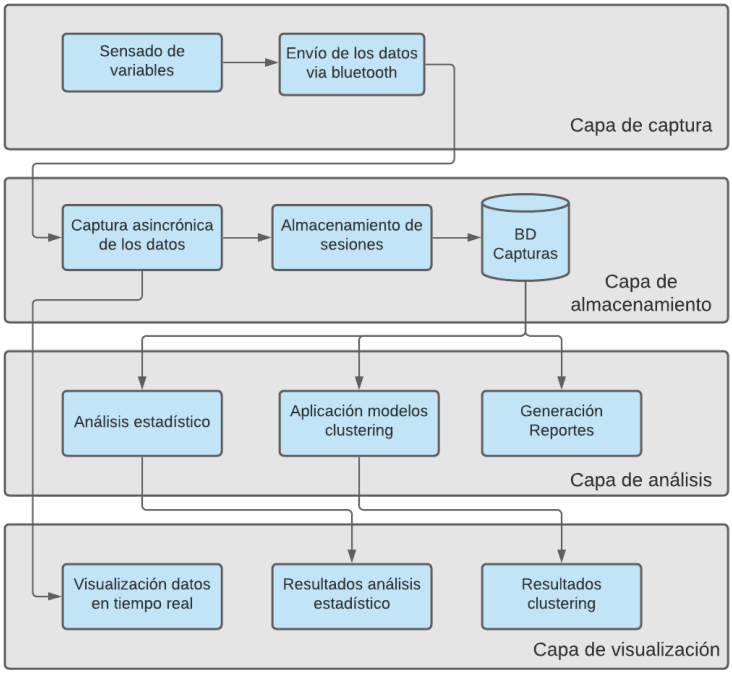


Figura 2 – Estructura funcional del sistema

A partir de las funcionalidades presentadas en la Figura 2, en la Figura 3 se describe la arquitectura del sistema IoT, en donde se distinguen las diferentes tecnologías definidas para cada una de las cuatro capas consideradas. En la capa de captura mediante el uso de un oxímetro digital comercial se capturan los datos asociados al nivel de saturación de oxígeno y ritmo cardíaco, los cuales son enviados a través del protocolo de comunicación bluetooth LE a la capa de almacenamiento. Los datos de la capa de captura son recibidos por una aplicación de escritorio desarrollada en Java y almacenados mediante un id de sesión en la base de datos no relacional jsondb, la cual permite la representación de objetos como mensajes JSON. Para la recepción de los datos, la herramienta Java usa en segundo plano un script de Python, el cual haciendo uso de la librería Bleak de Python permite la conexión asincrónica a los servicios y características del dispositivo bluetooth. En la capa de análisis mediante el histórico de los datos almacenados en la base de datos jsondb es posible realizar un análisis estadístico básico (promedio, desviación estándar, valores máximos y mínimos) y aplicar modelos de aprendizaje no supervisado aprovechando las ventajas provistas por la librería weka. Los modelos de aprendizaje supervisado permiten la obtención de centroides alrededor de los cuales se concentran los datos capturados. Finalmente, en la capa de visualización se presentan tanto los datos en tiempo real, como los resultados estadísticos y de los modelos de análisis aplicados. Las gráficas presentadas dentro de la capa de visualización son generadas mediante el uso de la librería JFreechart de Java.

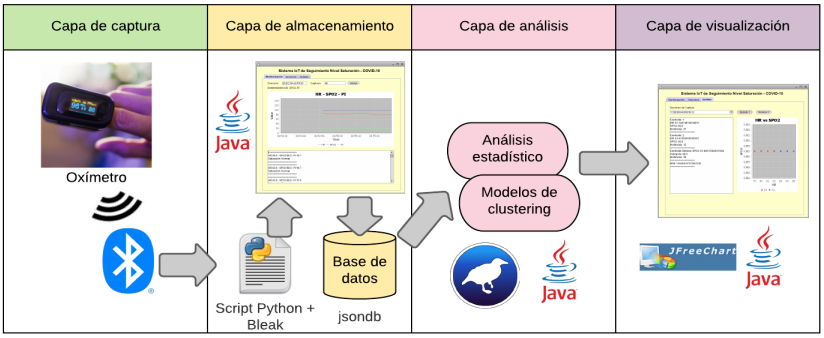


Figura 3 – Arquitectura del sistema

Teniendo en cuenta la arquitectura del sistema IoT presentada en la Figura 3, en la Figura 4 se muestra la interfaz principal del sistema construido en el lenguaje Java, la cual está conformada por tres pestañas a saber: "Monitorización", "Sesiones" y "Análisis". En la pestaña de Monitorización el paciente debe especificar la dirección o identificador bluetooth del dispositivo, así como el número de capturas que se desean obtener, las cuales al ser asincrónicas pueden tener una duración mayor o igual a un segundo. De este modo, al presionar el botón "Iniciar" se establece la conexión asincrónica con el oxímetro mediante el uso de un script de Python en segundo plano el cual aprovecha las ventajas de la librería Bleak. Una vez se establece la conexión con el dispositivo, los datos del nivel de saturación (SPO2), ritmo cardíaco (HR) y el índice de perfusión (PI) son presentados a nivel numérico y gráfico en la pestaña de "Monitorización", así como almacenados en la base de datos no relacional dbjson. De este modo, la curva azul corresponde al nivel de saturación, la curva roja corresponde al ritmo cardíaco y la curva verde está asociada al índice de perfusión. Cabe resaltar que en lo referente al nivel de saturación las capturas son clasificadas a medida que son recibidas en dos posibles niveles "Normal" (>=94) y "Anormal" (<94), de acuerdo a los umbrales establecidos por los médicos.

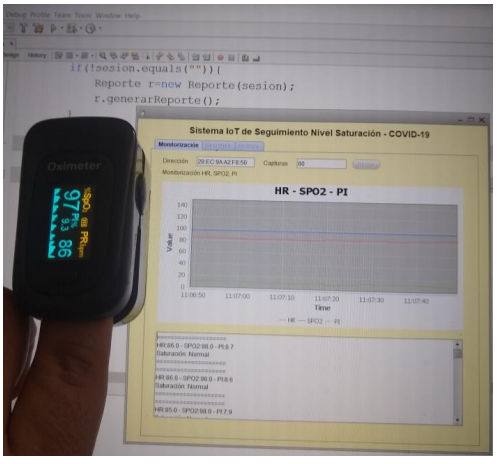


Figura 4 – Pestaña de monitorización

En la Figura 5 se presenta la pestaña “Sesiones” del sistema IoT, dentro de la cual se listan las diferentes sesiones históricas de captura, de tal modo que al presionar el botón “Consultar” es posible obtener de cada sesión: el promedio y la desviación estándar del nivel de saturación, ritmo cardíaco e índice de perfusión, así como el valor mínimo y máximo del nivel de saturación obtenidos dentro de la sesión de captura. Del mismo modo, en la pestaña “Captura” se obtiene un diagrama de barras que representa los valores promedio del SPO2, el HR y el PI. Además de lo anterior, en esta pestaña es posible generar un reporte .csv con las capturas de la sesión seleccionada. A modo de ejemplo, en la sesión de captura consultada en la Figura 5 y correspondiente a un paciente sano se obtiene como promedio del SPO2, HR y PI los valores respectivos de 98.0, 78.06 y 19.27. De la misma forma tanto el valor máximo como mínimo del SPO2 es de 98, lo cual corresponde con la desviación estándar 0 obtenida para el SPO2.

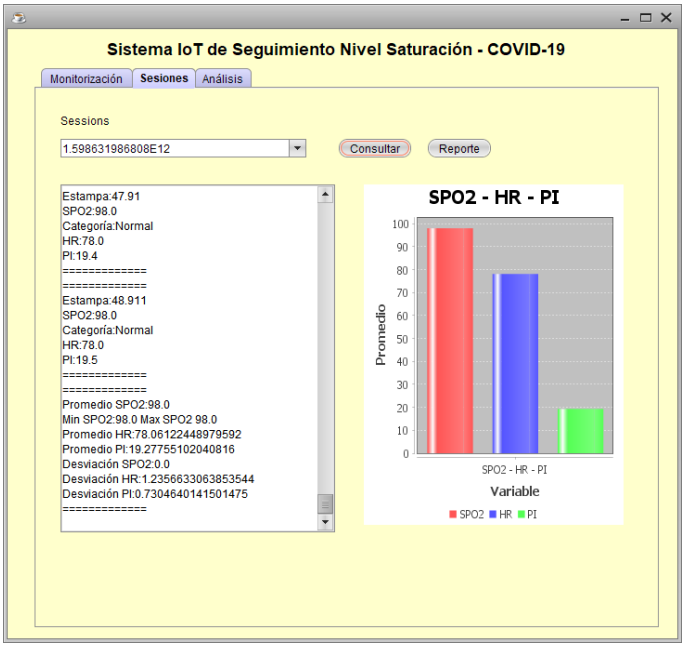


Figura 5 – Pestaña de sesiones del sistema

Finalmente, en la Figura 6 se presenta la pestaña de “Análisis” del sistema IoT, en donde se muestran los resultados matemáticos y gráficos de aplicar el algoritmo de clustering K-Means sobre los datos de una sesión de captura previamente seleccionada. El algoritmo K-Means permite el agrupamiento de los datos en un número predefinido de conjuntos, así como el centroide asociado a cada conjunto, alrededor del cual se concentran los datos de cada grupo. Para el caso del presente sistema se definieron dos modelos de clustering con dos clusters por defecto, el primer modelo relaciona el SPO2 y el HR, mientras que el segundo modelo relaciona el SPO2 y la categoría del SPO2 (Normal o

Anormal). A modo de ejemplo en la Figura 6 se muestran los resultados de aplicar el modelo de clustering 1 sobre las 49 capturas correspondientes a la sesión de ejemplo presentada en la Figura 5. De esta manera, se obtienen dos clusters con los siguientes centroides alrededor de los cuales se concentran los datos en cada grupo: C1={HR=77.51, SPO2=98} con 37 capturas asociadas y C2 = {HR=79.75, SPO2=98} con 12 instancias asociadas. Así mismo, se obtiene como centroide general de todos los datos de la sesión de ejemplo: Cgeneral={HR=78.06, SPO2=98}. Los dos clusters con centroides C1 y C2 son presentados en la gráfica de la pestaña "Análisis" en color rojo y azul.

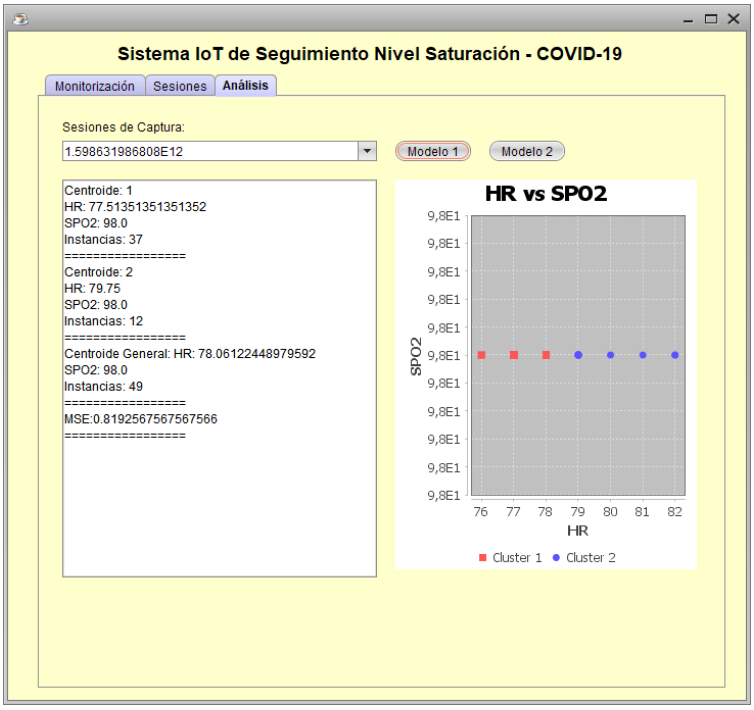


Figura 6 – Pestaña de análisis del sistema

5. Resultados preliminares

Con el fin de verificar el funcionamiento y utilidad del sistema propuesto de manera más clara y considerando que en un paciente sano el valor del SPO2 varia poco, se modificó para el ejemplo presentado en esta sección el script de Python encargado de la recepción y comunicación de los datos, de tal manera que se reste de manera aleatoria a las capturas reales un valor comprendido entre 0 y 10 al SPO2 y al HR. Así, se realizó una sesión real con 100 capturas a las cuales se restó un valor aleatorio obteniendo la gráfica de seguimiento mostrada en la Figura 7. En esta Figura es posible apreciar que a partir de la modificación realizada al script de captura se obtienen valores simulados

de categoría “Anormal”, lo que permitirá mostrar la utilidad de los modelos de análisis del sistema.

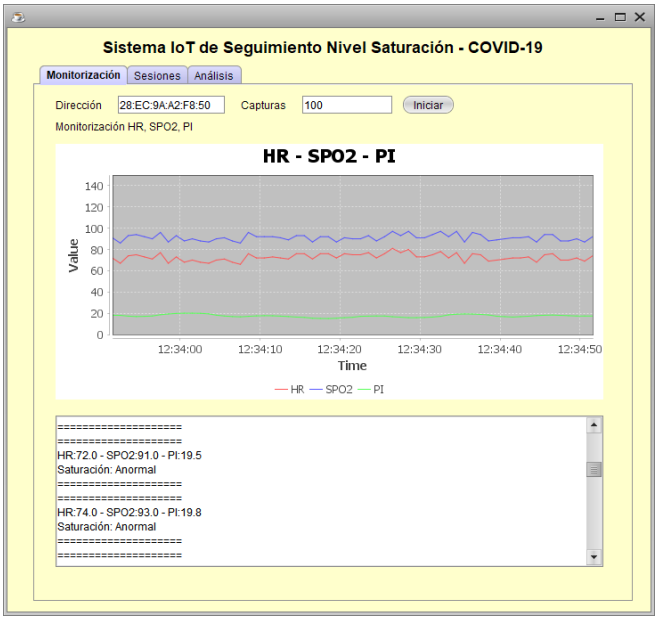


Figura 7 – Gráfica de seguimiento del ejemplo de verificación

A partir de los datos capturados en el ejemplo de verificación se obtienen los resultados estadísticos presentados en la Figura 8. Se puede apreciar que para las capturas del ejemplo de verificación se obtiene que el promedio del SPO2 es de 91.44, con un valor mínimo de 86, un valor máximo de 97 y una desviación estándar de 2.98. El valor promedio de SPO2 indicaría que el paciente tiene alta probabilidad de tener coronavirus. En lo referente a los valores de HR se obtuvo como promedio un valor de 73.57 con una desviación estándar de 3.72. De otra parte, en la Figura 9 se presentan los resultados de la aplicación del modelo de clustering 1 sobre los datos de la sesión de ejemplo.

En la Figura 9 se observa que se obtienen dos clusters sobre los datos de la sesión, cada uno con un centroide propio: C1 y C2. De este modo como centroide del cluster 1 se obtiene: C1={HR=70.79, SPO2=89.17}, con un total de 53 capturas agrupadas, mientras que como centroide del cluster 2 se obtiene C2={HR=76.70, SPO2=94} con un total de 47 capturas. Del mismo modo, el centroide general del conjunto de datos es: Cgeneral={HR=73.57, SPO2=91.44}. Lo anterior se puede apreciar de mejor forma en la gráfica de la derecha donde se muestra en color rojo las capturas pertenecientes al cluster 1 y en color azul las gráficas correspondientes al cluster 2.

Finalmente, en lo referente al modelo de clustering que relaciona el SPO2 con la categoría correspondiente de acuerdo al umbral, se obtienen los resultados presentados en la Figura 10.

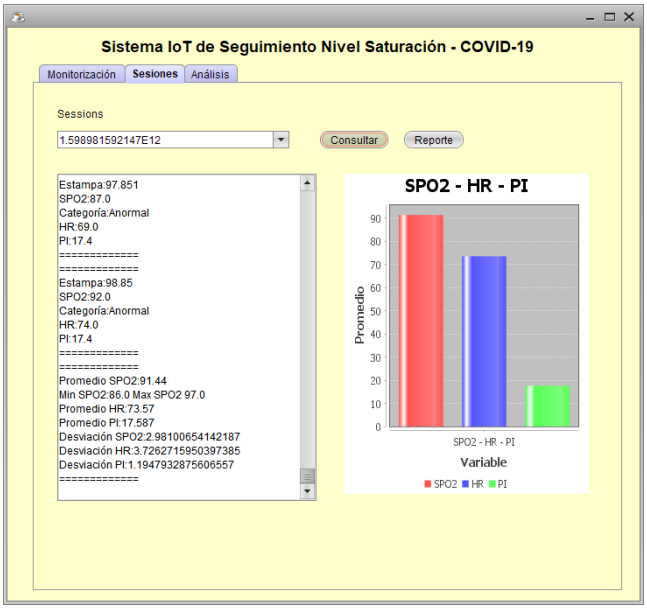


Figura 8 – Resultados análisis estadístico

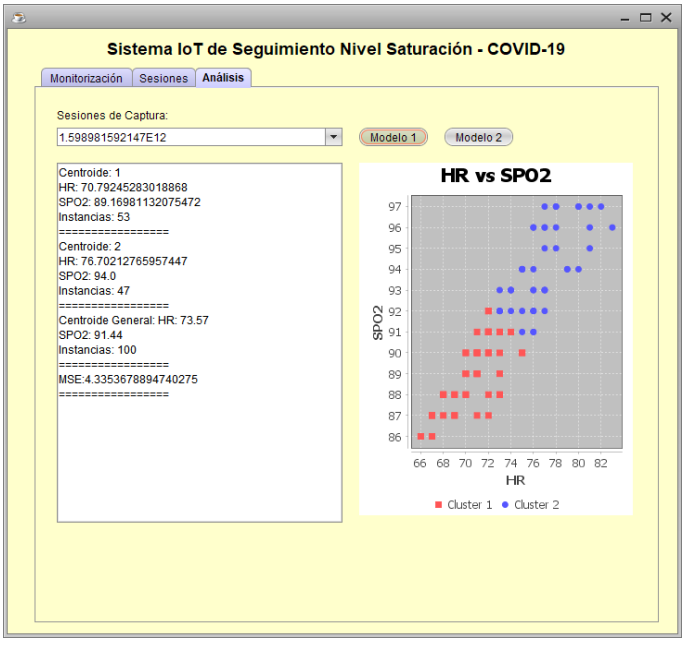


Figura 9 – Resultados modelo de clustering 1

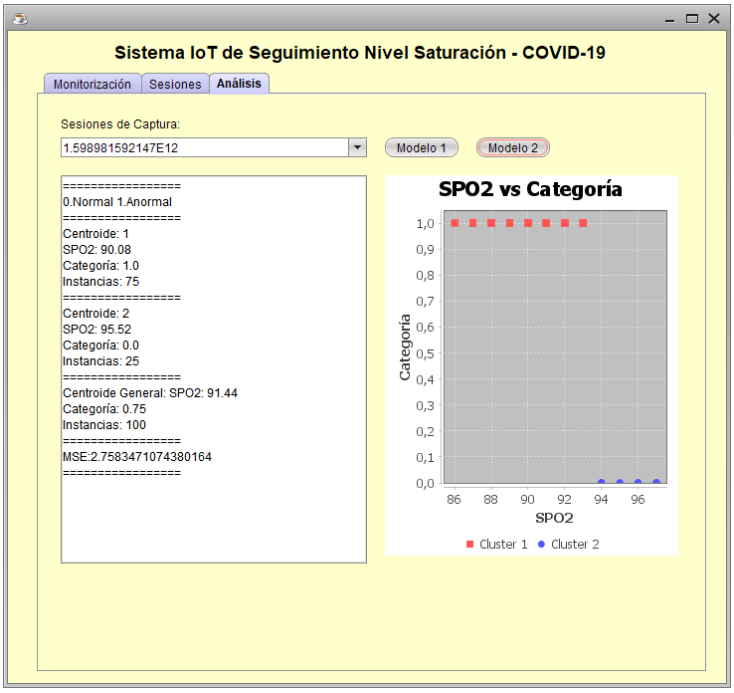


Figura 10 – Resultados modelo de clustering 2

En esta Figura se pueden apreciar dos centroides: C1 y C2 asociados de manera respectiva a los dos grupos predefinidos en el modelo de clustering 2. En el caso del primer centroide, C1 C1={SPO2=98.08, Categoría=1 (Anormal) }, con un total de 75 instancias, mientras que en el caso del segundo centroide, C2={SPO2=95.52, Categoría=0 (Normal)} con un total de 15 instancias. Lo anterior permite concluir que el 75% de las capturas están concentradas alrededor de un valor de SOP2 anormal por lo cual el paciente tiene una probabilidad alta de portar el virus COVID-19.

6. Conclusiones y Trabajos Futuro

En este artículo se presenta como aporte un sistema IoT para el seguimiento y análisis del nivel de saturación de oxígeno y ritmo cardíaco para la detección temprana del COVID-19 en el hogar. Este sistema obtiene los datos de estas variables a partir de un oxímetro digital, los almacena y analiza mediante algoritmos de aprendizaje no supervisado para evaluar si las capturas superan los niveles de umbral de saturación definidos como síntomas del COVID-19.

El sistema propuesto en este artículo pretende servir de apoyo en cuanto a la identificación temprana y diagnóstico preliminar desde casa del coronavirus COVID-19, de cara a la mitigación en cuanto al número de víctimas y nivel de ocupación de la red hospitalaria. Lo anterior se articula con la tendencia en el sistema de salud relacionada

con la asistencia médica desde el hogar, aspecto que se ha venido dinamizando gracias a las ventajas provistas por IoT.

A nivel tecnológico, el sistema propuesto presenta como ventaja el aprovechamiento de los datos proporcionados por dispositivos comerciales IoT, para lo cual la librería Bleak de Python juega un papel importante en la conexión a los servicios y características de cada dispositivo, así como la lectura de la trama de datos transmitida vía bluetooth. Del mismo modo el sistema propuesto posibilita el almacenamiento en una base de datos no relacional y el análisis de las capturas haciendo uso de los algoritmos de aprendizaje supervisados, aprovechando las ventajas de la librería weka de Java. Estos algoritmos permiten obtener información de valor agregado sobre los datos capturados en una determinada sesión.

A partir de la arquitectura IoT definida para el sistema presentado en este artículo es posible el diseño e implementación de sistemas de monitorización y análisis en otros contextos de aplicación, los cuales aprovechen las ventajas de dispositivos tanto comerciales como académicos, así como las tecnologías seleccionadas para el almacenamiento y análisis de los datos realizados.

Como trabajo futuro derivado de la presente investigación, se pretende vincular al sistema propuesto otras variables fisiológicas de interés como la temperatura corporal y realizar pruebas formales en una muestra de pacientes en asocio con médicos encargados del diagnóstico y tratamiento del COVID-19.

Referencias

Barrio, M. (2018). *Internet de las cosas*. Editorial Reus.

Cano-Contreras, M., Andrade-Ceballos, G., Vargas-Cano, P., & Villanueva-Pérez, N. (2017). Medidor de ritmo cardiaco de bajo costo basado en Arduino. In *Artículo Revista de Tecnologías en procesos Industriales Diciembre* (Vol. 1, Issue 1). www.ecorfan.org/taiwan

Chanchí, G. E., Ospina, M. A., & Pérez, J. L. (2020). Sistema IoT para la monitorización de la variabilidad del ritmo cardiaco en pruebas de usabilidad. *Revista ESPACIOS*, *41*(25). https://www.revistaespacios.com/a20v41n25/20412507.html

Delgado, D., Girón, D., Chanchí, G., Márceles, K., & Dionizio, S. (2019). Sistema para la Detección y Seguimiento de Afecciones Cardíacas Soportado en SBC. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, *E17*, 717–728.

Gutierrez-Ardila, C., Cubillos-Calvachi, J., Piedrahita-Gonzalez, J., Montenegro-Marín, C., & Gaona-García, P. (2019). Sistema IOT para el auto-diagnóstico de enfermedades del corazón usando la evaluación matemática de la dinámica cardiaca basada en la teoría de la probabilidad. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, *E17*, 1–10.

Juan Ramírez López, L., Fernando Marín López, A., Rodríguez García, A., & Poder Aéreo, C. Y. (n.d.). Internet of thIngs In healthcare: case In chronIc obstructIve Pulmonary DIsease 2 a aPlIcação Da Internet Das coIsas na saúDe: no caso na Doença Pulmonar obstrutIva crônIca 3. *Publicacionesfac.Com*. https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.589

Mendoza, P. S., Hernández, K. Á., Núñez, C. V., & Molinares, D. J. (2016). Internet de las cosas y la salud centrada en el hogar. In *Salud Uninorte* (Vol. 32, Issue 2, pp. 337–351). Universidad del Norte. https://doi.org/10.14482/sun.32.2.8954

Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). *Minsalud adoptará modelo de atención domiciliaria para pacientes con COVID-19*. Ministerio de Salud y Protección Social. https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Minsalud-disena-modelo-de-atencion-domiciliaria-para-pacientes-con-COVID-19-.aspx

Pérez, A., & Guerra, J. L. (2014). Implementación de un módulo de consulta y medición de ritmo cardiaco con envío de datos GSM usando Open Hardware. *XXI Congreso Internacional de Ingenieria Electronica, Electrica y Computacion - INTERCON 2014*.

Quiroga, E., Jaramillo, S., Campo, W., & Chanchí, G. (2017). Propuesta de una Arquitectura para Agricultura de Precisión Soportada en IoT Proposal of an Architecture for Precision Agriculture Supported in IoT. *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, *24*, 39–56. https://doi.org/10.17013/risti.24.39-56

Saito, S., Tanobe, K., Yamada, M., & Nishihara, F. (2005). Relationship between arterial oxygen saturation and heart rate variability at high altitudes. *American Journal of Emergency Medicine*, *23*(1), 8–12. https://doi.org/10.1016/j.ajem.2004.09.023

Singh, R. P., Javaid, M., Haleem, A., & Suman, R. (2020). Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, *14*(4), 521–524. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.041

Zhang, C. (2020). Design and application of fog computing and Internet of Things service platform for smart city. *Future Generation Computer Systems*, *112*, 630–640. https://doi.org/10.1016/j.future.2020.06.016

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 29/10/2020
Aceitação/Acceptance: 03/12/2020

Perspetivas sobre o *e-Government* em Portugal: Um Estudo Qualitativo

Adriana Zoqui de Freitas Cayres Nishimura[1], Manuel Au-Yong-Oliveira[2]

adriana.nishimura@ua.pt; mao@ua.pt

[1] Doutoranda em Ciências Económicas e Empresarias, Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal

[2] GOVCOPP, Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal

Pages: 286-304

Resumo: O governo eletrónico, ou *e-Government (e-Gov)*, consiste no desenvolvimento e utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para aproximar o Estado, as empresas e os cidadãos. Tem como objetivo principal a modernização e a simplificação da Administração Pública, ao promover a digitalização dos serviços públicos, resultando numa maior eficiência e eficácia na aplicação dos recursos. A literatura indica que o *e-Gov* em Portugal já atingiu um estágio avançado de implementação, apesar de encontrar ainda alguns desafios, como a questão da interoperabilidade. Este estudo, de abordagem qualitativa, propõe contribuir com a análise das perspetivas de alguns especialistas e gestores públicos acerca do *e-Gov* em Portugal. Os dados foram recolhidos com a técnica de *focus group* (com cinco participantes) e entrevistas presenciais (total de nove), e foi aplicada análise de conteúdo ao material transcrito. Este estudo confirma a literatura – o *e-Gov* de Portugal protagoniza um papel de destaque a nível internacional e atingiu um grau transacional de maturidade avançado (a caminho de se consolidar no estágio 4 de 5 possíveis - no modelo da ONU - com muitos serviços já realizados online e com interações entre os serviços e os cidadãos). No entanto, há lacunas de interoperabilidade (os sistemas públicos devem intercomunicar e partilhar dados de forma mais eficaz), resolúvel porventura somente com uma mudança cultural profunda; e é preciso aumentar a literacia digital da população, sobretudo da mais envelhecida.

Palavras-chave: Governo Eletrónico; Serviços Públicos Eletrónicos; Portugal; Maturidade; Interoperabilidade.

Perspectives on e-Government in Portugal: A Qualitative Study

Abstract: E-Government (e-Gov) consists in the development and use of Information and Communication Technologies (ICT) to bring the government, companies and citizens closer together. e-Gov aims at the modernization and simplification of Public Administration, by promoting the digitalization of public services, which results in a better efficiency and effectiveness in the application

of resources. The literature indicates that e-Gov in Portugal has already reached an advanced state of implementation, despite still facing some challenges, such as the issue of interoperability. This study, based on a qualitative approach, proposes to contribute to the analysis of the perspectives of some specialists and public managers about e-Gov in Portugal. The data was collected via a focus group (five participants) and nine face-to-face interviews, and content analysis was applied to the transcribed material. This study confirms the literature – Portugal's e-Gov plays a prominent role at the international level, having achieved an advanced transactional degree of maturity (consolidating stage 4 of 5 possible stages – in the UN model – with many services available online and there being an interaction between those services and citizens). Albeit, e-Gov in Portugal still faces interoperability gaps (public systems need to communicate and share data more effectively), a solution to which will involve profound culture change; and a low digital literacy rate, especially amongst the more elderly.

Keywords: e-Government; Online Public Services; Portugal; Maturity; interoperability.

1. Introdução

A Sociedade da Informação baseia-se nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que envolvem a aquisição, o armazenamento, o processamento e a distribuição da informação por meios eletrónicos (Gouveia, 2009). O Governo Eletrónico (também conhecido por *e-Government*) utiliza os recursos de TIC para a obtenção de ganhos de eficiência e eficácia nos vários níveis do Estado e da Administração Pública, bem como facultar serviços públicos menos burocratizados e mais centrados nos cidadãos, através da modernização das estruturas de governação (Alves e Moreira, 2004; Fernandes, 2007; Kumar et al; Santos et al, 2013).

A governação eletrónica (*e-Governance*) permite aos Estados compor novos relacionamentos de proximidade com os cidadãos. De acordo com Gouveia (2009), citando Okot-Uma (2001), existem condições para a boa governação tirando partido da governação eletrónica (*e-Governance*). O novo paradigma associado com a Administração Pública enfatiza o desenvolvimento de serviços de qualidade, e defende uma crescente autonomia da gestão; reconhecendo a importância dos recursos humanos e tecnológicos para o aumento dos níveis de desempenho dos serviços.

O desenvolvimento das TIC em Portugal para a modernização da Administração Pública (AP) teve início na década de 1980, e foi acompanhado pelos esforços realizados para a construção da Sociedade da Informação e do Conhecimento, cujo marco legal foi o Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal, de 1997. (Gouveia, 2009). Desde então, houve uma crescente evolução das TIC e dos instrumentos de *e-Government,* dinamizada por políticas da União Europeia para a digitalização das administrações públicas dos Estados-Membros (Marques, 2016).

O relatório "*e-Government Benchmark*" (Comissão Europeia, 2019) avalia os progressos em fatores chaves do Plano de Ação do *e-Government* 2016-2020, a declaração de Tallinn (assinada em outubro de 2017, na Estónia, a Declaração de Tallinn sobre Governo Eletrónico marca um novo compromisso político dos Estados-Membros da União Europeia para garantir serviços públicos digitais transfronteiriços e de alta qualidade, para os cidadãos e empresas

(AMA, 2020)) e o acompanhamento do Mercado Único Digital Europeu. A última edição do relatório (2019) apresenta os avanços dos países da UE 28+ nas práticas de *e-Government*. Em termos do avanço da sua implementação, os países que apresentam os melhores índices são Malta, Estónia e Áustria, e países situados no leste europeu no geral ficam abaixo da média da UE 28, de 65%. A média geral de Portugal ronda os 75%. Em termos de disponibilização de serviços *online*, Portugal assume a segunda posição da UE, com um score de 99%, só ficando atrás de Malta.

Por sua vez, a performance do *e-Government* (*e-Gov*) é medida por dois indicadores: digitalização (nível de digitalização dos serviços e infraestruturas tecnológicas) e penetração (nível de utilização dos serviços *online*). Para os países da UE 28+, Portugal situa-se entre os países em expansão, pois apresenta um nível relativamente alto de digitalização (80%), combinado com uma penetração média (53%).

Segundo o relatório da Comissão Europeia (2019), Portugal pode ser considerado um bom exemplo de práticas de *e-Gov* no contexto europeu, ao apresentar um desempenho acima do expectável. O ponto crítico de Portugal aparece como o baixo nível de competências digitais na população.

A proposta deste estudo, de abordagem qualitativa, consiste em debater o desempenho do governo eletrónico de Portugal, e o grau de avanço registado, assim como os desafios ainda existentes, sob a perspetiva de alguns especialistas da área e gestores públicos. Os dados foram recolhidos com técnicas de *focus group* e entrevistas presenciais em profundidade, realizados no período de abril a dezembro de 2019. Para o tratamento dos dados, foi aplicada a técnica de análise de conteúdo.

O seguimento deste trabalho é organizado nas seguintes secções: na secção 2 é apresentada a revisão de literatura sobre a implementação e a maturidade do governo eletrónico em Portugal; a secção 3 apresenta a metodologia utilizada para o estudo; na secção 4 são demonstrados os resultados empíricos; na secção 5 são discutidos estes resultados; as conclusões gerais, as implicações e limitações do estudo e futuras linhas de investigação são apresentados na secção 6.

2. Implementação e atual estágio de maturidade do governo eletrónico em Portugal

Santos et al. (2013) referem que o governo eletrónico tem como finalidade reestruturar a organização da Administração Pública, ao adotar mecanismos que facilitem a comunicação entre os diversos organismos, simplificando, assim, os processos. Para Gouveia (2009), o *e-Gov* é um facilitador da gestão do tempo e um indutor de respostas das organizações. Exerce um papel de liderança e regulação das práticas de base digital, que fomentam o acesso e a disponibilidade de informação agregada. Nas várias dimensões do *e-Gov*, inclui-se a *e-participação*, uma das áreas de maior impacto, ao permitir a reinvenção da recolha de opinião pública e da vontade popular.

Para Alves e Moreira (2004), o papel dos agentes públicos é fundamental para a implementação e funcionamento do governo eletrónico, exigindo-se destes formação e qualificação adequada nos sistemas da Administração Pública. Somam-se a este desafio

as resistências institucionais das repartições, problemas de segurança e o esforço para a inovação tecnológica.

Segundo a ONU, a implantação do governo eletrónico compreende os seguintes estágios (Aquino, 2015):

> Estágio I – Surgimento – Lançamento de *websites* oficiais de órgãos públicos contendo informações básicas e estática, *links* e pouca interação.
>
> Estágio II – Aprimoramento – Governos apresentam mais informações sobre políticas públicas e governança. Apresentação de *links* com arquivos acessíveis aos cidadãos, tais como atas, leis, boletins e regulações.
>
> Estágio III – Interação – Governos disponibilizam serviços *online* como o *download* de formulários e a impressão de faturas referentes a pagamentos. Para além disso, portais incluem ainda serviços de conveniência para os cidadãos.
>
> Estágio IV – Transação – Governos começam a transformar-se por meio da introdução de mecanismos de interação entre os cidadãos e o governo. Todas as transações de serviços passam a ser realizadas *online*.
>
> Estágio V – Conexão – Governos tornam-se entidades conectadas que respondem às necessidades e exigências dos cidadãos por meio de um escritório de desenvolvimento integrado. Para além disso, a participação *online* e o *engagement* dos cidadãos são estimulados pelos governos no processo de tomada de decisões.

Batista (2017) refere a importância da maturidade do governo eletrónico para a avaliação dos portais governamentais, e na sua tese de doutoramento, mapeou 32 modelos de maturidade de *e-Gov* referenciados na literatura. Segundo a autora, apesar dos modelos estudados apresentarem adaptações ao contexto em que foram aplicados, a nomenclatura utilizada para classificar as fases de maturidade do *e-Gov* são bem semelhantes, e tendem a seguir uma ordem crescente de desenvolvimento tecnológico para a sua instrumentalização: começam pela interação com o cidadão, passam pela transação de serviços seguros, pela integração vertical e horizontal na perspetiva da interoperabilidade e, na sua generalidade, culminam com a oferta de ferramentas de participação eletrónica (*e-participação*).

Dias e Gomes (2014) realizaram uma investigação, em 2013, para analisar o estágio de maturidade de todos os 308 municípios portugueses em termos de governo eletrónico local, replicando um estudo anterior de 2010, a fim de se obterem resultados comparativos e longitudinais. O modelo utilizado na pesquisa é tridimensional, e avalia o acesso à informação sobre os órgãos públicos, os serviços eletrónicos prestados pelos municípios, e a participação da comunidade em decisões públicas.

Os resultados da investigação de Dias e Gomes (2014) indicam que os municípios continuaram a desenvolver facilidades mais simples, como a publicação de documentos *online*, páginas pesquisáveis, informações sobre serviços, a receção de reclamações e sugestões, deixando de lado outras mais complexas, como a consulta sobre os serviços prestados, a submissão de formulários pela internet (transações *online* completas, com o *upload* de documentos) ou que possam ter mais implicações políticas ou administrativas (por exemplo, pesquisas de opinião, discussão pública e participação orçamentária).

No estudo de Dias e Gomes (2014), no que diz respeito à evolução do governo eletrónico local, observou-se em Portugal que, embora haja melhorias notáveis em todas as dimensões (entre 26% e 36% dos municípios melhoraram os seus resultados), entre 22% e 32% dos municípios pioraram os seus resultados. Os melhores resultados, considerando todas as dimensões, foram obtidos pela região de Aveiro, com uma média de 7,3, num *score* de 0 a 10 pontos. Os piores resultados foram obtidos pela região do Baixo Alentejo, com uma média de 3,92.

A Universidade do Minho desde 1999 que publica uma série de estudos bianuais intitulados: "Presença na Internet das Câmaras Municipais Portuguesas: Estudo sobre Local *e-Government* em Portugal"; com o objetivo de fornecer um retrato da maturidade e sofisticação dos sítios Web das 308 Câmaras Municipais portuguesas relativamente aos conteúdos disponibilizados, eficiência temporal com que são disponibilizados, à facilidade da sua navegação e ao nível da participação com os munícipes (Soares et al., 2019a). Na última edição, de 2019, o *score* geral do índice da Presença na Internet das Câmaras Municipais - i_{pic} foi de 0,427, numa variação de 0 a 1, sendo assim ligeiramente inferior que a edição anterior, de 0,439. 49% dos municípios atingiram um score igual ou superior à média, mantendo a percentagem da avaliação anterior. O critério cuja média apresenta maior pontuação é o tipo e atualização dos conteúdos (0,652, com 53% dos municípios acima da média), e a menor pontuação é a participação (0,252, com 46% dos municípios acima da média). O município que apresentou a maior pontuação no *ranking* global foi Vila Nova de Cerveira (distrito de Viana do Castelo), e a menor pontuação, Lages do Pico (Região Autónoma dos Açores).

Numa análise regional do estudo, pelo critério Ilhas-Litoral-Interior (ILI), manteve-se o padrão das edições anteriores do estudo, sendo que o maior *score* é atingido pelo litoral, e o menor, pelas ilhas. Pelo critério NUTS II (Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos, NUTS II refere-se à classificação em sete regiões distintas de Portugal – cinco regiões no Continente e duas nas Regiões Autónomas), a Área Metropolitana de Lisboa atingiu o maior *score*, seguida pela região Norte, e apenas estas apresentam pontuação acima da média das regiões. A região autónoma dos Açores apresentou o menor *score*. Por fim, numa análise segmentada por distritos, o valor médio mais elevado é o de Viana do Castelo, seguido pelo Porto, e o que apresenta o valor médio mais baixo é o dos Açores.

Num outro estudo do mesmo grupo, que mapeia a caracterização dos trabalhadores em funções públicas em TIC/Informática de 139 câmaras municipais portuguesas (Soares et al., 2019b), observa-se uma elevada qualificação dos responsáveis por TIC nas autarquias (76% tem formação académica superior, e destes, 74% na área de informática, tecnologias e sistemas de informação), e uma predominância de trabalhadores do género masculino (85%). A faixa etária que prevalece é entre os 40 e 49 anos (47%), seguida pela faixa entre os 50 e 59 anos (26%). Apenas 2% dos trabalhadores tem idade inferior a 30 anos. O tempo médio de serviço dos trabalhadores nas câmaras é de 16 anos. Os autores do estudo concluem que as câmaras municipais já reconhecem e atribuem alguma importância à função TIC/Informática, mas também revelam espaços para melhoria, como, por exemplo, a necessidade de reforço e renovação de equipas, a divulgação das ferramentas e serviços já existentes, e a criação de redes para a partilha de práticas e experiências.

De acordo com Madureira e Asensio (2019) os resultados dos *benchmarks* realizados no âmbito do *e-Government* apontam que Portugal está entre os países com maior oferta de serviços públicos *online* na União Europeia. Estes autores referem que as medidas de modernização

administrativa implementadas com o projeto SIMPLEX+ 2016 reduziram mais de 490.000 horas de trabalho por ano e foram responsáveis por uma poupança anual de 624 milhões de euros por parte das empresas nacionais, o que sugere a eficiência do Programa. A metodologia de avalição do SIMPLEX engloba quatro avaliações: 1) a avaliação geral do programa, 2) a avaliação medida a medida, 3) a avaliação pelos utilizadores e 4) a avaliação por entidades externas. O que distingue positivamente o SIMPLEX da maioria das políticas públicas e programas de modernização, é que os outros programas apresentam um défice de monitoração e de avaliação rigorosas (Madureira e Asensio, 2019).

Em novembro de 2018, Portugal formalizou a sua entrada no D9, um grupo de países caracterizados pelos avanços na área dos serviços públicos eletrónicos, uma "espécie de G7 para o governo digital". O D9 tem a finalidade de partilhar as boas práticas em termos de governo digital, como a interoperabilidade, as políticas inovadoras, e os projetos de inteligência artificial na administração pública (InCODE.2030, 2018).

De dois em dois anos, a ONU (2020) publica um *ranking* dos 193 Estados-Membros em termos de *e-Gov*, que abrange a gama e a qualidade dos serviços *online*, as infraestruturas de TIC, assim como a e-participação. O índice utilizado é o EGDI - *E-Government Development Index,* cujo *score* varia entre 0 e 1. As cinco regiões do mundo (África, Américas, Ásia, Europa e Oceania) apresentaram um EGDI superior ao da pesquisa de 2018, sendo que a Europa permanece na liderança, com 58% dos países a apresentarem um EGDI muito alto. O EGDI de Portugal foi de 0,8255, colocando-o no grupo de países com EGDI muito altos, e atribuindo-lhe a 35a posição do *ranking* mundial. No entanto, na pesquisa anterior, de 2018, Portugal ocupava a 29ª colocação do *ranking* (significando que piorou, para 2020). O primeiro colocado foi a Dinamarca, com 0,9758. Quanto ao índice de e-participação, Portugal atingiu o *score* 0,8214, o que o coloca na 41ª posição do *ranking*. Neste quesito a Estónia aparece como líder, atingindo a pontuação máxima, de 1,000.

Destaca-se que a sede está em Portugal, da Unidade Operacional em Governação Eletrónica da Universidade das Nações Unidas (UNU-EGOV), entidade dedicada à investigação e ao ensino no domínio da governação eletrónica.

3. Metodologia

Este trabalho, de abordagem qualitativa, é fruto dos resultados parciais de um projeto de investigação do programa doutoral em Ciências Económicas e Empresariais da Universidade de Aveiro. As técnicas de recolha de dados utilizadas, complementares (Saunders et al., 2016), consistiram na realização de um *focus group* realizado em Espanha (foi em Espanha por uma questão de comodidade e a pedido dos participantes, que se juntaram por essa altura numa conferência internacional, na área das tecnologias, um tema de interesse mútuo que partilhavam), em abril de 2019, com cinco participantes (com a duração de duas horas); e a realização de nove entrevistas presenciais (com a duração média de uma hora), no período de outubro a dezembro de 2019. O guião de entrevista foi previamente elaborado, de acordo com uma revisão da literatura e tendo em vista os objetivos da investigação. De referir que o guião era muito semelhante, tanto para as entrevistas como para o *focus group*. O objetivo de implementar dois métodos de recolha de dados primários foi o de facilitar e diversificar

(Saunders et al., 2016) a descoberta de novas perspetivas para, depois, se proceder a pesquisa subsequente, de cariz quantitativa (Bryman e Bell, 2015). Usar mais que um método de pesquisa tem também a vantagem de poder aumentar o grau de confiança nos resultados, possibilitando uma melhor clarificação e confirmação de significados encontrados, ao mesmo tempo que se procede à triangulação do material recolhido (Saunders, 2016). Esta pesquisa qualitativa tem, então, um caráter exploratório (Bryman e Bell, 2015). A questão principal do guião foi: "Qual a sua perceção do Governo Eletrónico em Portugal?". As respostas a esta pergunta, formuladas tanto pelos participantes do *focus group* como pelos entrevistados, norteiam o objeto do estudo em questão.

As amostras dos participantes foram essencialmente *purposive samples*. Foram selecionados participantes com conhecimentos específicos e relevantes sobre o tema, quer pela sua formação académica, quer pela sua experiência profissional (Marshall, 1996). É importante, dada a especificidade do tema, que os participantes tenham competências para responderem às questões de pesquisa com juízo crítico, ao que Marshall (1996) denomina de *judgement sample* e de *critical case sample*.

O tamanho da amostra na pesquisa qualitativa é importante (Remenyi, 2013), e deverão ser realizadas entrevistas até haver uma saturação dos dados. Isto pode acontecer ao fim de 15 entrevistas, segundo Marshall (1996). Para este estudo, no entanto, o grau de saturação do tema foi essencialmente atingido ao fim das nove entrevistas, o que pode ser observado com a repetição sistemática de ideias nas entrevistas.

As sessões do *focus group* e as entrevistas presenciais foram gravadas em áudio, sempre com a permissão dos participantes, tendo lhes sido garantido o anonimato assim como solicitado o seu consentimento para a divulgação científica dos resultados da investigação. As gravações (*focus group* mais entrevistas) foram integralmente transcritas (envolvendo um total de 150 horas de trabalho). Houve um recurso ao software *MAXQDA Analytics Pro18*, e o material da transcrição foi analisado com o objetivo de selecionar os conteúdos mais relevantes para os objetivos do estudo. Posteriormente, foram aplicadas técnicas de análise de conteúdo - para identificar os principais conceitos ou questões discutidas, e a contagem do número de ocorrência destes (Remenyi, 2014).

4. Resultados

4.1. Dados sociodemográficos dos participantes na pesquisa

Os dados sociodemográficos dos participantes nesta investigação serão descritos a seguir (dos cinco participantes no focus group e dos nove entrevistados).

Quanto à idade, em média, dos participantes do *focus group*, esta era de 48 anos quando foi realizada a recolha de dados. Todos os participantes são do género masculino. Quanto à distribuição geográfica, 3 desenvolvem as suas atividades principais na região Norte de Portugal, 1 na região Centro de Portugal, e 1 no estrangeiro – em Espanha. Os entrevistados exercem, ou exerceram, atividades de gestão, investigação, consultoria e docência universitária nos setores público e privado. Em relação a esta última função, da docência universitária, de realçar que o papel das universidades europeias na sociedade e economia do conhecimento

é visto como sendo fundamental e central - no processo de produção de novo conhecimento, e a sua transmissão através do processo de formação e de educação (Communication from the Commission, 2003). Ademais, é necessário fomentar o uso das TIC, em novos serviços e processos industriais, e as universidades europeias serão "*key players in this new process*" (Communication from the Commission, 2003). A tabela 1 apresenta mais informação sobre os participantes do *Focus Group*.

Identificação	Idade	Género	Região	Área do conhecimento	Profissão
Participante 1	50	Masculino	Norte de Portugal	Gestão e Sistemas da Informação	Gestor público num organismo intermunicipal
Participante 2	47	Masculino	Norte de Portugal	Sistemas da Informação	Gestor na indústria na área de SI
Participante 3	34	Masculino	Norte de Portugal	Sistemas da Informação	Investigador sénior num organismo público e antigo consultor na área de SI
Participante 4	49	Masculino	Centro de Portugal	Gestão e Sistemas de Informação	Gestor público
Participante 5	60	Masculino	Espanha	Sistemas da Informação	Coordenador de uma unidade de investigação numa instituição pública

Tabela 1 – Participantes do f*ocus group*

A idade média dos entrevistados era de 49 anos, na altura das entrevistas. Quanto ao género, 6 entrevistados são do género masculino, e 3 do género feminino. Todos os entrevistados trabalham em Portugal, tendo tido experiências profissionais diversas, incluindo de docência (como aconteceu com o *focus group*, e pelas mesmas razões que as anteriormente enunciadas). Adicionalmente, 7 dos entrevistados exercem ou exerceram cargos como gestores públicos. Quanto à área principal de formação dos entrevistados, 5 são da área de Economia (55,6%), 2 da área de Gestão (22,2%), 1 da área de Sistemas de Informação (11,1%), e 1 da área de Engenharia (11,1%). A tabela 2 apresenta informação adicional sobre os entrevistados.

Identificação	Idade	Género	Região de Portugal	Área do conhecimento	Profissão
Entrevistado 1	49	Masculino	Centro	Engenharia	Técnico superior. Foi gestor de transferência tecnológica numa instituição pública.
Entrevistado 2	48	Masculino	Lisboa	Gestão	Esteve 20 anos ligado à Administração Pública Central
Entrevistado 3	53	Masculino	Norte	Sistemas da Informação	Professor catedrático, foi docente universitário também no Reino Unido
Entrevistado 4	45	Masculino	Lisboa	Economia	Exerce cargo de direção numa instituição pública

Identificação	Idade	Género	Região de Portugal	Área do conhecimento	Profissão
Entrevistado 5	45	Feminino	Centro	Gestão	Coordenadora numa unidade de investigação numa instituição pública
Entrevistado 6	44	Masculino	Lisboa	Economia	Gestor autárquico e docente universitário. Foi consultor no setor privado.
Entrevistado 7	43	Feminino	Centro	Economia	Técnica superior e gestora pública. Exerce um cargo de coordenação numa instituição pública.
Entrevistado 8	70	Feminino	Centro	Economia	Investigadora sénior, exerceu cargos de direção na Administração Pública
Entrevistado 9	43	Masculino	Centro	Economia	Exerce cargos de gestão numa instituição pública

Tabela 2 – Dados sobre os entrevistados

4.2. Análise de conteúdo por categorias

Para a realização da análise de conteúdo, foram identificados os principais conteúdos abordados tanto nas entrevistas como no *focus group*, e criadas 12 categorias diferentes para agrupar estes conteúdos. A tabela 3 demonstra as categorias e a frequência com que os conteúdos relacionados aparecem nas entrevistas (com a identificação das mesmas – com os números de 1 a 9) e no *focus group* (denominado na tabela por FG).

Categoria	Frequência	Dados primários
Desempenho do governo eletrónico português	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9
Maturidade do governo eletrónico	2	3, 5
Interoperabilidade dos sistemas	4	1, 3, 9, FG
Literacia digital e inclusão social	4	3, 4, 5, FG
Sistemas de informação e tecnologias	6	1, 3,4, 6, 7, FG
Modernização da Administração Pública	5	1, 2, 5, 6, 7
Qualificação e capacitação dos trabalhadores	4	4, 6, 9, FG
Governo eletrónico local	2	6, FG
Redes de governo eletrónico	1	8
Sistemas de Informação e tomada de decisão	2	8, FG
Sociedade da informação e conhecimento	2	1, FG
Exemplos de boas práticas de e-Gov	7	1, 2, 3, 6, 7, 9, FG

Tabela 3 – Categorias de análise e frequência dos dados primários (entrevistas e *focus group*)

A tabela 4 apresenta as categorias de análise identificadas no *focus group,* e os excertos com os conteúdos mais relevantes da interação realizada.

Interoperabilidade dos sistemas
Os governos centrais dispõem de instrumentos de governo eletrónico bastante poderosos e interligados
Literacia digital e inclusão social
Muitas pessoas não têm acesso à internet, na Espanha o índice é de 40%
Sistemas da informação e tecnologias
O estado português tem muitos bons sistemas de informação neste momento
Qualificação e capacitação dos trabalhadores
Tem de haver pessoas capazes de utilizar o conhecimento, é importante qualificar as pessoas para isto
Governo eletrónico local
Os governos locais não têm a mesma infraestrutura de sistemas de informação que o governo central
Sistemas de informação e tomada de decisão
Os sistemas de informação são absolutamente importantes, e ajudam na tomada de decisão, mas não substituem tudo. Demasiados bons sistemas podem levar a tomar decisões piores, porque como as pessoas não percebem o contexto, focam-se apenas na informação que recebem.
Sociedade da informação e conhecimento
Os sistemas de informação são muito importantes como uma ferramenta, mas é preciso correlacionar os indicadores e perceber o contexto. É preciso ter acesso à informação, e transformar a informação em conhecimento. A informação aliada ao conhecimento leva ao poder.
Exemplos de boas práticas de *e-Gov*
Declaração eletrónica do IRS

Tabela 4 – Categorias de análise e conteúdos abordados pelo *focus group*

Por sua vez, a tabela 5 apresenta excertos com os conteúdos mais relevantes das entrevistas realizadas - por cada categoria de análise.

Desempenho do governo eletrónico português	**Entrevista**
Portugal assume uma posição de liderança, em comparação com outros países.	1
Portugal ocupa uma posição bastante cimeira em relação até a países muito mais desenvolvidos. O governo eletrónico é a parte em que a Administração Pública portuguesa tem se saído melhor, a dimensão tecnológica tem corrido muito bem.	2
Portugal está bem situado em termos de Governo Eletrónico, e bem posicionado em alguns serviços, mesmo em comparação com o estrangeiro, apesar de não ser o melhor em estrutura e serviços.	3
Embora os indicadores de governo eletrónico digam que há várias dimensões em que o desenvolvimento do país é grande, a utilização do e-Gov ainda não está totalmente difundida. Foram dados passos importantíssimos neste domínio, há muitos processos em Portugal que se tratam através da internet.	4
A ideia de governo eletrónico no sentido mais maduro, de participação dos cidadãos, talvez não esteja totalmente implantada em Portugal, está muito aquém do que se faz em outros sítios, mas tem vindo a melhorar.	5

O governo eletrónico de Portugal evoluiu muito, somos uns dos melhores, a nível internacional.	6
Poderá haver pessoas com experiências positivas de e-Gov, com muita investigação sendo feita na área, mas não estou certa se temos experiência suficiente para dizermos que demos um passo muito grande em frente.	8
Do ponto de vista técnico, já temos soluções muito avançadas em termos de governo eletrónico, relativamente a outros países de primeiro mundo. Se resolvermos a questão da interoperabilidade, daremos um grande salto e podemos ser um país de fronteira em e-Gov.	9
Maturidade do governo eletrónico	***Entrevista***
Portugal atingiu um grau considerado de grande maturidade do governo eletrónico, quando a sofisticação de serviços já é transacional.	3
Grande parte dos municípios portugueses já passaram a primeira fase de maturidade do e-Gov, a informação, que já está redundante. Em alguns municípios já é possível uma interação, num nível de maturidade maior, que permite mesmo transações. Já atingimos os níveis 1 e 2 de maturidade.	5
Interoperabilidade dos sistemas	***Entrevista***
Há questões de interoperabilidade a serem resolvidas. Os sistemas não se comunicam entre si, e as informações prestadas por cada sistema são desencontradas, o que dificulta o atendimento das necessidades das pessoas, sejam singulares ou coletivas.	1
A questão da interoperabilidade está muito longe de ser resolvida, um grande passado de serviços prestados a nível local criou uma situação que dificulta os esforços de interoperabilidade, pois esta retira poder ao poder local. Há algumas restrições de regime que dificultam a troca e a partilha de dados nos sistemas.	3
O problema atual é de interoperabilidade, a máquina do Estado ser capaz de articular-se dentro de si mesma e colocar as várias instituições a comunicar-se. Nós temos capacidades técnicas e know-how para melhorar isso, mas a estrutura ainda é muito burocratizada, e há um medo territorial, de cada um tratar do "seu canto". A solução seria desenvolver uma plataforma de base comum, com grande componente pública, e contratar serviços aos privados. Hoje cada órgão tem a sua plataforma, desenvolvida por agentes privados.	9
Literacia digital e inclusão social	***Entrevista***
Há restrições em termos de literacia tecnológica, de acesso aos dados, na capacidade de as pessoas trabalharem com os dados. Há 2/3 da população que não querem, mais 10% que evita porque isto traz um maior rastro digital. O que, do ponto de vista técnico, deixa-nos próximos de um nível de exclusão digital. O grau de maturidade da inclusão social português é significativo, mas depende de alguns fatores, como região (rural ou urbana), idade e situação. Há inclusão social para alguns serviços obrigatórios por lei.	3
O e-Gov relaciona-se com a estrutura demográfica e de qualificações do país. Temos ainda alguns níveis de analfabetismo funcional que são relevantes, uma população envelhecida, e parte dela tem ainda muitas dificuldades em utilizar os meios tecnológicos para se relacionar com o Estado.	4
A interação com os serviços digitais tem a ver com a literacia digital da população, há municípios que se portam melhor a este nível, como os municípios do litoral que são mais populosos e têm maior população jovem. Outros, em que a população é envelhecida, a relação pessoal é importante.	5
Sistemas da informação e tecnologias	***Entrevista***
Contamos com sistemas informáticos muito aperfeiçoados.	1

A União Europeia tem investido fortemente em políticas de alargamento de acessos, infraestruturas e complemento, em sistemas de qualificação das pessoas e empresas através da qualidade dos serviços, para atender os regulamentos de compliance. Hoje, a governança da arquitetura de informação importa mais do que as tecnologias. Tomemos por exemplo a cibersegurança, grande parte dos problemas são de pessoas, ultrapassam a questão de tecnologia.	3
Os financiamentos de que dispomos permitem a adoção de novas tecnologias aos processos da Administração Pública, seja no backoffice, seja na relação com os cidadãos.	4
Portugal possui uma boa rede de infraestruturas tecnológicas e fibras óticas. Poderiam ser mais bem utilizadas em alguns setores tradicionais do privado.	6
Os serviços de informática da nossa universidade estão a desenvolver um sistema único que facilitará a vida dos investigadores e do pessoal não docente.	7
Modernização da Administração Pública	***Entrevista***
Muitas medidas de e-Gov foram implementadas para modernizar a Administração Pública.	1
Os sucessivos governos têm se preocupado muito com inovação e a modernização da Administração Pública por intermédio do e-Government.	2
Há um grande esforço da Administração Pública para a digitalização, substituição do papel, simplificação de processos.	5
O nosso governo tem o Ministério da Modernização Administrativa, a AMA – Agência para a Modernização Administrativa, que tem inovado muito.	6
As tecnologias ajudam a promover a inovação na Administração Pública.	7
Qualificação e capacitação dos trabalhadores	***Entrevista***
Recebemos financiamento para apoiar a capacitação e a qualificação dos técnicos e dirigentes da Administração Pública em competências digitais.	4
Temos um problema nas autarquias e no Estado que são os recursos humanos, o setor público tem envelhecido, e possui poucas habilitações informáticas. Não basta colocar um computador ou um telemóvel à frente de uma pessoa se depois ela não tem vontade de usar. Também não chega só criar a rede, o software e o hardware, é preciso envolver as pessoas, e elas também têm de querer.	6
Nós temos capacidades técnicas e know-how para melhorar o problema da interoperabilidade.	9
Governo eletrónico local	***Entrevista***
No nível local, as Câmaras também têm feito um grande esforço para atualizar sites, criar APPs, mas o processo ainda é muito institucional e lento, ainda há muito papel e obstáculos, não se encontram no mesmo nível de informatização que o Estado. Os problemas da qualificação de recursos humanos também são piores, sobretudo no interior.	6
Redes de governo eletrónico	***Entrevista***
O governo eletrónico deve ser concebido em redes, pois não haveria sentido no e-Gov se as organizações só o aplicassem para si mesmas.	8
Sistemas de informação e tomada de decisão	***Entrevista***
Os meios tecnológicos podem até mesmo ajudar na tomada de decisão, mas por vezes criam opacidades que não permitem uma mobilização correta sequer das tecnologias que temos à disposição.	8

Sociedade da informação e conhecimento	***Entrevista***
Temos muitas informações disponibilizadas pelos sistemas do governo, mas cada vez menos conhecimento. O desafio é transformar uma sociedade da informação numa sociedade do conhecimento.	1
Exemplos de boas práticas de *e-Gov*	***Entrevista***
Portal das Finanças, Registo Civil, empresa na hora, lojas do cidadão, cartão do cidadão, passaporte digital eletrónico, certidões permanentes para as empresas.	1
SIMPLEX, Portal das Finanças, Sistema Nacional de Saúde-SNS.	2
Pagamento de impostos, emissão dos atestados de registo criminal para os professores.	3
SIMPLEX, Autoridade Tributária, hospitais informatizados, WebSummit em Lisboa.	6
SAMA (Sistema de Apoio à Transformação Digital da Administração Pública).	7
Produção de dados estatísticos, sistemas da banca desenvolvidos aqui que foram implementados noutros países. O Banco de Portugal, está muito avançado na recolha e tratamento dos dados (RGPD).	9

Tabela 5 – Categorias de análise e conteúdos abordados pelos entrevistados

De seguida, foi utilizada a função *MAXDictio* do software *MAXQDA Analytics Pro18,* para a contagem de palavras do texto transcrito e analisado das entrevistas e do *focus group*, o que contabilizou o total de 2.196 palavras. Foi aplicado um filtro, de forma a restringir a pesquisa a substantivos, adjetivos e verbos, cuja frequência tenha sido maior a duas ocorrências. A pesquisa resultou em 122 termos diferentes, com 437 ocorrências, cuja frequência linear pode ser visualizada no gráfico 1.

Gráfico 1 – Nuvem de palavras com maior frequência – Ferramenta: MAXQDA

5. Discussão

A análise dos conteúdos enunciados pelos entrevistados e pelos participantes do *focus group* permite-nos chegar às considerações indicadas a seguir.

A perspetiva de que Portugal assume uma liderança em termos de *e-Gov*, se comparado com outras economias, foi muito recorrente, confirmando assim a literatura já publicada. Efetivamente, os relatórios recentes da Comissão Europeia (2019) e das Nações Unidas (2020) atribuem a Portugal um bom desempenho de *e-Government* no nível europeu e mesmo mundial, apesar de haver espaços para melhoria.

O governo eletrónico de Portugal já terá atingido um grau satisfatório de maturidade, sendo que na perspetiva do modelo de maturidade da ONU (que admite cinco estágios), o primeiro, o segundo e o terceiro estágios já terão sido atingidos (surgimento da informação, aprimoramento da informação e interação). Portugal encontra-se a caminho de se consolidar no quarto estágio, transacional, com uma ampla oferta de serviços inteiramente digitais, mas encontra-se ainda longe de atingir o quinto estágio de maturidade, o estágio chamado de conexão (que corresponde à e-participação plena). Foram dados alguns exemplos de serviços que atingiram um nível transacional, como a declaração do IRS, a emissão de certidões permanentes, e a abertura de empresa na hora.

A principal barreira apontada para o *e-Gov* de Portugal não estar a conseguir atingir um nível de maturidade mais pleno diz respeito às questões de interoperabilidade. É preciso solucionar os entraves tecnológicos e regulatórios para que os sistemas se intercomuniquem livremente, e para que haja uma fácil partilha de dados, apesar de já haver esforços neste sentido. No entanto, o receio que as instituições públicas têm de perder o seu poder e o seu controlo dos processos parece estar na origem dos problemas sentidos. De referir que conseguir atingir um nível de interoperabilidade transfronteiriço é um grande desafio para a União Europeia de forma a se poder solidificar como um Mercado Único Digital (Comissão Europeia, 2020). Note-se que os Estados-Membros já apresentam dificuldades internas de interoperabilidade, em menor ou maior grau.

O nível insuficiente de literacia digital em Portugal, agravado por fatores sociodemográficos, como o envelhecimento da população e a localização geográfica (litoral vs. interior desertificado), foi apontado como um obstáculo para a sociedade comunicar-se com o Estado e usufruir dos serviços digitais em maior escala.

Todavia, não foram mencionadas as questões de usabilidade e interação, na recolha de dados primários; ou seja, como se dá a interface do usuário com os websites que prestam os serviços digitais? Os sistemas foram desenhados para atender, de uma forma intuitiva e simplificada, as diferentes necessidades do cidadão? Tomando como exemplo o Portal das Finanças, se o utilizador não se enquadrar na declaração automática do IRS (no caso de haver rendimentos obtidos no estrangeiro, assim como rendimentos resultantes de contratos de arrendamento e outras situações), é fácil e acessível o preenchimento dos formulários e respetivos anexos?

A falta de competências digitais dos trabalhadores em funções públicas também foi reportada, no nosso estudo. No entanto, a pesquisa da Universidade do Minho (Soares, 2020b) demonstra que os trabalhadores em funções ligadas a tecnologias de informação

(TI), nas autarquias portuguesas, apresentam um elevado nível de qualificação na área. No entanto, deve levar-se em consideração que apenas 1/3 dos municípios respondeu à pesquisa, e esta limitou-se aos responsáveis e trabalhadores da área de TI. Adicionalmente, os dados recolhidos levam a uma questão subjacente: será que bastam competências digitais no caso dos trabalhadores? Ou será preciso que também haja a motivação necessária para utilizá-las?

Uma perspetiva em comum entre as entrevistas e o *focus group*, é que os sistemas de informação são muito importantes, facilitam a vida, economizam tempo e recursos, auxiliam na tomada de decisão, mas não substituem a faculdade de analisar e interpretar um contexto, que só o olhar humano é capaz de ter. Uma outra questão levantada tem a ver com o paradigma em que nos deparamos atualmente, na sociedade da informação. Há uma imensa e crescente quantidade de informação disponível (de notar que nem toda ela de qualidade), mas como transformamos esta informação em conhecimento?

Houve um apontamento de que a questão da governança da informação ultrapassa a disponibilização das TIC. De facto, a governança eletrónica (*e-Governance*), é algo muito mais amplo e político que o *e-Government*, na medida em que pensa na implementação de políticas públicas digitais que promovam uma maior participação dos cidadãos em sociedade, como é o caso do voto eletrónico (Nunes et al., 2007).

6. Conclusões

Este estudo procurou contribuir para o debate de um tema atual que traz implicações para toda a sociedade: a instrumentalização do governo eletrónico. Em Portugal, segundo o nosso estudo apurou, e de acordo com a literatura publicada, muitos esforços têm sido feitos, a nível local, regional e central. O objetivo global tem sido o de se conseguir oferecer serviços públicos totalmente digitais, de melhorar as infraestruturas tecnológicas de informação e comunicação, facilitando a vida dos cidadãos, empresas e do Estado, com a desburocratização e simplificação dos processos.

A nossa investigação revelou resultados muito positivos, tendo um entrevistado referido que (ver a tabela 5) – "Portugal ocupa uma posição bastante cimeira em relação até a países muito mais desenvolvidos. O governo eletrónico é a parte em que a Administração Pública portuguesa tem se saído melhor, a dimensão tecnológica tem corrido muito bem." - e apoiamos assim o estudo de Madureira e Asensio (2019) – no sentido que o *e-Government* de Portugal está entre os países com maior oferta de serviços públicos *online* na União Europeia. Não é surpreendente, de acordo com os nossos dados, que Portugal tenha um EGDI muito alto, e que na vertente de e-participação esteja um pouco pior, comparativamente a outros países (ONU, 2020). Segundo um entrevistado (ver a tabela 5) – "A ideia de governo eletrónico no sentido mais maduro, de participação dos cidadãos, talvez não esteja totalmente implantada em Portugal, está muito aquém do que se faz em outros sítios, mas tem vindo a melhorar."

Efetivamente, alguns esforços são reconhecidos por terem levado o *e-Gov* de Portugal a um estágio de maturidade IV - transacional (Aquino, 2015) (tais como o SIMPLEX, a declaração do IRS pré-preenchida, a Empresa na Hora, entre outros). No entanto, muitos esforços ainda serão necessários, sobretudo no que diz respeito à interoperabilidade dos

sistemas (ver a tabela 5 – onde é referido que: "O problema atual é de interoperabilidade, a máquina do Estado ser capaz de articular-se dentro de si mesma e colocar as várias instituições a comunicar-se."); ao aumento da literacia digital da população (sobretudo da mais envelhecida); e incluindo também as possibilidades de e-participação da sociedade – para se poder chegar ao estágio de maturidade V (de conexão).

O contributo inovador deste nosso estudo reside precisamente na questão da interoperabilidade que, segundo um entrevistado (ver a tabela 5 por favor): "está muito longe de ser resolvida, um grande passado de serviços prestados a nível local criou uma situação que dificulta os esforços de interoperabilidade, pois esta retira poder ao poder local. Há algumas restrições de regime que dificultam a troca e a partilha de dados nos sistemas". Vemos, assim, como sendo necessária uma mudança de cultura ao nível das entidades envolvidas, para que se possa cumprir o desejo da interoperabilidade. O conceito de cultura, enquanto elemento decisivo das sociedades, já foi referida pelo falecido Prémio Nobel das Ciências Económicas Douglass C. North, uma autoridade sobre a história económica e sobre a mudança das instituições: a herança cultural desempenha um papel fundamental nas escolhas imediatas dos *players* numa sociedade – fornecendo-nos pistas para o sucesso dinâmico ou o falhanço das sociedades ao longo do tempo (North, 2005). Como proceder à mudança cultural? Esta mudança, se considerarmos que terá que acontecer ao nível da cultura portuguesa, poderá demorar 50 a 100 anos a acontecer (ver Hofstede, 2001, para uma discussão sobre isto). O problema é a existência de instituições que têm incentivos para promover a estagnação (North, 2005). Diremos que a mudança terá que vir da Europa e Portugal, sendo um país que responde bem a um estilo de liderança paternalista (Oliveira e Ferreira, 2012), desta forma mais rapidamente mudará os costumes das suas instituições quererem ficar "agarradas ao seu poder". Nomeadamente, havendo uma "mão forte" nos serviços centrais do governo, atuando por ordem da Europa central, a exigir a interoperabilidade, fará com que esta aconteça. Portugal continua em conflito consigo própria, segundo Alexander O'Neil notou, em 1965 (citado em Jesuino, 2008). Já foi referido que *conseguir atingir um nível de interoperabilidade transfronteiriço é um grande desafio para a União Europeia de forma a se poder solidificar como um Mercado Único Digital* (Comissão Europeia, 2020). Nesse sentido, havendo condições externas fora de vulgar, mas favoráveis à mudança, esta poderá ocorrer mais rapidamente (Hofstede, 2001).

A questão da usabilidade dos sistemas também é relevante, e não foi mencionada, curiosamente, nem pelos entrevistados, nem pelos participantes do *focus group*.

O estudo tem limitações, nomeadamente ao se ter optado por escolher uma questão ampla e aberta sobre o governo eletrónico em Portugal, implicações importantes poderão ter passado despercebidas, tal como aconteceu com a questão da usabilidade dos sistemas.

Para futuras investigações, sugere-se: 1) estudos que avaliem o governo eletrónico sob a ótica do utilizador; 2) estudos que explorem a implementação do governo eletrónico do ponto de vista dos profissionais de TI envolvidos no processo, seja a nível central, regional, ou local; 3) estudos sobre redes de partilha das experiências e práticas de *e-Gov* desenvolvidos pelos municípios portugueses; e 4) estudos sobre redes de partilha de boas práticas de *e-Government* implementadas pelos Estados-Membros da União Europeia.

Referências

Alves, A. e Moreira, J. (2004). *Cidadania digital e democratização electrónica*. Porto, PT: SPI - Sociedade Portuguesa de Inovação.

AMA – Agência para a Modernização Administrativa (2020). *Declaração de Tallinn sobre Governo Eletrónico*. Documentação Internacional. Disponível em https://www.ama.gov.pt/web/agencia-para-a-modernizacao-administrativa /documentacao-internacional. Acedido em 07/09/2020.

Aquino, I. S. (2015). *e-Process: impactos de usa implementação na Administração Pública de Porto Alegre*. [Trabalho de conclusão da Especialização em Gestão Pública, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Aberta do Brasil]. https://www.lume.ufrgs.br/bitstream./handle/10183/131510/000976179.pdf?sequence=1.

Batista, N. V. (2017). *Política do governo eletrónico: a maturidade do e-Gov nos municípios brasileiros*. [Tese de Doutoramento em Políticas Públicas, Departamento de Ciência Política e Políticas Públicas, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa]. https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/16608

Bryman, A., Bell, E. (2015). *Business research methods*. 4th edition. Oxford: Oxford University Press.

Comissão Europeia (2017). *Ministerial declaration on e-Government – the Tallinn Declaration*. Disponível em https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ministerial-declaration-egovernment-tallinn-declaration

Comissão Europeia (2019). *eGovernment Benchmark 2019. Empowering Europeans through trusted digital services*. ISBN: 978-92-76-11026-2 DOI: 10.2759/641548.

Comissão Europeia (2020). *Índice de Digitalidade da Economia e da Sociedade (IDES) de 2020: Portugal*. https://www.adcoesao.pt/sites /default/files/noticias/desi2020_portugal.pdf

Communication from the Commission (2003). *The role of universities in the Europe of knowledge*. ACT. 5 February. Disponível em: http://publications.europa.eu/resource/cellar/a8ba24c6-0033-4b04-baec-f0124698ce85.0005.02/DOC_2

Dias, G.P. e Gomes, H. (2014). Evolution of local e-government maturity in Portugal. In *Proceedings of the 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2014),* (pp. 395-399). Barcelona, Espanha: AISTI – Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação.

Gouveia, L. B. (2009). *Modelos de governação na sociedade da informação e do conhecimento*. Associação para a Promoção e o Desenvolvimento da Sociedade da Informação – apdSI.

Fernandes, C. C. C. (2007). *Maturidade do governo eletrônico: análise de experiências estaduais*. Escola Nacional de Administração Pública. Disponível em http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/1694

Hofstede, G. (2001). *Culture's consequences – Comparing values, behaviors, institutions, and organizations across nations*. 2nd edition. Thousand Oaks: Sage.

InCODE.2030 (2018). Portugal integra grupo D9. Disponível em https://www.incode2030.gov.pt/destaque/portugal-integra-grupo-d9

Jesuino, J.C. (2008). Leadership and culture in Portugal. In: Chhokar, J.S., Brodbeck, F.C., House, R.J. (*editors*), *Culture and leadership across the world – The GLOBE book of in-depth studies of 25 societies*, New York: Routledge, 583-621.

Kumar, V., Mukerji, B., Butt, I. & Persaud, A. (2007). Factors for successful e-government adoption: a conceptual framework. *The Electronic Journal of e-Government*, 5(1), 63-76.

Madureira, C. e Asensio, M. (2019). *O desafio de mobilizar e requalificar a Administração Pública*. in Mamede, R. P. e Silva, P. A. (coord.), *Menos reforma, melhores políticas*, (pp. 74-79). IPPS ISCTE.

Marques, M. C. C. (2016). A governação pública na era digital: o caso português. Revista Iberoamericana de Contabilidad de Gestion, 14(27), 1-13. ISSN/ISBN: 1696-294X.

Marshall, M. (1996), Sampling for qualitative research. *Family Practise*, *13*(6), 522-525.

Nunes, S., Martins, J., Branco, F., Gonçalves, R. e Au-Yong-Oliveira, M. (2017). An initial approach to e-government acceptance and use: a literature analysis of e-Government acceptance determinants. In *Proceedings of the 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, (CISTI 2017)*, (pp. 2179-2185). Lisboa, Portugal: AISTI Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação. DOI: 10.23919/CISTI.2017.7976044. IEEE.

Oliveira, M.A., Ferreira, J.J.P. (2012). How interoperability fosters innovation: The case for servant leadership. *African Journal of Business Management*, *6*(29), 25th July, 8580-8608 (ISSN 1993-8233). Doi: 10.5897/AJBM11.2273.

Organização das Nações Unidas (2020). *E-Government Survey 2020. Digital government in the decade of action for sustainable development*. Department of Economic and Public Affairs, United Nations. Disponível em https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2020-Survey/2020%20UN%20Government%20Survey%20(Full%20Report).pdf

North, D.C. (2005). *Understanding the process of economic change*. Princeton: Princeton University Press.

Remenyi, D. (2013). *Field methods for academic research – Interviews, focus group & questionnaires in Business and Management studies*. 3rd edition, ACPI - Academic Conferences and Publishing International.

Remenyi, D. (2014). *Dictionary of research concepts and issues*. Reading: ACPI - Academic Conferences and Publishing International.

Santos, P., Melo, A.I. e Dias, G.P. (2013). Administrative modernisation and e-government: the case of Águeda. In *Proceedings of the* 8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2013), (pp. 782-787). Lisboa, Portugal: AISTI – Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação.

Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A. (2016). *Research methods for business students*. 7th edition. Harlow: Pearson Education.

Soares, D., Amaral, L., Ferreira, L. e Lameiras, M. (2019a). Presença na Internet das Câmaras Municipais Portuguesas em 2019: Estudo sobre Local e-Government em Portugal. GÁVEA – Observatório da Sociedade da Informação. Universidade do Minho, Guimarães.

Soares, D., Amaral, L., Ferreira, L., Lameiras, M. e Ramos, L. (2019b). Caracterização da Função TIC/Informática nas Câmaras Municipais Portuguesas. GÁVEA – Observatório da Sociedade da Informação. Universidade do Minho, Guimarães. ISBN: 978-989-98010-8-0.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/09/2020
Aceitação/Acceptance: 26/11/2020

Técnicas de ajuste de hiperparámetros de algoritmos de aprendizaje automático para la estimación de esfuerzo: un mapeo de literatura

Leonardo Villalobos-Arias, Christian Quesada-López, Alexandra Martínez, Marcelo Jenkins

{leonardo.villalobosarias; cristian.quesadalopez; alexandra.martinez; marcelo.jenkins}@ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica.

Pages: 305-318

Resumen: Distintos algoritmos de aprendizaje automático (ML) han sido utilizados para apoyar los procesos de estimación de esfuerzo de desarrollo del software (EES). Sin embargo, el desempeño de estos algoritmos puede verse impactado por varios factores, uno de los cuales es la escogencia de los hiperparámetros. En los últimos años, el ajuste de hiperparámetros ha surgido como un área de investigación de interés para la EES que busca optimizar el desempeño de los modelos de ML. En este trabajo, realizamos un mapeo sistemático de literatura para caracterizar las técnicas de ajuste automático de hiperparámetros de algoritmos de ML utilizados en el contexto de la EES. Presentamos los resultados de 67 estudios identificados entre el 2010 y el 2019 y clasificamos las técnicas de ajuste de hiperparámetros, los algoritmos de ML y los conjuntos de datos dónde se han aplicado. Asimismo, reportamos los retos reportados como mapa de ruta para futuras investigaciones en el área.

Palabras-clave: hiperparámetros; aprendizaje automático; estimación de esfuerzo del desarrollo de software; mapeo sistemático de literatura.

Machine learning hyper-parameter tuning techniques for software effort estimation: a systematic mapping study

Abstract: Different machine learning (ML) algorithms have been used to support software effort estimation (SEE) processes. However, the performance of these algorithms are sensible to multiple factors, including the choice of hyper-parameters. More recently, hyper-parameter tuning has risen as a SEE research area to improve the performance of ML models. In this paper, we perform a systematic mapping study to characterize hyper-parameter tuning techniques for ML algorithms in the context of SEE. We present the results of 67 studies identified between 2010 and 2019, and classified the hyper-parameter tuning techniques, ML algorithms, and datasets. Likewise, we reported the challenges as a roadmap for future research in the area.

Keywords: hyper-parameters; machine learning; software effort estimation; systematic literature mapping study.

1. Introducción

La estimación de esfuerzo de desarrollo del software (EES) es una tarea esencial en la administración de proyectos (Boehm, 1984). La exactitud de los modelos de EES es esencial, dado que la sobre estimación puede causar la pérdida de oportunidades de negocio y la subestimación puede afectar el éxito de un proyecto (Lederer & Prasad, 1995).

Los algoritmos de aprendizaje automático (ML) han sido investigados en el área de la EES por décadas (Wen, et al., 2012). Estos estudios evalúan distintas técnicas de validación, pre-procesamiento, selección de atributos y aprendizaje automático que buscan minimizar el error de las estimaciones. El principal beneficio de estos modelos es que pueden apoyar a los profesionales en sus procesos de toma de decisiones durante el desarrollo de los proyectos (Minku, 2019).

En los últimos años, el ajuste automático de los hiperparámetros ha emergido como área de investigación que potencialmente pueden impactar el desempeño de los modelos de SEE (Song et al., 2013; Idri et al., 2016; Hosni, et al., 2018; Minku, 2019). El ajuste de hiperparámetros ha demostrado su impacto en distintas áreas tales como la predicción de defectos (Agrawal et al., 2019).

Los hiperparámetros son configuraciones ajustables que se eligen para entrenar el modelo y que rigen proceso de entrenamiento (Luo, 2016). Las técnicas de ajuste de hiperparámetros permiten obtener de manera automática las configuraciones que optimizan la exactitud de las estimaciones, estas incluyen técnicas de búsqueda exhaustivas, aleatorias, genéticas y otras (Luo, 2016). Muchos de los estudios en EES no reportan las configuraciones de los hiperparámetros, utilizan las configuraciones por defecto, o no utilizan técnicas de ajuste (Minku & Yao, 2013). La evaluación del ajuste automático de hiperparámetros en modelos de SEE es necesaria para determinar el impacto en la exactitud de las estimaciones de esfuerzo (Minku, 2019).

En este trabajo, realizamos un mapeo sistemático de literatura para caracterizar las técnicas de ajuste automático de hiperparámetros de algoritmos de ML utilizados en el contexto de la EES. Presentamos los resultados preliminares basado en el análisis de 67 estudios publicados entre el 2010 y el 2019. Para esto, clasificamos las técnicas de ajuste de hiperparámetros, los algoritmos de ML, los conjuntos de datos dónde se han aplicado y las métricas de desempeño con las cuáles se han evaluado los modelos de EES.

El contenido del resto del artículo se estructura de la siguiente manera. La Sección 2 presenta estudios de literatura realizados en el área de la EES. La Sección 3 describe el diseño del mapeo. La Sección 4 presenta y discute los resultados. Finalmente, la Sección 5 establece las conclusiones.

2. Trabajo relacionado

Jorgensen & Shepperd (2006) realizaron una revisión sistemática de literatura sobre la estimación de costos analizando sus oportunidades de mejora. Identificaron

304 estudios que clasificaron de acuerdo a su objetivo de investigación, enfoque de estimación y de investigación, conjuntos de datos y contexto. Wen et al. (2012) realizaron una revisión sistemática de literatura sobre estudios empíricos de modelos de aprendizaje automático (ML) para la EES. Clasificaron 84 estudios de acuerdo a los tipos de técnicas, los resultados de exactitud, los métodos de comparación y el contexto. Idri et al. (2016) reportan una revisión sistemática de literatura de 24 estudios en la que identifican modelos ensamblados de estimación de esfuerzo, su exactitud, las reglas para la combinación de técnicas y las metodologías utilizadas.

Malgorta et al. (2017) realizaron una revisión sistemática que identificó 78 estudios sobre la capacidad de los algoritmos basados en búsqueda para modelos de predicción. Los autores clasificaron las investigaciones de acuerdo a las técnicas de búsqueda, las configuraciones para los experimentos, las funciones de aptitud, el desempeño, las técnicas estadísticas, y las ventajas y desventajas de su utilización. Sehra et al. (2017) estudiaron las tendencias y patrones de la investigación sobre modelos de estimación de esfuerzo. El estudio identificó 12 áreas de investigación y su mapeo semántico con 60 tendencias de investigación.

Este mapeo sistemático de literatura agrega evidencia sobre la caracterización de las técnicas de ajuste automático de hiperparámetros de algoritmos de ML en el contexto de la EES. En nuestro entendimiento, no existe un mapeo de literatura que presente esta caracterización en el área de la EES.

3. Metodología

El diseño del estudio se realizó basado en los lineamientos descritos por Petersen et al. (2015). El objetivo del estudio fue caracterizar las técnicas de ajuste automático de hiperparámetros utilizadas en el contexto de la estimación de esfuerzo (EES). Para esto, identificamos los algoritmos de aprendizaje automático (ML) y los conjuntos de datos reportados en los estudios que aplican ajuste automático de hiperparámetros. El detalle de cada uno de los formularios producto de la ejecución del protocolo se encuentra disponible en https://tinyurl.com/y5z7kcuc.

3.1. Preguntas de investigación

Las siguientes preguntas de investigación se analizan en el contexto de la EES para alcanzar el objetivo de investigación:

- **RQ1:** ¿Cuáles técnicas de ajuste automático de hiperparámetros han sido utilizadas en modelos de estimación que utilizan algoritmos de ML?
- **RQ2:** ¿Cuáles conjuntos de datos de proyectos han sido utilizados en los estudios de ajuste automático de hiperparámetros?

La RQ1 identifica y clasifica las técnicas utilizadas en los estudios de ajuste de hiperparámetros que incluyen las técnicas de validación, pre-procesamiento, selección de atributos, aprendizaje automático y ajuste automático. La RQ2 identifica los conjuntos de datos utilizados y sus características.

Para la construcción, refinamiento y validación del protocolo de diseño del mapeo, utilizamos 15 artículos de control (Corazza et al., 2010; Oliveira et al., 2010; Azzeh, 2011; Dejaeger et al., 2011; Araújo et al., 2012; Azhar et al., 2013; Corazza et al., 2013; Kocaguneli et al., 2013; Song et al., 2013; Azzeh et al., 2014; Hota et al., 2015; Hosni et al., 2016; 2017; 2018; Minku et al., 2019). Los estudios de control fueron identificados mediante una búsqueda exploratoria para identificar artículos que evalúan técnicas de ajuste automático de hiperparámetros en el contexto de la EES. Estos fueron utilizados para refinar las cadenas de búsqueda y los procesos de selección de artículos relevantes.

3.2. Estrategia de búsqueda y selección

La cadena de búsqueda se construyó a partir de las preguntas de investigación y las palabras clave del título y resumen de los artículos de control. En el mapeo realizamos un conjunto de búsquedas automatizadas y la aplicación de criterios de inclusión y exclusión para identificar los estudios primarios relevantes. Para guiar el proceso de construcción de la cadena de búsqueda utilizamos el modelo PICO que permite organizar las palabras clave en grupos de búsqueda a partir de la población (P), intervención (I), comparación (C) y salidas esperadas (O). En el caso de nuestro estudio la población buscada son los artículos de modelos de EES, la intervención son las técnicas de ajuste automático de hiperparámetros y los algoritmos de ML, no consideramos aspectos de comparación, y las salidas son las técnicas utilizadas para la construcción de los modelos de ML en EES, los conjuntos de datos y las métricas de evaluación. Basado en el PICO y a partir de múltiples corridas de refinamiento establecimos la siguiente la cadena de búsqueda:

> *(“software” AND (“effort estimation” OR “effort prediction” OR “cost estimation” OR “cost prediction”)) AND (“tuning” OR “optim*” OR “setting*” OR “combinat*” OR “ensemble*” OR “scheme*”)*

Las búsquedas automatizadas se realizaron en las bases de datos *Scopus*, *IEEE Xplore*, *Web of Science* y *ScienceDirect* en febrero del 2020. Estas fueron adaptadas a cada una de las bases de datos. Los buscadores se configuraron para identificar artículos basado en el título, resumen y palabras clave. Una vez que se obtuvieron los artículos de las búsquedas en las bases de datos se procedió con la eliminación de los duplicados. En total se identificaron un total de 644 artículos sin duplicar desde el 2010.

Inclusión y exclusión

La identificación de los artículos relevantes se realizó mediante del proceso de inclusión y exclusión. Para esto se aplicaron un conjunto de criterios a cada uno de los artículos obtenidos en la búsqueda automatizada a partir del título, resumen y palabras clave. En caso de duda, se realizó la lectura a texto completo del artículo para determinar su relevancia para responder las preguntas de investigación. Se incluyeron los artículos: (I1) que son estudios primarios, (I2) en el campo de la EES, (I3) que utiliza algoritmos de aprendizaje automático y (I4) que utiliza técnicas de ajuste automático de hiperparámetros. Se excluyeron artículos (E1) que no estuvieran escritos en inglés y (E2) que no estuvieran disponibles en texto completo. Después del proceso de inclusión y exclusión se determinaron 67 artículos relevantes. El principal criterio para descartar artículos fue el I4, dado que muchos de los artículos obtenidos de las búsquedas no aplicaban algoritmos

de ajuste automático de hiperparámetros, dado que seleccionaban los hiperparámetros manualmente o utilizaban los valores por defecto de los algoritmos de ML.

Evaluación de calidad

Para cada uno de los artículos relevantes, realizamos una evaluación de calidad para determinar el nivel de detalle para responder las preguntas de investigación. Se evaluaron y reportaron los criterios relacionados con: (Q1) el reporte del objetivo y (Q2) las preguntas de investigación, (Q3) el reporte de los conjuntos de datos utilizados, (Q4) la calidad de las métricas de evaluación y (Q5) el análisis de los resultados obtenidos. Cada criterio se puntúa en una escala de 0 a 1, donde 0 significa que no se reporta, 0.5 parcialmente y 1 completamente. Para calcular la puntuación de calidad de cada artículo se suman los resultados de los criterios, para un máximo posible de 5 puntos. En nuestro estudio, la evaluación de calidad no fue utilizada para excluir artículos durante el análisis.

3.3. Extracción, clasificación y análisis

Para cada una de las preguntas de investigación se definieron los componentes a extraer a partir del contenido de cada artículo. Primero se extrae información general del estudio, y luego la correspondiente a cada pregunta de investigación. Durante la extracción se realizó la clasificación de cada artículo utilizando las recomendaciones para la construcción de esquemas de clasificación de estudios de mapeo aplicado a los estudios de control, que se complementó durante la extracción de todos los artículos relevantes (Petersen et al., 2015). La Tabla 1 detalla cada uno de los componentes extraídos y ejemplos de categorías para su clasificación.

RQ	Componentes
General	Año, autores, foro, tipo de foro, tipo de estudio, objetivo, preguntas de investigación
RQ1	Técnicas de ajuste automático de hiperparámetros (*grid search, random search, genetic algorithm,* otros), validación (*k-fold, leave-one-out,* otros), transformación (*standardization, logarithm*, otras), selección de atributos (*correlation-based, sequential search, genetic algorithm,* otros), algoritmos de aprendizaje automático (*regression, neural networks, regression trees, support vector machines*, otros), hiperparámetros y rangos, proceso de estimación (*on-line, off-line*)
RQ2	Conjuntos de datos (*ISBSG, Albrecht, COCOMO, NASA, Desharnais*, otros), tipo de conjunto de datos (*Cross Company, Single Company*)

Tabla 1 – Formulario de extracción

Toda la información de los artículos fue tabulada en una hoja de extracción de datos. Para responder cada pregunta de investigación, se obtienen los grupos a partir de las clasificaciones y se presentan las tendencias y patrones identificados.

3.4. Amenazas a la validez

Las siguientes amenazas a la validez del estudio de mapeo deben considerarse. El análisis se realiza considerando estudios primarios del 2010 al 2019 lo que puede dejar por fuera artículos relevantes de años anteriores. Asimismo, la cadena de búsqueda

fue definida y calibrada mediante múltiples corridas de prueba; sin embargo, estudios relevantes pueden no ser identificados en las búsquedas automatizadas porque no utilizan las palabras clave seleccionadas. Para las búsquedas se utilizaron bases de datos reconocidas en el área de la ingeniería de software y la computación. El proceso de inclusión y exclusión, así como la extracción de los artículos fue realizada por el autor principal de este mapeo, lo que podría introducir un sesgo en la selección. Durante la inclusión y exclusión, un segundo autor realizó un muestro aleatorio para validar este proceso. Finalmente, los resultados del mapeo solo pueden ser generalizados al conjunto de literatura seleccionada para el análisis.

4. Resultados

En esta sección presentamos los resultados del mapeo de literatura. El listado de los artículos relevantes y el formulario de extracción se encuentra disponible en https://tinyurl.com/y5z7kcuc, los estudios son identificados con la nomenclatura S1-S67 que es utilizada para el reporte de resultados. La Figura 1 muestra los artículos seleccionados del mapeo. La búsqueda automatizada en las bases de datos recuperó un total de 1,310 artículos. Después del proceso de eliminación de duplicados se obtuvieron un total de 644 artículos entre el 2010-2019. El proceso de inclusión y exclusión seleccionó un total de 67 estudios primarios relevantes que fueron extraídos, evaluados y analizados. Los resultados de calidad obtenidos para el conjunto de artículos relevantes variaron entre 2 y 5, con una media de 3.5, una mediana de 3 y una deviación de 1. Los resultados indican que los estudios brindan un nivel de detalle aceptable para responder a las preguntas de investigación. Asimismo, se denota la necesidad de mejorar los reportes utilizando métricas de exactitud estandarizadas.

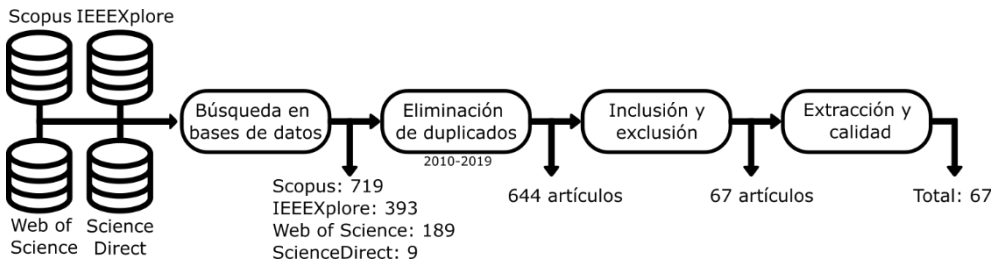


Figura 1 – Artículos seleccionados a partir de la estrategia de búsqueda

La distribución de los artículos fue la siguiente: 4 artículos fueron publicados en el 2010 y 4 en el 2011, 7 en el 2012, 13 en el 2013, 4 en 2014 y 4 en el 2015, 6 en el año 2016, 7 en el 2017, 8 en el 2018, y finalmente 10 artículos en el 2019. La distribución de los artículos muestra que la investigación sobre el ajuste automático de hiperparámetros en la EES es un área vigente.

4.1. Técnicas de ajuste de hiperparámetros

La Tabla 2 lista las técnicas de ajuste automático de hiperparámetros reportadas en los estudios de EES que utilizan algoritmos de ML. En total se identificaron 12 técnicas

de ajuste. Las técnicas más utilizadas fueron *Grid Search* con 53 estudios, *Genetic Algorithms* con 8 y *Particle Swarm Optimization* con 6 estudios.

Grid Search consiste en evaluar todas las configuraciones de hiperparámetros de un espacio de búsqueda. A partir de los valores predefinidos para cada hiperparámetro se exploran todas las combinaciones posibles, evaluando los resultados del modelo para cada una. Por su parte, *Genetic Algorithms* es un método de optimización inspirado en la naturaleza que genera una población inicial de individuos, llamados cromosomas, que representan las configuraciones de hiperparámetros. La función de aptitud de cada cromosoma es evaluada mediante una métrica de desempeño y se conservan solamente los individuos más aptos y se generan nuevos individuos a partir de la combinación de los existentes. De manera similar, el *Particle Swarm Optimization* simula el comportamiento de aves buscando comida en un área. Diferentes soluciones potenciales de hiperparámetros son representadas como una partícula en el espacio. Para determinar cuál de las partículas está más cercana a la solución óptima, se calcula su aptitud. Las demás partículas se mueven para estar más cercanas a la solución óptima. Este proceso se repite por una cantidad de iteraciones o hasta que se encuentre una solución satisfactoria.

Técnica	**Cant.**	**Estudios**
Grid Search	53	S1, S3, S4, S5, S6, S8, S10, S11, S12, S14, S15, S17, S18, S19, S20, S22, S23, S24, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32, S33, S34, S35, S36, S38, S39, S40, S41, S42, S43, S44, S46, S47, S48, S49, S50, S51, S52, S55, S56, S57, S58, S59, S60, S62, S63, S65, S66
Genetic Algorithm	8	S18, S37, S42, S45, S53, S54, S66, S67
Particle Swarm Optimization	6	S2, S12, S13, S25, S31, S37
Tabu Search	3	S2, S40, S64
Random Search	2	S21, S40
Las técnicas siguientes fueron reportadas en un estudio: Bee's Algorithm [S61], Hill Climbing [S7], K-Fold Cross-Validation [S16], Linear Size Adjustment [S37], Online Supervised Tuning Procedure [S7], Regression Towards the Mean [S37] y Satin Bowerbird Optimization [S25].		

Tabla 2 – Técnicas de ajuste de hiperparámetros

La Tabla 3 lista los algoritmos de ML reportados en los estudios de EES. En total se identificaron 18 técnicas de ML utilizadas para la construcción de modelos de EES. Las técnicas más utilizadas reportadas fueron: *Neural Networks* con 39 estudios, *Regression Trees* con 35, *Regression*s con 31estudios, *Case Based Reasoning* con 29 y *Support Vector Regression*s con 29 estudios.

Los hiperparámetros estudiados para las *Neural Networks* corresponden principalmente a la arquitectura de la red (cantidad de capas ocultas o intermedias y la cantidad de neuronas en cada una de estas capas), valores de ajuste del entrenamiento (tasa de aprendizaje, *momentum*, épocas de entrenamiento) y la función de activación. En la EES se ha investigado principalmente arquitecturas pequeñas, usualmente una capa

oculta con menos de 20 neuronas. Entre los hiperparámetros estudiados para los *Regression Trees* se encuentran la profundidad máxima del árbol y los criterios para determinar si se divide un nodo (función de partición, cantidad mínima de instancias por hoja, incremento mínimo de rendimiento o varianza). En el caso de *Regression*, las regresiones lineares, polinomiales, logarítmicas, o modelos múltiples no cuentan con hiperparámetros, pero han sido estudiadas en conjunto con otros algoritmos para generar modelos complejos, o como líneas base. *Case Based Reasoning* ha sido estudiando principalmente mediante *analogy based estimation* y analizando 3 hiperparámetros: la cantidad de casos similares a considerar, la función de distancia para determinar los casos más cercanos, y la función de ajuste. Para la *Support Vector Regression* se han estudiado hiperparámetros para aumentar la cantidad de dimensiones y facilitar la búsqueda de un margen de separación. En este caso se han ajustado la penalización por errores (complejidad), el tamaño del margen de tolerancia de errores, la función de *kernel*, y el parámetro para la función de *kernel*.

Algoritmo	**Cant.**	**Estudios**
Neural Network	39	S3, S5, S6, S8, S9, S10, S11, S12, S15, S17, S18, S19, S20, S22, S23, S25, S27, S29, S30, S32, S33, S34, S36, S41, S42, S46, S47, S49, S51, S53, S54, S55, S58, S59, S60, S61, S63, S66, S67
Regression Tree	35	S1, S5, S6, S7, S8, S10, S11, S12, S14, S15, S18, S19, S20, S22, S23, S25, S28, S29, S30, S32, S34, S35, S41, S43, S46, S47, S51, S55, S57, S59, S60, S61, S62, S63, S66
Regression	31	S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S14, S15, S17, S19, S22, S23, S25, S28, S29, S32, S35, S40, S41, S43, S49, S50, S55, S58, S59, S60, S61, S64, S65
Case Based Reasoning	29	S4, S8, S13, S18, S21, S22, S24, S26, S28, S29, S32, S34, S35, S37, S40, S43, S44, S45, S47, S48, S50, S52, S55, S56, S59, S61, S62, S64, S65
Support Vector Regression	29	S3, S5, S6, S8, S9, S10, S11, S12, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S22, S28, S30, S31, S38, S39, S40, S42, S53, S54, S55, S60, S64, S66, S67
Ensemble	17	S4, S5, S6, S12, S14, S20, S22, S30, S41, S42, S46, S47, S49, S52, S57, S59, S63
K Nearest Neighbors	16	S3, S5, S6, S9, S10, S12, S14, S15, S20, S22, S23, S28, S30, S41, S46, S51
Los siguientes algoritmos de ML fueron reportados en 10 estudios o menos: Bagging [S7, S8, S10, S22, S46, S47, S51, S53, S63, S67], Random Forest [S1, S3, S6, S8, S11, S18, S22, S28], Boosting [S3, S6, S8, S11, S22, S60], Stacking [S6, S8, S28, S62], Bayesian Model [S6, S22, S28], Rule Based Estimation [S22, S46], Gaussian Process [S22], Genetic Algorithm [S2], K-Means Clustering [S28], Particle Swarm Optimization [S2] y Relevance Vector Machines [S10].		

Tabla 3 – Algoritmos de ML

Se identificaron 5 técnicas de validación cruzada (*Cross-Validation*): *Leave-One-Out Cross-Validation* fue reportada en 32 estudios [S4, S5, S8, S11, S12, S13, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S26, S27, S29, S30, S35, S36, S37, S40, S41, S44, S49, S50, S53, S55, S56, S60, S62, S64, S66], *K-Fold Cross-Validation* en 27 [S1, S3, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S25, S27, S28, S31, S32, S38, S39, S40, S43, S50, S54, S59, S61, S62, S65, S66], *Hold-out Split* en 24 [S1, S2, S3, S9, S17, S18, S22, S33, S34, S38, S42, S45,

S46, S47, S52, S53, S54, S55, S58, S60, S63, S64, S66, S67], *Online* en 4 estudios [S7, S45, S51, S57] y finalmente*, Blocked Cross-Validation* en un estudio [S6]. Para la EES se recomienda *Leave-One-Out Cross-Validation* ya que las particiones generadas por este algoritmo son determinísticas, incrementando la replicabilidad de los resultados de las evaluaciones.

Con respecto a los algoritmos de pre procesamiento se reportaron 22 distintas: *Unit Range [0,1]* en 21 estudios [S8, S15, S17, S19, S25, S26, S31, S32, S33, S34, S37, S38, S39, S41, S43, S45, S46, S53, S60, S62, S67], *Logarithm* en 13 [S8, S14, S15, S17, S35, S40, S41, S47, S50, S55, S58, S61, S64], *K Nearest Neighbors* en 7 [S10, S13, S46, S47, S50, S51, S63], *K-Means Clustering* en 5 estudios [S46, S47, S50, S55, S63] al igual que *Principal Component Analysis* [S3, S8, S27, S41, S42] y *Standardization* [S3, S10, S14, S15, S49]. *One-hot Encoding* fue reportado en 4 estudios [S3, S10, S35, S55] y *Binning* [S3, S66], *BoxCox* [S15, S55], *Cook's Distance* [S15, S50], *Interquartile Range* [S15, S50], *Mean* [S34, S54], *Median* [S54, S55], *Unit Range [-1,1]* [S34, S58] en 2 estudios. Finalmente, los siguientes fueron reportados en 1 estudio: *Binary Encoding* [S49], *Jarque-Bera Test* [S15], L*east Trimmed Squares* [S50], *Listwise Deletion* [S34], *Mantel Leverage Metric* [S50], *Random* [S54], *Support Vector Regression* [S13], y *Z-Score* [S15]. El *Unit Range [0, 1]* se utiliza para eliminar el sesgo de la escala de unidad de las variables, y la transformación *Logarithmic* para que los datos cumplan los supuestos de normalidad. El método de imputación de datos faltantes más reportado es *K Nearest Neighbors* dado que considera las propiedades de los datos.

Las técnicas de selección de atributos reportadas fueron 9: *Correlation Based Feature Selection* en 10 estudios [S4, S5, S6, S15, S20, S24, S34, S41, S58, S63], *Genetic Algorithm* en 5 [S18, S42, S53, S66, S67], *Pearson correlation* en 4 [S4, S5, S9, S40], *RReliefF Based Feature Selection* en 3 [S4, S5, S20], *Backward Feature Elimination* en 2 [S8, S55] y *Exhaustive Search* [S35], *Particle Swarm Optimization* [S31], *Principal Component Analysis* [S24] y *Regression* [S41] en un artículo. Cabe resaltar que *Genetic Algorithms* y *Particle Swarm Optimization* han sido utilizadas para la selección de atributos y el ajuste de hiperparámetros.

4.2. Conjuntos de datos

La Tabla 4 muestra los estudios por los conjuntos de datos reportados para las evaluaciones de los modelos de EES clasificados con respecto a su repositorio de origen. El repositorio de datos más utilizado es el repositorio abierto PROMISE. Este contiene conjuntos de datos *sigle-company* (*Deshanrais, Albrecht, Kemerer*) como *cross-company* (*Miyazaki94, Coco-moNasa2 o Nasa93*). La mayoría de estos conjuntos contienen menos de 100 proyectos, en la mayoría de casos. El repositorio del *International Software Benchmarking Standards Group* (ISBSG, R8, R10, R11) es *cross-company* y contiene proyectos de múltiples compañías alrededor del mundo. Por ejemplo, el *release* 11 está conformado por 5052 proyectos de 24 países distintos. Dada la gran cantidad de organizaciones y sus diferentes prácticas, los datos de este conjunto deben ser pre procesados previo a su uso para estimación. El conjunto *Open* se refiere a los repositorios de datos que se encuentran disponibles de manera abierta (*NasaBailey* y *KotenGray*). Estos se componen de datos *single-company*, reportando menos de 50

proyectos. El origen de datos *Tukutuku* corresponde con proyectos de desarrollo web. Se identificaron 3 conjuntos de datos privados que corresponden a la compañía IBM, y finalmente, un estudio utilizó 2 conjuntos de datos generados de manera artificial, marcados como *Artificial*.

Tipo	Cant.	Conjuntos de datos y estudios
PROMISE	52	Desharnais [S2, S4, S5, S8, S9, S12, S13, S14, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S26, S27, S29, S31, S34, S35, S40, S42, S44, S45, S46, S47, S48, S50, S52, S53, S55, S56, S58, S59, S61, S62, S63, S65, S66, S67]. Cocomo81 [S1, S2, S4, S5, S8, S10, S12, S13, S14, S16, S18, S19, S20, S21, S23, S24, S26, S27, S35, S36, S37, S42, S44, S46, S47, S48, S53, S55, S57, S61, S62, S63, S66, S67]. Albrecht [S4, S5, S8, S12, S13, S18, S19, S20, S22, S24, S25, S26, S27, S30, S35, S37, S40, S42, S44, S48, S53, S61, S62, S66]. Kemerer [S8, S12, S13, S14, S16, S18, S19, S20, S21, S24, S25, S26, S35, S37, S40, S44, S48, S53, S61, S62, S66]. Maxwell [S8, S10, S14, S21, S22, S23, S24, S26, S33, S35, S37, S40, S42, S44, S48, S51, S55, S59, S61, S62]. CocomoNasa2 [S2, S8, S10, S17, S21, S22, S24, S37, S44, S46, S47, S48, S57, S61, S63]. China [S4, S5, S12, S13, S20, S21, S24, S26, S33, S35, S37, S40, S48, S62]. Miyazaki94 [S4, S5, S8, S12, S13, S14, S20, S24, S30, S40, S42, S44, S48, S52]. Telecom [S14, S26, S35, S37, S40, S44, S48, S61]. CocomoSDR [S8, S22, S24, S44, S46, S47, S63]. CocomoNasa [S2, S22, S55, S57]. Kitchenham [S10, S34, S48, S51]. USP05 [S34, S48, S55].
ISBSG	29	ISBSG R10 [S7, S10, S26, S34, S35, S45, S46, S47, S51, S57, S61, S62, S63]. ISBSG R8 [S1, S4, S5, S12, S13, S18, S50]. ISBSG R11 [S3, S25, S29, S32, S43, S55]. ISBSG R? [S22, S54]. ISBSG R9 [S58].
Open	18	NasaBailey [S19, S26, S27, S35, S53, S60, S63, S65, S66]. Finnish [S8, S24, S40, S44]. KotenGray [S8, S19, S53, S66]. CF [S43, S56]. Costagliola05 [S39]. Jodpimai18 [S15]. Ziauddin12 [S38].
Tukutuku	5	Tukutuku [S1, S18, S40, S41, S64].
Private	4	ESA [S55]. Euroclear [S55]. Experience [S55]. IT University [S6]. IVR [S16]. Pai13 [S49].
Unknown	3	Bank [S50]. Stock [S50]. Unidentified [S16]. Zakrani18 [S11].
IBM	2	DPS [S43]. RQM [S28]. RTC [S28].
Artificial	1	Moderate [S29]. Severe [S29].

Tabla 4 – Conjuntos de datos de estimación de esfuerzo

4.5. Discusión

Los estudios identificados establecen la complejidad de la selección de los valores de los hiperparámetros manualmente para los distintos algoritmos de ML. Para abordar este problema los autores plantean el uso de las técnicas de ajuste automático [S4, S7, S11, S12, S13, S16, S20, S21, S26, S33, S35, S37, S40, S45, S51, S61, S62, S63, S64, S66]. Sin embargo, también se ha reportado la falta de técnicas de ajuste [S7, S12, S41] y distintas limitaciones en estas técnicas de ajuste y en los algoritmos de ML [S1, S2, S4, S6, S10, S12, S13, S16, S17, S18, S19, S20, S24, S31, S32, S35, S40, S45, S55]. Los autores plantean la necesidad de técnicas que guíen las búsquedas de hiperparámetros a partir de las características de los conjuntos de datos.

El teorema de "*No Free Lunch*", que establece que no existe un modelo de aprendizaje universal para resolver todos los problemas, ha sido reportado por los autores en el campo de la EES [S1, S2, S5, S9, S12, S14, S15, S16, S18, S20, S22, S24, S26, S30, S41, S42, S52, S61, S63]. Para distintos conjuntos de datos, un algoritmo de ML puede obtener resultados contradictorios, por lo que se ha establecido la necesidad de estudios comparativos [S18, S41, S55] y la implementación de métricas estandarizadas para la comparación sin sesgo entre estudios [S24, S35, S55, S66]. Dado este problema, los autores reportan las limitaciones para la generalización de los resultados. Estas limitaciones se incrementan dada la cantidad y tamaño de los conjuntos de datos disponibles para este tipo de estudios [S9, S55].

La necesidad de evidencia empírica sobre la efectividad de las técnicas de ajuste de hiperparámetros para los algoritmos de ML ha sido reportado [S8, S10, S11, S13, S15, S16, S17, S18, S30, S34, S44, S50, S51, S58, S63]. Esto incluye investigaciones relacionadas con la construcción de algoritmos de ensamblaje de ML [S8, S18, S30, S60], la evaluación de algoritmos de ML [S16, S17], la evaluación del impacto del ajuste de hiperparámetros [S51], el uso de los métodos de *kernel* [S44], técnicas de imputación de valores faltantes [S13], técnicas de detección y eliminación de valores atípicos [S50], análisis de importancia de variables de entrada [S58], estimación en intervalos [S10], estimación ágil [S11] y a través del ciclo de vida de desarrollo [S15]. Los estudios indican que la estabilidad de las estimaciones depende de distintos factores durante la construcción de los modelos de EES (conjuntos de datos, transformaciones, selección de atributos e hiperparámetros) [S8, S12, S17, S18, S20, S24, S26, S37, S41, S46, S51, S61, S66]. Todos estos factores deben ser estudiados y reportados para habilitar la replicación y la agregación de evidencia [S2, S24, S41, S46, S51, S55, S57, S58, S63], lo que implica la mejora en la completitud de los reportes de los estudios.

Los riesgos del sobre y sub ajuste en las estimaciones han sido advertidos en el área [S1, S3, S9, S10, S11, S13, S15, S17, S19, S22, S25, S26, S27, S29, S42, S46, S47, S49, S50, S54, S60, S63, S67]. Asimismo, la baja adopción de estos modelos de estimación en la industria [S2, S3, S16, S19, S53, S55, S66] en comparación con la estimación de juicio experto. Se plantea la necesidad de mejorar los resultados de las estimaciones [S14, S16, S22, S32, S57] y su adaptación para escenarios reales en-línea [S7, S51, S57] para mejorar la adopción.

La dificultad y el costo de recolección de datos [S7, S44, S47, S53, S58], la calidad de los datos recolectados [S4, S6, S7, S13, S16, S18, S24, S50, S59, S62], los valores faltantes [S4, S13], la heterogeneidad [S7, S16] y los valores atípicos [S4, S16, S18, S50, S62] de los conjuntos de datos fueron reportados como restos del área. Finalmente, el costo computacional de las técnicas de ajuste ha sido indicada estableciendo la necesidad de técnicas más eficientes [S14, S26, S32, S34, S40, S44, S45, S48, S53, S62, S67].

5. Conclusiones

En este trabajo se identificaron estudios de ajuste de hiperparámetros en el contexto de la EES. Hemos reportado las técnicas de ajuste automático, los algoritmos de ML,

los conjuntos de datos y las métricas de desempeño utilizadas para evaluar los modelos de EES. Los resultados ofrecen un mapeo que puede servir como guía para la selección de técnicas y algoritmos para estudios en EES. La clasificación de técnicas de ajuste indica que *Grid Search*, *Genetic Algorithms* y *Particle Swarm Optimization* son las más utilizadas. En cuanto a los algoritmos de ML, las *Neural Networks*, *Regression Trees*, *Regressions*, *Case Based Reasoning* y *Support Vector Regressions* son las más evaluadas. Asimismo, los estudios reportan múltiples algoritmos de validación cruzada, pre procesamiento y selección de atributos que se han combinado para evaluar el impacto en los resultados de las estimaciones.

Basado en los resultados del mapeo se identifican posibles problemas abiertos en el área de ajuste automático de hiperparámetros. No solo se deben realizar estudios comparativos para evaluar el impacto de las técnicas de ajuste automático en la exactitud de los modelos de EES, sino también estudiar nuevas técnicas que reduzcan la cantidad de hiperparámetros seleccionados, manteniendo la exactitud de las estimaciones. Se requiere la evaluación de la efectividad de los ensambles de algoritmos de ML (y sus hiperparámetros) en la EES. Las técnicas de ajuste no solo deben ser utilizadas en los algoritmos de ML que determinan el modelo, sino también cuando en las etapas de pre procesamiento y selección de atributos, si los algoritmos utilizados lo permiten. Se requiere la evaluación de nuevos conjuntos de datos y de la industria. El uso de estrategias que se acerquen a la práctica de la industria, tal como la estimación en-línea, debe ser evaluada. Los investigadores deben utilizar métricas de exactitud estandarizadas para habilitar la comparación de resultados independientemente de los conjuntos de datos.

Agradecimientos

Este estudio fue apoyado por la Universidad de Costa Rica No. 834-B8-A27. Nuestro agradecimiento al Empirical Software Engineering Group (ESEG) de la Universidad de Costa Rica retroalimentación sobre este trabajo.

Referencias

Agrawal, A., Fu, W., Chen, D., Shen, X., & Menzies, T. (2019). How to" DODGE" Complex Software Analytics. IEEE Transactions on Software Engineering.

Araújo, R. D. A., Soares, S., & Oliveira, A. L. (2012). Hybrid morphological methodology for software development cost estimation. Expert Systems with Applications, 39(6), 6129-6139.

Azhar, D., Riddle, P., Mendes, E., Mittas, N., & Angelis, L. (2013). Using ensembles for web effort estimation. In 2013 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (pp. 173-182). IEEE.

Azzeh, M. (2011). Software effort estimation based on optimized model tree. In Proceedings of the 7th International Conference on Predictive Models in Software Engineering (pp. 1-8).

Azzeh, M., Nassif, A. B., & Banitaan, S. (2014). A better case adaptation method for case-based effort estimation using multi-objective optimization. In 2014 13th International Conference on Machine Learning and Applications (pp. 409-414). IEEE.

Boehm, B. W. (1984). Software engineering economics. IEEE transactions on Software Engineering, (1), 4-21.

Corazza, A., Di Martino, S., Ferrucci, F., Gravino, C., Sarro, F., & Mendes, E. (2010). How effective is tabu search to configure support vector regression for effort estimation?. In Proceedings of the 6th international conference on predictive models in software engineering (pp. 1-10).

Corazza, A., Di Martino, S., Ferrucci, F., Gravino, C., Sarro, F., & Mendes, E. (2013). Using tabu search to configure support vector regression for effort estimation. Empirical Software Engineering, 18(3), 506-546.

Dejaeger, K., Verbeke, W., Martens, D., & Baesens, B. (2011). Data mining techniques for software effort estimation: a comparative study. IEEE transactions on software engineering, 38(2), 375-397.

Idri, A., Hosni, M., & Abran, A. (2016). Systematic literature review of ensemble effort estimation. Journal of Systems and Software, 118, 151-175.

Jorgensen, M., & Shepperd, M. (2006). A systematic review of software development cost estimation studies. IEEE Transactions on software engineering, 33(1), 33-53.

Hosni, M., Idri, A., Nassif, A. B., & Abran, A. (2016). Heterogeneous ensembles for software development effort estimation. In 2016 3rd International Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCMI) (pp. 174-178). IEEE.

Hosni, M., Idri, A., & Abran, A. (2017). Investigating heterogeneous ensembles with filter feature selection for software effort estimation. In Proceedings of the 27th International Workshop on Software Measurement and 12th International Conference on Software Process and Product Measurement (pp. 207-220).

Hosni, M., Idri, A., Abran, A., & Nassif, A. B. (2018). On the value of parameter tuning in heterogeneous ensembles effort estimation. Soft Computing, 22(18), 5977-6010.

Hota, H. S., Shukla, R., & Singhai, S. (2015). Predicting Software Development Effort Using Tuned Artificial Neural Network. In Computational Intelligence in Data Mining-Volume 3 (pp. 195-203). Springer, New Delhi.

Kocaguneli, E., Menzies, T., & Keung, J. W. (2013). Kernel methods for software effort estimation. Empirical Software Engineering, 18(1), 1-24.

Lederer, A. L., & Prasad, J. (1995). Causes of inaccurate software development cost estimates. Journal of systems and software, 31(2), 125-134.

Luo, G. (2016). A review of automatic selection methods for machine learning algorithms and hyper-parameter values. Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics, 5(1), 18.

Malhotra, R., Khanna, M., & Raje, R. R. (2017). On the application of search-based techniques for software engineering predictive modeling: A systematic review and future directions. Swarm and Evolutionary Computation, 32, 85-109.

Minku, L. L., & Yao, X. (2013). Ensembles and locality: Insight on improving software effort estimation. Information and Software Technology, 55(8), 1512-1528.

Minku, L. L. (2019). A novel online supervised hyperparameter tuning procedure applied to cross-company software effort estimation. Empirical Software Engineering, 24(5), 3153-3204.

Oliveira, A. L., Braga, P. L., Lima, R. M., & Cornélio, M. L. (2010). GA-based method for feature selection and parameters optimization for machine learning regression applied to software effort estimation. information and Software Technology, 52(11), 1155-1166.

Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. Information and Software Technology, 64, 1-18.

Sehra, S. K., Brar, Y. S., Kaur, N., & Sehra, S. S. (2017). Research patterns and trends in software effort estimation. Information and Software Technology, 91, 1-21.

Song, L., Minku, L. L., & Yao, X. (2013). The impact of parameter tuning on software effort estimation using learning machines. In Proceedings of the 9th international conference on predictive models in software engineering (pp. 1-10).

Wen, J., Li, S., Lin, Z., Hu, Y., & Huang, C. (2012). Systematic literature review of machine learning based software development effort estimation models. Information and Software Technology, 54(1), 41-59.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 16/09/2020
Aceitação/Acceptance: 07/11/2020

UDLOntology: An ontology for education in the diversity

María Viola Deambrosis[1], Regina Motz[1] and María Amelia Eliseo[2]

mvdeambrosis@gmail.com; rmotz@fing.edu.uy; mamelia@gmail.com

[1] Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

[2] Faculdade de Computação e Informática, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brazil

Pages: 319-329

Abstract: An education that values and enhances the skills and strengths of each student incorporates important advantages for learners and educators. However, the teacher is not always prepared to create educational resources that consider such a diversity of skills, especially when including disabled learners. In this context, this paper presents UDLOntology, an ontology in the domain of Education based on Universal Design for Learning principles. Its goal is to infer recommendations of educational materials that best facilitate and stimulate student learning according to their individual learning skills and strengths. UDLOntology together with the SELI course authoring platform (Smart Ecosystem for Learning and Inclusion) will guide and assist teachers and educators in building didactic resources to support and empower people with disabilities. In order to verify the adequacy of the ontology, still under development, in the inference of specific educational materials for each skill, some properties necessary for attending students with Down syndrome were specified. The main UDLOntology goal is to highlight learning skills and strengths rather than disabilities.

Keywords: Ontology, Universal Design for Learning, Down syndrome, Inclusive and equity education.

1. Introduction

Education, information, and autonomy are essential elements in and for people's freedom. Thinking and believing in the universality of education and betting on individual learning skills and strengths rather than disabilities, implies a paradigm shift and therefore a great challenge. This shift allows for talking of "education in the diversity" rather than "inclusive education", and incorporates as well important advantages for learners and educators. From the learner's side one advantage is to highlight and work on positive aspects by identifying learners with characteristics that empower the human being like skills and strengths. Another advantage is preserving the students' privacy by avoiding the need to ask them to select their disabilities to determine their learning profile. From the educators' view, the main advantage is that it comes to professionalized curriculum design, content design, and assessment, specifically for intellectually disabled learners. As mentioned by [11] strengths and skills addressing individual differences has been

shown to have a positive impact on students‘ commitment, hope, and self-perceived academic performance. With the intention to reinforce the education in the diversity we have built the SELI Platform in the context of the Smart Ecosystem for Learning and Inclusion - SELI Project [15] [17], a course authoring tool that guides the teacher to comply with the UDL (Universal Design for Learning) principles in the creation of educational resources. To verify that an educational resource conforms to the principles of UDL, it is necessary to have a formal specification of UDL, on which one can construct a sastifactible model. Furthermore, this specification should help to classify educational resources according to their adherence to UDL principles. Below, we present our ongoing work on the development of a UDL ontology named UDLOntology as a formal specification of this model to be integrated in the future with the SELI Platform to help teachers build courses based on UDL principles.

UDLOntology allows for the inference of recommendations of educational materials that best facilitate and stimulate student learning according to their individual learning skills and strengths. Our work contributes towards building an inclusive education, especially with the goal of supporting and empowering people with learning disabilities, by focusing on using ontologies that enable us to highlight learning skills and strengths rather than disabilities. To illustrate UDLOntology and its contribution to education in the diversity, in this paper we focus on the properties needed for the appropriate educational resources for students with Down syndrome.Although the strengths of people with Down syndrome can vary greatly from person to person, as with other diagnoses of intellectual problems, one of the advantages of using ontologies as a formal model is the possibility that they can be developed in a specialized way, assisting the teacher in choice of appropriate learning resources for these students. Currently UDLOntology is under development. This paper is organized as follows: Section 2 shows the concepts and guidelines of Universal Design for Learning. Section 3 shows some related work in ontologies in the domain of disability and education. Section 4 describes the proposed UDLOntology Framework, and Section 5 presents the conclusions and future work.

2. Universal Design for Learning (UDL)

UDL framework, developed by the Center for Applied Special Technology (CAST), is a set of principles for designing learning elements that provides equal learning to all people regardless of their disabilities, age, gender, or cultural and linguistic background [2]. It is based on the neuroscience research which has identified three primary neurological networks that have a successful impact on the learning: the affective network that impacts the why of learning, the recognition network that impacts the what of learning, and the strategic network that impacts on the how of learning. Based on the three neurological networks, UDL is grounded on three principles: engagement, representation, and action and expression, as shown in Fig. 1.

In addition, each principle has three guidelines that give recommendations on how to access, build and internalize educational resources, together with 31 UDL checkpoints. The “access” row presents recommendations to increase access to the learning goal offering options for perception and physical action. The “build” row presents recommendations to improve the language, expression, and communication. Lastly, the “internalize” row

presents recommendations to empower learners through comprehension and self-monitoring. The ultimate goal of UDL is: "to develop expert learners who are, each in their own way, resourceful and knowledgeable, strategic and goal-directed, purposeful and motivated", as shown in the 4th row of Fig. 1.

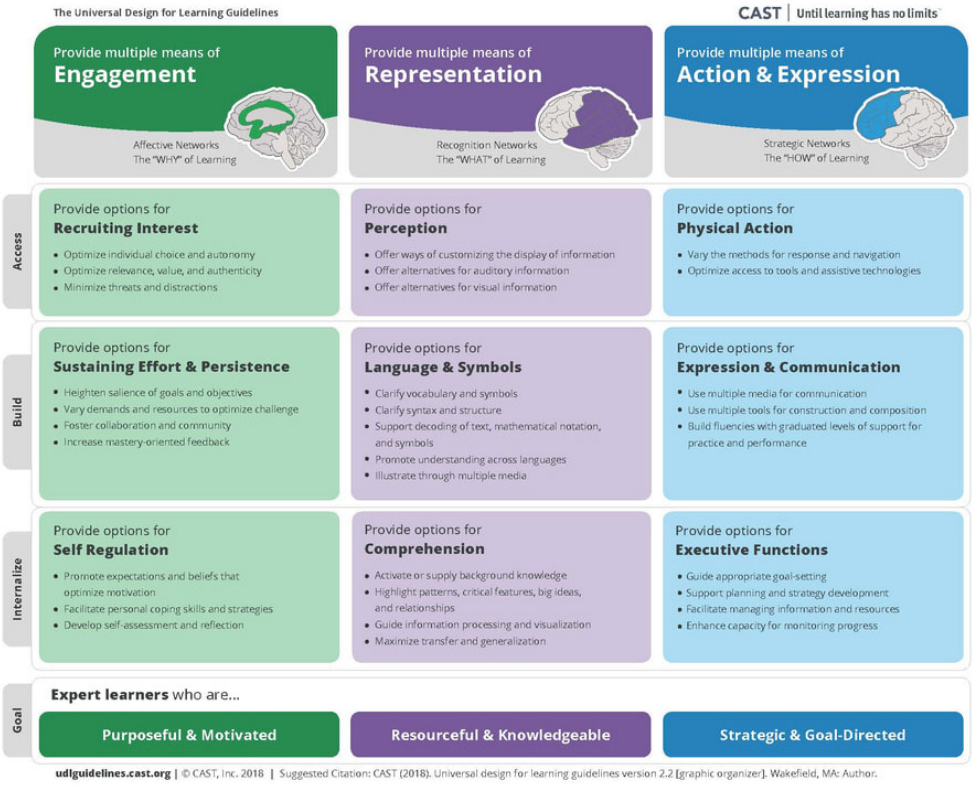


Figure 1 – UDL Guidelines Graphic Organizer (Image obtained from http://www.deaccessproject.org/universal-design-for-learning/udl-guidelines-2-2-2/).

3. Related Work

In this section we present some related work on ontologies in the domain of disabilities and education. Ontologies in the domin of disability are presented in [10] and [19]. They can be used to describe different types of disabilities, to specify user capabilities and needs, and to map user preferences to assistive. Ontologies in education were developed and used for different purposes. OntoEdu, presented in [5], is based on education grid system for e-learning. This ontology is divided in two parts: activity ontology that describes the activities and operations of education and relations and material ontology that describes the educational content organization. There are others that describe students' characteristics with the intention of adapting content or activities that best suit

the student when interacting with virtual learning environments. The work proposed in [13], models students‘ characteristics such as behavior, objective learning preferences, the learning style and the academic performance. However, the model proposed by this author aims at the student‘s profile to be used in Intelligent Tutoring System. In [4] the authors present an ontology designed for accessible OpenCourseWare and built on the accessibility concepts of IMS Learning Global Consortium and the vocabulary structure of the ACCESSIBLE ontology [1]. It was developed with the purpose to map learners´ needs and preferences to digital resources characteristics and adaptations to support learners disabilities. As mentioned in [12] work, ontologies are flexible tools and contribute to the modeling of UDL guides by means of mapping multiple means of representation for educational resources. In addition, [12] states “AccessibleOCW is an ontology that can be taken as a starting point to be extended, reused, or combined with other ontologies to achieve a complete UDL”. However there is no work up to now that models UDL guidelines allowing the inference of recommendations based on learners learning skills and strength, allowing for tailoring of educational resource content, a key point especially for people with intellectual difficulties.

4. UDL Ontology

To delimit the scope of this work, we decided to analyze the representation UDL‘ principle for learners with Down syndrome, within the learning disabilities group according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) [10]. The next subsection presents Down syndrome learning characteristics, abilities, and strength as a starting point to identify how UDL guidelines provide options for addressing representation of learning elements.

4.1. Down Syndrome learning abilities and strengths

People with Down syndrome share some areas of strength and learning cognitive characteristics. Some of their areas of strength are strong visual awareness and visual learning skills, ability to learn and use sign, gesture and visual support, ability to learn and use the written word, ability to learn from pictorial, concrete and practical materials, and routine. As for cognitive learning aspects perception, attention, memory, and reading are the ones we mentioned in this work. From the perception aspect, they have better ability to capture information through visual perception. Consequently, it is recommended to provide alternative visual options such as images, videos, and pictures for better comprehension. From an attentional perspective, they have difficulty fixing attention and focusing it. They also are easily distracted interfering with the learning process. Some of learning recommendations are to keep the working framework and digital resources simple, and to avoid as many distracting stimuli as possible. Another important recommendation is to provide clear and precise instructions, that require short attention time. Regarding memory, they have difficulties to effectively retain, evoke, connect, and transmit different information. As mentioned in perception, it is important to rely on alternative input channels to improve memory. When referring

to literacy they have difficulty handling various information, complex vocabulary, and concepts [18].

They literally understand what they read, making it difficult for them to understand metaphors and double meaning sentences. They also have difficulties in abstraction and conceptualization, making it difficult for them to access complex knowledge. The following communications resources are recommended: Easy Read stands out, as a tool for reading comprehension that facilitates access to information, and Augmentative and Alternative Communication Systems (AAC) to facilitate the understanding of texts and environments.

4.2. How UDL addresses learning abilities

To identify which UDL guidelines can better address people with Down Syndrome abilities we consider the following questions: 1) For perception perspective: What are the sense through which the learners in study can better process or perceive the information?, 2) For attentional perspective: How is the context that better stimulates their attention at the time of learning? , 3) For memory perspective: Which techniques are better suited to improve memory? , 4) For literacy perspective: What are the characteristics of the contents for a better abstraction and conceptualization of concepts and ideas for learners in study?

To answer the above questions, we refer to the UDL Guidelines Graphic Organizer as presented in Fig. 1 and Down syndrome learning characteristics, abilities, and strengths presented in sub-section 4.1. To answer the first question *What are the sense through which the learners in study can better process or perceive the information*?, we see from subsection 4.1 that their strength is on capturing the information through visual perception. As stated in [3], "to ensure access to learning it is important that key information is equally perceptible to all learners by providing the same information through different modalities". Such multiple representations ensure that information is easier to access and comprehend for many ways of perceptions. As per the learners in study they have better ability to capture information through visual perception as mentioned before. Therefore, alternative options such as images, videos, and pictures are recommended for a better comprehension. See Table 1 for recommendations as Checkpoints. Checkpoint 1.3 is an adequate recommendation. As per the first question, to answer the second question *How is the context that better stimulates their attention at the time of learning?* visual alternatives for sound is recommended. In this case, checkpoint 1.2 is the adequate recommendation. For the third question W*hich techniques better suit to improve memory*? information transmitted solely through sound is not recommended for learners who need more time to process information, or who have memory difficulties. So as per the first question, it is also recommended to provide visual alternatives whenever feasible. Lastly, to answer the fourth question W*hat are the characteristics of the contents for a better abstraction and conceptualization of concepts and ideas?*, educators can address it by applying UDL Guideline [2], more specifically the recommendation: "Clarify syntax, instructions and vocabulary, and Illustrate through multiple media". Checkpoint 2.1, 2.2 and 2.5 are adequate alternatives.

4.3. UDLOtology for Down Syndrome

In this section we present the process we went through to design UDLOntology. We first identified a potential group of important concepts. To prepare this first group of terms, we applied the "brainstorming" technique, the consultation of documentary sources on learning skills for people with intellectual disabilities, and the study of the UDL Guidelines. Once this first group of terms was obtained, a short natural language description was added to each term to clarify concepts, identify possible synonyms and verify for equivalent terms in other ontologies. We then went through a conceptualization process where we improved the list by adding and removing some terms, we identified the main concepts of the model, and we organized them in groups. We identified the following main concepts: *UDLLearner*, *LearningAbility, UDLGuideline, UDLCheckPoint, AccessMode, ContentAdaptation,* and *EducationalResource*. *LearningAbility* represents the learning abilities a learner can have. *UDLGuideline* models the UDL guidelines as explained in Section 2.

Learning aspects	Strength & Abilites	Learning abilites	UDL Guideline	UDL Guideline checkpoint
Perception	They have better ability to capture information through visual perception	Visual Multimedia media ilustrations	1: Perception Offer visual means of representation to sound and voice.	1.2: Share information in more ways than sound and voice alone
Attention	They better work within simple framework and minimum stimuli. They are strong at clear and consice instructions	Clear syntax instructions and vocabulary	1: same as perception 2: Language & Symbols Clarify vocabulary and symbols	1.2: same as perception 2.1 : Construct meaning from words, symbols, and numbers using different representations
Memory	They have better ability to capture information through visual perception	Visual Multimedia media ilustrations	1: Same as perception	1.2 same as perception
Literacy	Provide alternative representations that clarify the syntactic or structural relationships between elements of meaning. Recommended communications resources : Easy Read and AAC	Clear syntax instructions and vocabulary	2: Language & Symbols Clarify syntax and structure Ilustrate through multiple medias	2.1 : Same as memory 2.2 : Make the patterns and properties of systems like grammar, musical notation, taxonomies, and equations explicit. 2.5 : Make learning come alive with simulations, graphics, activities, and videos

Table 1 – Relation between Down syndrome learning abilities and UDL Guidelines.

Checkpoint defines UDL guidelines recommendations for learning abilities. *AccessMode* is the sense through witch a resource can be percived. Once the main concepts were identified, we identified and defined binary relations among the main concepts. We came up with the following object properties: *hasLearningAbility* links *UDLLearner to LearningAbility, matchUDLGuideline* links *LearningAbility to UDLGuideline, has_UDLGuideline* links *UDLGuideline to UDLCheckPoint, UDLCP_hasContentAdapt* links *UDLCheckPoint to ContentAdaptation,* and *UDLCP_hasAccessMode* links *UDLCheckPoint to AccessMode* as is depicted in Fig. 2.

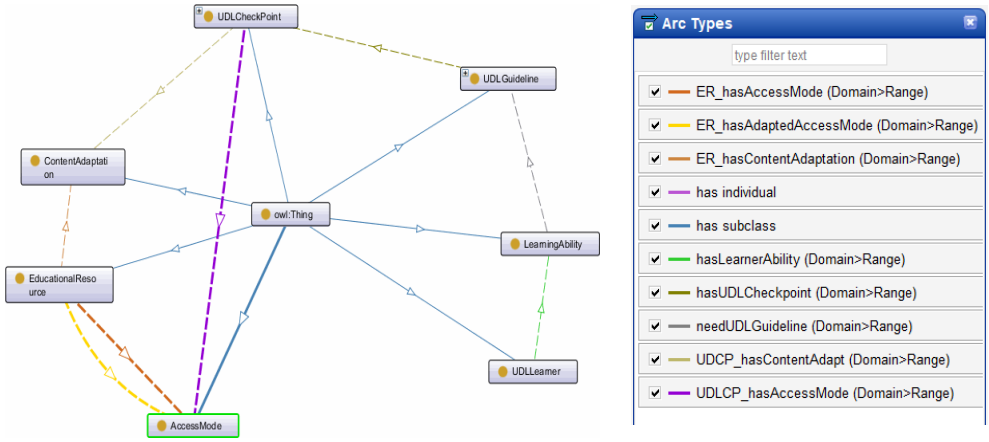


Figure 2 – Ontology – Conceptual Model in Protegee

Once we had a UDLOntology conceptualization we selected those concepts from IMS AfA [6] that best fit the conceptual model. As mentioned in the introduction, the IMS AfA promotes inclusion by enabling the matching of the characteristics of resources to the needs and preferences of individuals. IMS AfA standard v3.0 has two parts: the "Personal Needs Preferences" (PNP) [8], that describes the learner's needs and preferences, and the "Digital Resources Description" (DRD) [9], that describes the resources´ characteristics. The potential and benefits in the use of IMS AfA DRD are in the capability to use Open Educational Resources, and the concept of equivalent resources as suggested by the UDL. IMS considers that primary digital resources can have several equivalent resources with different access modes. Primary and equivalent resources will have different access mode but within the same domain. We selected two attributes from IMS AfA v3.0 specification for educational elements (DRD): the access mode (*AccessMode*) and the educational complexity of the resource (*EducationalComplexityOfAdaptation*).

For the design of UDLOntology we first unified from Table 1 those learning abilities that share the same UDL Guidelines and checkpoint. Next, we mapped UDL checkpoints with the IMS DRD selected above and defined values Visual, EasyRead, and Pictogram 1.2, 2.1 and 2.2 checkpoints respectively as shown in Table 2. Based on [14], we then integrate the result of the above process to AccessibleOCW ontology. We extended *UDLLearner* form *Learner*, and *EducationalResource* from *DigitalResource*.

4.4. Reasoning Process

To evaluate the model we define the instance Learner_DownSyndrom for UDLearner class, and EducationalResource1, EducationalResource2 and EducationalResource3 instances for EducationalResource class. EducationalResource2 and EducationalResource3 are adaptation from EducationalResource1. Since UDLLearner extendes Learner class form AccessibleOCW as stated above, we link Learner_DownSyndrom to Down_Syndrom as

defined by ACCCESIBLE. We also link two learning strength to Learner_DownSyndrom: ClearSyntaxInstruccionVocabulary and MultiMediaIustrations as presented in Fig. 3.

Learning abilities	UDL Guideline checkpoint	DRD	Value
Visual Multimedia media ilustrations	1.2: Share information in more ways than sound and voice alone	AccessMode	visual
Clear syntax instructions and vocabulary	2.1 : Construct meaning from words, symbols, and numbers using different representations 2.2 : Make the patterns and properties of systems like grammar, musical notation, taxonomies, and equations explicit.	EducationalComplexityOfAdaptation	EsayRead Pictogram

Table 2 – Learning abilities & UDL Guidelines checkpoint & DRD mapping

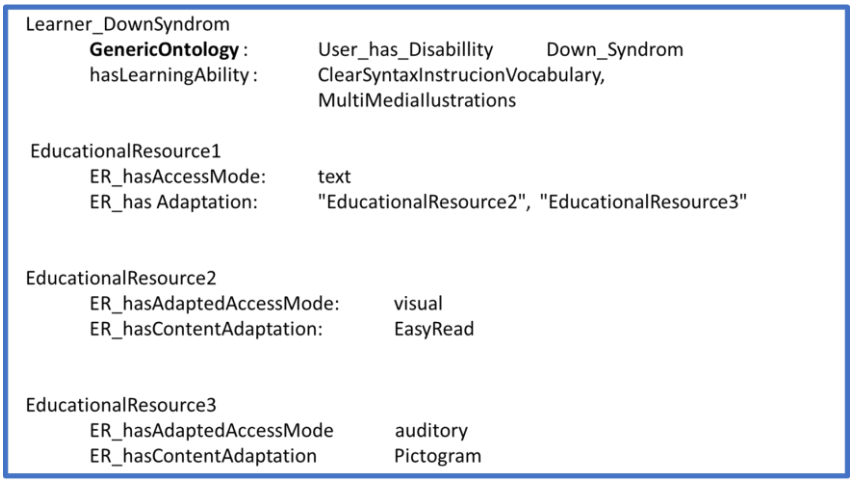


Figure 3 – Simplified Learner profile and educational resources.

To evaluate the ontology, we use the simplified learner profile and resources representation only with the properties that make to our objective, *hasAccessMode*, *hasReqAccessMode* and *hasAdaptedAccesMode*, as depicted in Fig. 1. The learner is a *Learner_lowVision* and has a *colour_blindness* disability (according to ACCESIBLE ontology). It requests for an auditory alternative for visual digital resources. digitalResource1 is visual digital resource and has two adapted digital resources: digitalResource2 and digitalResource3.

digitalResource2 is an adaptation resource of digitalResource1 with textual alternative and digitalResource3 is an adaptation resource of digitalResource1 with audio alternative. To semantically answer the research question, the rule used to map learner with appropriate digital resource is depicted in Fig. 4.

All the properties constraints on the rules are asserted except for *hasAccess* that is inferred. The reasoning process is the following: 1 – *hasReqAccessMode* (*Learner_lowVision*, *visual_auditory*) *auditory* is the access mode a learner with low vision disability seeks, either in an adaptation or an original resource, as a replacement for *visual* access mode. 2 - *accessMode_existingAccessMode* (*visual_auditory* , *visual*) maps for the existence of the original access mode *visual* given a requested access mode (*visual_auditory*). 3 - *accessMode_adaptionRequest (visual_auditory*, *auditory*) maps for the alternative access mode *auditory* given a requested access mode (*visual_auditory*). 4 a – ***hasAccessMode*** **(** x, *auditory*) maps for a digital resource with access mode *auditory*. In the scenario that there is **no map,** 4 b - **hasAdaptedAccessMode (**x, *auditory*) maps for access mode equal to *auditory*, of the digital resource that is being adapted.

hasLearningAbilities(Learner_DownSyndrom, ClearSyntaxInstrucionVocabulary, MultiMediaIllustrations)
AND [(**matchUDLGuideline** (ClearSyntaxInstrucionVocabulary, Perception) OR
(**matchUDLGuideline** (MultiMediaIllustrations, LanguageSymbols)]

AND [(**hasUDLCheckPoint**(Perception, CheckPoint_1.1) OR
(**hasUDLCheckPoint**(LanguageSymbols, CheckPoint_2.1 or CheckPoint_2.2 or CheckPoint_2.5)]

AND [**UDLCP_hasAccessMode (** CheckPoint_1.1, visual)

AND [**UDLCP_hasContentAdapt** (CheckPoint_2.1, CheckPoint_2.2, CheckPoint_2.5,
EasyRead or Pictograms)]

AND [(**ER_hasAccessMode** (x , visual) OR
ER_hasAdaptedAccessMode (x, visual) OR **ER_ContentAdaptation** (x, EasyRead or Pictogram))

→ **hasAccess**(Learner_DownSyndrom, x)

Figure 4 – Simplified Learner profile and educational resources

5. Conclusions and Future work

In this work we present an ontology in the Education domain based on UDL principles and IMS AfA named UDLOntology, that extends some clases of AccessibleOCW Ontology. UDLOntology focused on individual learning skills and strengths rather than disabilities. It models learning abilities based on UDL Guidelines and checkpoints resulting in a flexible ontology, and presents advantages for both, learners and teachers. For learners‘ side, the UDLOntology avoids the need to ask for their disabilities to determine the learning profile preserving their privacy. As per the teacher´s, it is a reference for inclusive curriculum design, content design, and assessment, based on

learning abilities and strengths. Our work contributes towards building an inclusive education, especially with the goal of supporting and empowering people with learning disabilities, by focusing on using ontologies that enables to highlight learning skills and strengths rather than disabilities.

As future work, we will insert new educational resources, complementing UDLOntology, and mapping the learning and strength skills of all students with intellectual disabilities to the three principles of the UDL Guidelines: Commitment, Representation and Action and Expression, contributing to the development of expert learners in accordance with UDL objectives. We will also add ULDOntology to the SELI course authoring platform to guide teachers in creating educational resources that adapt to the learning skills of each student during their course design.

Acknowledgment. The research presented in this publication was carried out in the Smart Ecosystem for Learning and Inclusion ERANETLAC Project and received funds from the National Agency for Research and Innovation of Uruguay (ANII) with the code ERANET_R & I_2018_1_1008465.

References

ACCESSIBLE Project. http://www.accessible-eu.org/index.php/ontology.html [Last access 17/4/2020].

CAST, UDL. http://www.cast.org/. [Last access 17/4/2020].

CAST, UDL Guidelines. http://udlguidelines.cast.org/representation/perception/. [Last access 20/7/2020].

Elias, M., Lohmann, S., & Auer, S. (2018). "Ontology-Based Representation for Accessible OpenCourseWare Systems". Information, 9, 302.

Guangzuo, C., Fei, C., Hu, C., & Shufang, L. (2004, May). OntoEdu: a case study of ontology-based education grid system for e-learning. In GCCCE2004 International conference, Hong Kong (pp. 1-9). Citeseer.

IMS Global AccessForAll (AfA), https://www.imsglobal.org. [Last access 17/4/2020].

IMS Global Access for All (AfA) First Version 3.0 Specification Public Draft 1.0 (2012) . [Last access 17/4/2020].

IMS AFA PNP, https://www.imsglobal.org/accessibility/afav3p0pd/AfA3p0_PNPinfoModel_v1p0pd.html. [Last access 17/4/2020].

IMS AFA DRD, https://www.imsglobal.org/accessibility/afav3p0pd/afav3p0_drdBinding_v1p0pd/afav3p0_drdBinding_v1p0pd.html

International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). https://www.who.int/. [Last access 17/4/2020].

Madden, W., Green, S. & Grant, A. M. (2011). A pilot study evaluating strengths-based coaching for primary school students: Enhancing engagement and hope. International Coaching Psychology Review, 6(1), 71-83

M. V. Deambrosis, R. Motz and M. A. Eliseo, „Why the Universal Design Learning needs an Ontology?," 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies

Panagiotopoulos, I., Kalou, A., Pierrakeas, C., & Kameas, A. (2012, September). An ontology-based model for student representation in intelligent tutoring systems for distance learning. In IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations (pp. 296-305). Springer, Berlin, Heidelberg.

Eliseo, M.A., Silveira, I.F., Amato, C.H., Oyelere, S.S., Tomczyk, Ł., Akyar, Ö.Y., Silva, C.A., Hercovici, M., Martins, V.F. (2020). Framework to Creation of Inclusive and Didactic Digital Material for Elderly. 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), IEEE.

Martins, V., Oyelere, S. S., Tomczyk, L., Barros, G., Akyar, O., Eliseo, M. A., ... & Silveira, I. F. (2019, November). A blockchain microsites-based ecosystem for learning and inclusion. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) (Vol. 30, No. 1, p. 229).

University Students' Strengths Associated with an Optimal Academic and Professional Performance. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 141. 30-34. 10.1016/j.sbspro.2014.05.008

Tomczyk, L., Oyelere, S. S., Amato, C., Martins, V. F., Motz, R., Barros, G., ... & Muñoz, D. (2020). Smart Ecosystem for Learning and Inclusion-assumptions, actions and challenges in the implementation of an international educational project. In Adult Education 2019-in the Context of Professional Development and Social Capital. Proceedings of the 9th International Adult Education Conference. Czech Andragogy Society.

Morgan, Michelle & Moni, Karen & Jobling, Anne. (2004). What's it all about? Investigating reading comprehension strategies in young adults with Down syndrome. Down's syndrome, research and practice : the journal of the Sarah Duffen Centre / University of Portsmouth. 9. 37-44. 10.3104/reports.290.

The Foundational Model of Anatomy (FMA) https://bioportal.bioontology.org/ontologies/FMA . [Last access 17/4/2020].

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 09/10/2020
Aceitação/Acceptance: 05/12/2020

IoT nas Smart Cities: Revisão da literatura

Pedro Oliveira[1], Isabel Pedrosa[1,2], Jorge Bernardino[3]

a2019150905@alumni.iscac.pt; ipedrosa@iscac.pt; jorge@isec.pt

[1] Coimbra Business School | ISCAC, Polytechnic of Coimbra, Quinta Agrícola, 3045-231, Coimbra, Portugal

[2] Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) ISTAR-IUL, Av. Forças Armadas, Lisboa, Portugal

[3] Instituto Politécnico de Coimbra -ISEC, i2A – Instituto de Investigação Aplicada, Lagar dos Cortiços, 3045-093, Coimbra, Portugal

Pages: 330-343

Resumo: Com o aumento das capacidades tecnológicas e o uso, em particular, da Internet das Coisas (IoT) e o crescente aumento de dados gerados pelas indústrias, comércio, serviços financeiros, ciências, educação, administração pública, serviços de saúde e indivíduos, a sociedade e a vida quotidiana ficam cada vez mais dependentes da segurança e qualidade dos dados. Tal representa um desafio a nível mundial e está englobado em todos os tipos de sociedade a nível global. A IoT e as smart cities, estão em constante mudança, para um paradigma de digitalização e transformação digital, quer de documentos, quer de tecnologias. Utilizou-se revisão da literatura (estado da arte) nesta área de estudo. Identificaram-se, ainda, temas para estudo futuro, que possam representar uma mais valia, para as mais diversas comunidades.

Palavras-chave: Business intelligence; IoT; Smart Cities; Data Warehouse.

IoT in Smart Cities: Literature Review

Abstract: Technology capabilities are increasing worldwide, and specially Internet of Things (IoT) and rapid growth of data by industries, commerce, financial services, education, public administration, healthcare services, people's personal data, society and daily life remain more and more dependent of data security and quality. Therefore, there is a worldwide challenge, which is involving every single society globally. IoT and smart cities are constantly changing, towards a digitalization and digital transformation, not only documents but also technologies. Literature review (state of the art) was used in this study area. The identified themes are suitable for further studies, as well as, an asset for the most diverse communities.

Keywords: Business intelligence; IoT; Smart Cities; Data Warehouse

1. Introdução

Atualmente, é esperado que no ano de 2025, existam 41,6 mil milhões de dispositivos IoT (Internet of Things) conectados, estimando-se que produzam nesse ano 79,4 ZB de dados

(Business Wire, 2019). No entanto, a previsão quanto a tal cenário varia consoante quem realiza o estudo: cada empresa apresenta dados relativamente diferentes (Forbes, 2018), mas o que se pode ter, como uma base certa, é o crescente aumento de comunicação de dados a nível global e o aumento do número de dispositivos ligados. Atendendo a esta realidade, é de vital importância, saber o que fazer com a variedade, volume e complexidade dos dados gerados neste cenário.

Esta quantidade enorme de dados apresenta desafios, mas também dificuldades em lidar com uma enormidade, nunca antes vista de dados.

Este estudo apresenta conceitos e ideias para ajudar a armazenar, descartar, gerir e organizar estes dados, para que seja possível criar novo conhecimento, através da análise de dados, aplicado ao conceito de IoT nas smart cities.

A decisão de se optar pelas smart cities assenta, segundo estudo da PwC (PriceWaterHouseCoopers), em quatro pilares fundamentais: 1) serviços mais eficientes e 2) eficazes, 3) fatores ambientais e 4) demográficos, e na possibilidade de as cidades se transformarem continuamente (PWC, 2017). É possível percecionar que as smart cities tenham comportamentos endógenos, que nascem da necessidade da própria cidade, mas que centram o seu núcleo exogenamente, providenciam informação relevante e atempadamente (baixa latência), com a mais alta taxa de fiabilidade possível à comunidade local, mas com a possibilidade global.

Existe a necessidade cada vez maior de conectar as cidades com dispositivos IoT, esta conexão é o que se designa por smart cities, ou cidades inteligentes. A necessidade desta conexão, existe devido a diversos fatores (Business Insider, 2020): 1) melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, através da melhoria dos serviços, 2) redução de custos em infraestruturas, 3) qualidade dos edifícios, 4) conservação energética, 5) ambientais, 6) sociais, 7) segurança.

Com a massificação dos dados nos próximos anos, cabe encontrar soluções para a IoT e smart cities, que providenciem mais-valias. Para isso é necessário armazenar os dados em bases de dados, repositórios de dados e data warehouse (doravante DW), de forma segura, para que possam ser analisados, divulgados, interpretados e otimizado após armazenamento. Existem dados que não requerem tratamento, apenas armazenamento, no entanto, e para produzir riqueza, conhecimento empírico e científico, é preciso utilizar ferramentas de business intelligence e de análise de dados, que permitam retirar informação relevante, tanto para empresas, que permitam a tomada de decisão, stakeholders, indivíduos e sociedade, em que seja possível uma constante monitorização em tempo real, isto para que haja informação sempre atual, a qualquer hora em qualquer lugar, vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana. Sem estas ferramentas, é humanamente impossível retirar o verdadeiro potencial da informação existente a cada instante.

Existem várias ferramentas de business intelligence e de análise de dados, das quais se destacam quatro: Microsoft Power BI, Tableau, Qlik e ThoughtSpot, identificadas pela Gartner de acordo com estudo da (Gartner, 2020).

Este estudo tem como objetivo melhorar o conhecimento sobre a temática de Business Intelligence, IoT nas smart cities, providenciar a investigadores, e toda comunidade científica, informação relevante e atual nesta área. O estudo foi efetuado por se tratar de um tema com cada vez mais relevância na sociedade (Deloitte, 2018).

Para isso foi feito revisão de literatura, através da pesquisa de documentação científica, na b-on e scopus, onde se procederam a várias termos de pesquisa: 1) data warehouses, entre os anos de 1990 a 2020, 2) IoT entre os anos de 2010 a 2020, 3) smart cities entre os anos de 2014 a 2020, e 4) smart cities iot entre 2014 e 2020.

Este artigo é composto por 4 secções: a primeira, uma introdução ao estudo onde se apresenta a motivação para a realização do trabalho, o contexto, objetivos, metodologia e resumo das secções do artigo. A segunda secção, explica os conceitos mais importantes para este estudo. A terceira secção, informa sobre o estado da arte em DW, IoT, smart cities, com um caso de estudo na cidade-estado de Singapura, que começou a implementar o projeto das smart cities em 2014. Por fim, a última secção apresenta a conclusão, síntese e sugestões para o cumprimento dos objetivos traçados e propostas de trabalho futuro.

2. Definição de Conceitos

Nesta secção, vão ser descritos conceitos importantes para a correta compreensão deste artigo: Bases de Dados, OLTP, ETL, ELT, Data Lake e Data Warehouse, OLAP, IoT, Smart Cities, Business Intelligence.

2.1. Base de Dados

Definido como uma coleção organizada de dados. Modelo inicialmente definido nos anos 60, ganhou relevância aquando da apresentação do modelo relacional, (Codd, 1970) e que se manteve como padrão até aos finais da primeira década do século XXI, até ao aparecimento de base de dados não relacionais (NoSQL), utilizada por exemplo pela Google (Forbes, 2015).

2.2. Online Transaction Processing (OLTP)

Sistema transacional, que lida com operações online, de Data Manipulation Language (DML) através de comandos Insert, Updade, Delete, que tem como objetivo atualizar, de forma rápida, as base de dados, mantendo a integridade dos dados, em ambientes de acesso múltiplo (por exemplo, acesso a várias bases de dados, múltiplas fontes) (Conn, 2005).

2.3. Extract,Transform, Load (ETL)

É um processo que compreende três fases para integração de dados em DW (Kimball et al., 2004): 1) Extract é a fase inicial do processo, em que se extraem dados em bruto de sistemas OLTP e que, após extração, serão alocados à fase de transformação de dados, 2) Transform representa a segunda fase do processo, em que se transformam os dados que

vêm em bruto e que não são utilizáveis. São feitas operações, para garantir qualidade e consistência dos dados, para que possam ser transferidos para a terceira e última fase do processo e 3) Load última fase do processo ETL, em que uma grande quantidade de dados já processados são carregados num DW de destino.

Este processo utiliza a definição de DW para o armazenamento de dados.

2.4. Online Transaction Processing (OLTP)

É um processo que compreende três fases para integração de dados em data lakes (doravante DL) (Matillion, 2016) e (Miloslavskaya & Tolstoy, 2016): 1) Extract é a primeira fase do processo ELT, em que se extrai dados em bruto de sistemas OLTP, igual ao sistema ETL, após extração serão alocados à fase de Load, 2) representa a segunda fase do processo ELT, onde são carregados os dados para o DL, neste caso os dados carregados, ainda estão em bruto, isto é, os dados são iguais aos que foram recolhidos na fase de Extract, 3) Transform última fase do processo ELT, em que os dados são transformados no DL de destino, de forma a garantir a qualidade e consistência dos dados, para que seja possível a sua utilização.

Este processo utiliza a definição de DL para o armazenamento de dados.

2.5. Data Lake (DL)

Repositório de grande quantidade de dados onde é possível armazenar dados em bruto, sejam eles estruturados, semiestruturados ou não estruturados, sendo que toda a informação gerada pelas empresas será armazenada no seu formato original (Fang, 2015; Khine & Wang, 2018). Os dados são armazenados após um processo de ELT, isto implica que a transformação seja feita dentro repositório, sendo esta a maior diferença para um DW.

2.6. Data Warehouse (DW)

Repositório de grande quantidade de dados, tal como os DL suporta dados estruturados, semiestruturados e não estruturados, que sofreram alterações na fase de transformação (Transform) de dados, por esse motivo, só os dados considerados importantes e que serão imprescindíveis para a definição de métricas ou indicadores para estudo são introduzidos no DW. Estes dados servirão para produzir informação detalhada, através de ferramentas de business intelligence, que permitirá às partes interessadas dar qualidade e relevância à informação emitida.

O DW é definido segundo duas abordagens diferentes (Inmon, 1993) e (Kimball et al., 2003), no entanto, cada um destes autores defende o uso de processos ETL em DW, de acordo com a Figura 1 e Figura 2.

2.7. Online Analytical Processing (OLAP)

É um gestor de dados que permite agrupar, analisar, gerir, manipular e apresentar um grande volume de dados através de múltiplas formas, para que seja possível dar resposta a analistas, administradores, tomadores de decisão, através de consulta e análise de

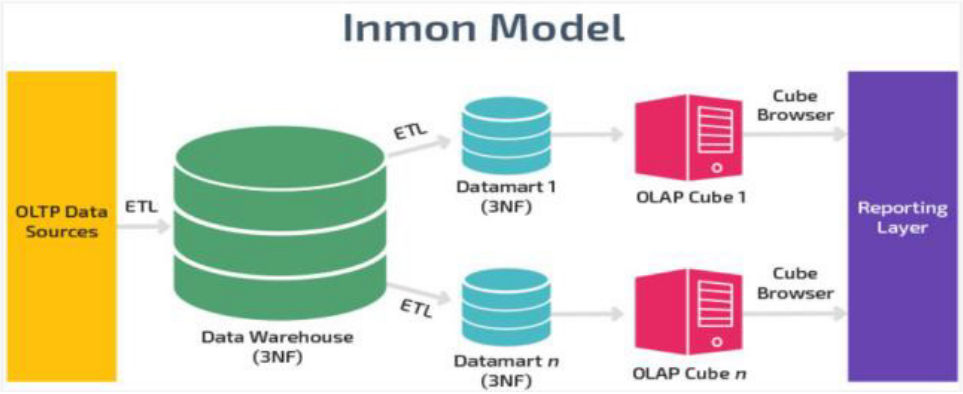


Figura 1 – Modelo proposto por Inmon para DW
(fonte: https://panoply.io/data-warehouse-guide/data-mart-vs-data-warehouse/)

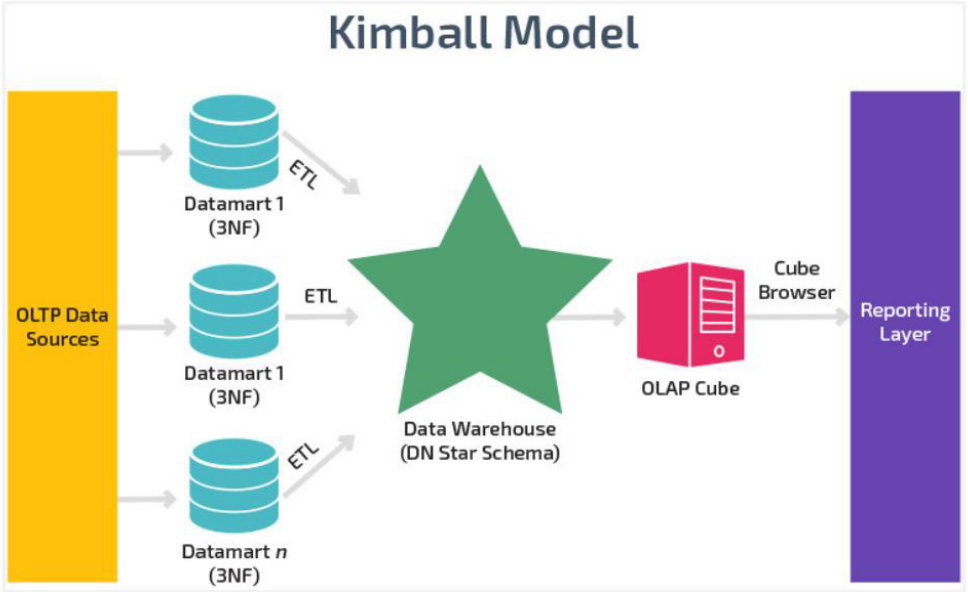


Figura 2 – Modelo proposto por Kimball para DW
(fonte: https://panoply.io/data-warehouse-guide/data-mart-vs-data-warehouse/)

dados armazenados em DL ou DW. Em 1992, (Codd et al., 1993) definiram doze regras relativamente ao OLAP: 1) Conceito de visão multidimensional – dados apresentam natureza multidimensional, existem várias dimensões que são categorizadas, para que podem ser estudadas (clientes, produtos, medidas,.), sempre de acordo com o estudo pretendido, 2) Transparência – dados devem fazer parte de um sistema aberto, que suporte fontes de dados homogéneas ou heterogéneas, 3) Acessibilidade – apresenta

uma estrutura lógica para aceder a dados, sem que o utilizador se preocupe com os acessos aos dados, no entanto acede só aos dados que precisam de ser analisados, 4) Desempenho consistente dos relatórios – o tamanho dos dados não deve influenciar a performance, mesmo com o aumento do tamanho do modelo de dados, 5) Arquitetura cliente/servidor – deve utilizar este tipo de arquitetura, para melhorar o desempenho e a flexibilidade dos sistemas, através de um sistema modular bipartido (cliente/servidor), 6) Dimensionamento genérico – todas as dimensões devem ter as mesmas regras, não se deve enviesar a favor de outras dimensões, 7) Tratamento dinâmico de matrizes esparsas – deve manter o desempenho, mesmo quando utiliza diferentes fontes de dados, ou dados relacionais com o valor NULL, deve conseguir lidar com essa diferença de dados, 8) Suporte a multiutilizadores – vários utilizadores devem ter a possibilidade de trabalhar os dados, de forma concorrente, isto é, deve suportar mais que um utilizador ao mesmo tempo, 9) Operações de cruzamento dimensional sem restrições – deve permitir operações dentro de cada dimensão, mas também entre diversas dimensões, 10) Manipulação intuitiva de dados – não deve ser preciso a utilização complexa de operações, deve ser utilizado operações de pegar e largar (drag-and-drop), 11) Relatórios Flexíveis – os relatórios devem ser apresentados de forma clara, credível e relevante para o utilizador, que consiga retirar a informação com facilidade e 12) Níveis ilimitados de dimensões e agregações – deve ser possível construir um número ilimitado de dimensões e integrar ilimitadas fontes de dados ao modelo OLAP..

2.8. Internet of Things (IoT)

Nome atribuído por Kevin Ashton, numa conferência na P&G (Procter & Gamble) em 1999, onde falou sobre Radio-Frequency Identification (RFID) (Ashton, 2009).

É um conceito em que todo o tipo de aparelhos, das mais diversas áreas da sociedade, da indústria e tecnologia se conectam, partilham dados na Internet sem intervenção humana e em tempo real.

2.9. Smart Cities

Conceito de IoT aplicado às cidades, onde diversos tipos de sensores, comunicam com a Internet dados relevantes sobre a cidade em questão.

Tem como objetivo melhorar a qualidade da cidade, otimização de recursos, apresentar dados para uma melhor gestão da cidade e dar informações importantes às populações em tempo real, melhorar a sustentabilidade da cidade (McLaren & Agyeman, 2015) e (Fast Company, 2015).

2.10. Business Intelligence

Conceito que é definido, como sendo um catalisador para melhorar o desempenho de organizações, através da constante evolução da tecnologia e recolha de dados. Visa analisar os dados, para criar informação de negócio, ajudando assim na tomada de decisão (Luhn, 2010) e (Dedić & Stanier, 2017), para ter melhor vantagem competitiva, face aos seus concorrentes (Olszak & Ziemba, 2006).

3. Estado da Arte

3.1. Data Warehouse (DW)

Atualmente, os sistemas de DW, disponibilizam a quem toma decisões, a possibilidade de navegar facilmente, através de uma enorme quantidade de dados heterogéneos provenientes de diferentes fontes em vários domínios. São descritos quatro tipos de DW com diferentes funcionalidades, que apresentam as tendências atuais, e se enquadram melhor na arquitetura das smart cities e aos dados gerados por dispositivos IoT: 1) Spatial DW – DW baseado em tecnologias de gestão de coordenadas e que visa melhorar os DW que compreendem coordenadas espaciais, utiliza ferramentas de ETL espaciais, GIS (Geographic Information System) e OLAP espacial, tem o objetivo de tornar o DW mais rápido, para os utilizadores. Os dados utilizados em sistemas GIS geram uma quantidade enorme de dados e, por esse motivo, os DW ficam menos robustos e mais lentos, daí a necessidade de utilização deste tipo de DW (Cembalo et al., 2013) e (Wang et al., 2006), 2) Knowledge Warehouse - Este tipo de DW para armazenamento de dados, sendo esses dados provenientes de aplicações de Inteligência Artificial, através do uso de ferramentas de Machine Learning, Data Mining e Text Mining. é uma tendência nos dias de hoje. O estudo protagonizado por (Zhou, 2009) define algumas métricas para a utilização e desenvolvimento deste modelo. Este tipo de DW permite um novo desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão e sistemas de informação de gestão (Nemati et al., 2002), 3) Real Time DW – Não existe uma definição oficial sobre este tipo de DW, no entanto pode ser definido como um sistema que representa, em tempo real, a situação atual da organização (Bouaziz et al., 2017). Com o incremento de aparelhos de IoT, este tipo de DW afigura-se como sendo hipótese válida, em que os dados devem ser disponibilizados praticamente em tempo real, para o DW, possibilitando a criação mais rápida de relatórios através de ferramentas analíticas, 4) Cloud DW – É um conceito, que visa utilizar o melhor de plataformas cloud, as quais permitem alta performance, escalabilidade, elasticidade, alta disponibilidade, SLA (Service Level Agreement), e baixos custos, comparado com equipamentos físicos (Mell & Grance, 2011). Existem autores que defendem este conceito para baixarem custos operacionais (Moussa, 2013). As plataformas mais populares são a Amazon Redshift e Microsoft Azure SQL Data Warehouse.

3.2. IoT

IoT é um sistema que ainda se encontra em desenvolvimento, e ainda sem uma definição completa, por esse motivo é possível encontrar vários tipos de arquiteturas diferentes, com diversas camadas, nomeadamente com três (Abdmeziem et al., 2016), quatro (Bergmann & Robinson, 2012), cinco (Wu et al., 2010) e sete (El Hakim, 2018), existe ainda quem defenda a possibilidade da existência de oito camadas (Internet of Things (IoT) talks, 2014) .

Existem, cinco áreas importantes, que representam uma grande multiplicidade de desafios propostos no domínio da IoT (van Kranenburg & Bassi, 2012): 1) Cooperação Global, 2) Modelos de negócio, novas moedas e confiança, 3) Ética, sociedade de controlo, vigilância, consentimento e vida baseada em dados, 4) Desafios tecnológicos, 5) Encontrar o equilíbrio perfeito entre o planeamento top-down e inovação bottom-up.

IoT é uma área que está em constante evolução. Existem inúmeras aplicações do IoT nos dias de hoje, de onde se estacam as seguintes, onde se associam os dois conceitos IoT e "Smart": 1) Cidades Inteligentes - Smart Cities, 2) Redes Eléticas Inteligentes - Smart Grid, 3) Saúde Inteligente - Smart Health, 4) Casa Inteligente - Smart Home, 5) Indústria Inteligente/4.0 - Smart Industries, 6) Televisão Inteligente - Smart TV, 7) Relógio Inteligente - Smart Watch, 8) Automóvel Inteligente - Smart Car, 9) Agricultura Inteligente - Smart Agriculture.

3.3. Smart Cities

O tema smart cities é cada vez mais de grande interesse por parte da comunidade em geral e das empresas tecnológicas em particular. Um estudo de 2019, elaborado pela Deloitte e pela Microsoft, no laboratório ESI ThoughtLab, que analisou 100 cidades em todo mundo, permitiu concluir que mesmo considerando apenas a ligação de todos os sistemas numa rede hiperconectada, o retorno de investimento será na ordem dos 54 mil milhões de euros (ESI ThoughtLab, 2019). O mesmo estudo apresenta uma breve descrição do que é uma cidade hiperconectada, a qual se representa na Figura 3, e que assenta em 4 pilares fundamentais: 1) Tecnologia, Dados e 2) Analítica, 3) Cibersegurança e 4) Conectividade dos Cidadãos. Já em (Komninos, 2006) tinha sido referido três dimensões semelhantes e complementares ao estudo realizado em 2019: dimensão humana, coletiva e artificial.

Figura 3 – Cidade hiperconectada
(fonte: https://econsultsolutions.com/esi-thoughtlab/hyperconnected-city/)

3.4. Estudo de caso: projetos realizados em Smart Cities

- Singapura: O projeto, que está atualmente em implementação, é o da cidade-estado de Singapura, que começou com o projeto "Smart Nation Initiative", em 2014, que visou reduzir o atrito existente entre o governo, empresas e cidadãos, com a premissa de melhorar a produtividade, tendo em atenção a sustentabilidade (Smart Nation Singapore, 2019) e (CIO, 2019). Desde que foi lançado este projeto, seis áreas têm sido privilegiadas: 1) projetos de estratégia nacional, 2) vida urbana, 3) transportes, 4) saúde, 5) serviços digitais do governo, 6) startups e negócios. O Governo de Singapura encontra-se a desenvolver um outro projeto "Smart Nation Sensor Platform", que permite criar uma rede de sensores, com serviços e infraestruturas em que englobam informação analítica, tem como premissa melhorar a qualidade de vida, para a população, e que permitirá que tudo esteja conectado ao mesmo tempo (GOVTECH SINGAPORE, 2020).

Será também importante para o desenvolvimento das empresas e agências governamentais do país.

- Dubai: O Governo dos Emirados Árabes Unidos (EAU) definiu em 2013, seis pilares para a implementação e desenvolvimento da smart city na cidade do Dubai (UAE, 2019): 1) transportes, 2) comunicações 3) infraestruturas, 4) electricidade, 5) serviços económicos e 6) planeamento urbano. Atualmente, existem sete iniciativas em desenvolvimento nesta cidade (Smart Dubai, 2020): 1) Sem papel (Paperless), é esperado que em 2021, o governo já não utilize nenhuma folha de papel, nos seus serviços, 2) Dubai Digital Blockchain (Digital Blockchain Dubai), primeira cidade totalmente integrada com tecnologias Blockchain, 3) Suporte de Startups (Startup Support) transformar os EAU num ecossistema de testes para startups e empreendedores, para inovarem e aplicarem novas tecnologias, 4) Rede Global de Smart Cities (Smart Cities Global Network), aglomerado internacional de stakeholders, que interligam cidades, partilhando ideias, visões e insights sobre os melhores mecanismos, para criarem as smart cities do futuro, 5) Agenda de Felicidade (Happiness Agenda), fazer da cidade do Dubai a cidade mais feliz do mundo, através de inovação e tecnologia smart, ser um modelo para outras cidades, 6) Ética e Princípios de Inteligência Artificial (Artificial Intelligence Principles & Ethics), defendem que as organizações devem seguir um código de ética, através de uma utilização responsável, com princípios, orientações. Que as empresas e a comunidade ajudem a construir e melhorar esse código, que tem como último objetivo ser um guia reconhecimento por todo o Mundo, e 7) Laboratório de Inteligência Artificial (AI Lab), interligar a tecnologia de machine learning e inteligência artificial, para fornecer uma melhor qualidade de vida, melhorar níveis de felicidade e maximizar a experiência dos turistas.
- Londres: O Mayor de Londres lançou em 2018, o programa "Smarter London Together". O programa tem como base seis pontos principais (Mayor of London, 2018): 1) Dados da cidade, 2) ambiente, 3) transportes, 4) segurança, 5) plataformas de teste e 6) inovação para as câmaras municipais. As iniciativas e projetos em aberto, estão abertas ao público em geral e podem ser consultadas por todas as pessoas (Smart London Together, 2019). Existem cinco áreas em fase de desenvolvimento: 1) serviços disponibilizados aos utilizadores, 2) procedimentos para o tratamento de dados da cidade, 3) conceito de conectividade global e ruas inteligentes, 4) melhoramento digital de liderança e skills, 5) melhorar a colaboração de toda a cidade.

3.5. Feiras mundiais de Smart Cities

Uma das principais formas de conhecimento, é a troca de experiências, demonstrações, casos de estudo e networking, com esta motivação são apresentadas três feiras mundiais, que são referências nesta área: 1) Smart City Expo World Congress (Smart City Expo World Congress., 2020): congresso realizado em Barcelona todos os anos, que tem como objetivo dar informação e conhecimento sobre novas tecnologias, promover a inovação social, estabelecer parcerias, e identificar oportunidades de negócio, tem como finalidade providenciar conhecimento para um futuro melhor para as cidades e seus

cidadãos. 2) MOVE – Models, Technology, Sustainability (MOVE, 2020): congresso realizado em Londres todos os anos, que tem o intuito de dar conhecimento sobre tecnologias disruptivas, inovação, para proporcionar um espaço de conhecimento multidisciplinares, com líderes mundiais em novas tecnologias emergentes, disruptivas, através do diálogo, criação de novos insights, e colaborações. Permite também um ambiente ideal para a apresentação de startups. 3)The Smart City Event (The Smart City Event, 2020): congresso realizado em Fort Lauderdale todos os anos, que tem como escopo dar conhecimento sobre tecnologias IoT aplicadas às cidades, em diversas áreas, como por exemplo: segurança de serviços e pessoas, transportes, ambiente, sustentabilidade.

4. Conclusões

Este artigo apresenta como objetivo, o estado da arte de vários conceitos, com muita importância e relevância para o futuro, das cidades e populações, que foi conseguido através de uma análise extensiva de revisão literária de documentos científicos e de websites especializados.

Foram apresentados quatros modelos diferentes de DW, que se adequam em particular às smart cities e dispositivos IoT para trabalho futuro é possível, escolher um modelo, que se adeque ao tema em questão, trabalhar os dados, e verificar se existe melhoria de desempenho em comparação com os tradicionais DW.

A tecnologia IoT é uma tecnologia muito versátil, e que permite, muitas combinações de equipamentos, para os mais diversos campos de estudo e que gera uma grande quantidade de dados (big data). Relativamente à integração destes dispositivos, com as smart cities, é possível para futuros estudos, criar informação através de business intelligence, business analytics, com os dados gerados por este tipo de tecnologia, permitindo criar novas políticas para cidade e para a comunidade.

O caso de Singapura, onde tem existido grande investimento nesta área, considerando que é um projeto que tem continuidade a cada ano (CIO, 2018) e (ZDNet, 2017). No caso do Dubai, além dos fatores apresentados por Singapura, é importante verificar a consciencialização para a adotação de regulamentos adequados para a área de inteligência artificial, que será parte integrantes das smart cities. Em Londres, o projeto foi apresentado mais tarde em 2018, e apresenta algumas diferenças em relação aos anteriores, nomeadamente a questão de haver mais envolvência da comunidade e de apostar na educação digital e focar na liderança e skills das pessoas, no entanto nestes três casos apresentados é importante, que sejam feitas análises e estudo sociológicos, antropológicos, e comportamentais, para verificar as alterações no comportamento da sociedade. Saber em que medida a sociedade está a mudar, e responder às perguntas: Como? Quando? Porquê?

Os casos apresentados Singapura, Dubai e Londres servem para ilustrar a necessidade de começar, o mais depressa possível, a implementação de tecnologias subjacentes às smart cities, por ser, um processo dispendioso em termos económico-financeiros e moroso arrastando-se no tempo, ou seja, estamos perante uma nova realidade, que se

deve abraçar, para se construir um futuro sustentável, contudo é necessário começar no mais curto espaço de tempo possível.

As Feiras mundiais apresentadas neste estudo, demonstram o interesse global, no tema do IoT e smart cities, onde apresentam soluções que estão a ser implementadas nos dias de hoje, e as tecnologias subjacentes a estas soluções, sem esquecer o móbil principal, que são as pessoas. Estes temas apresentam, evoluções constantes de tecnologias, por isso a necessidade da partilha de conhecimento. Os temas apresentados nestas feiras, permitem a criação de novos desenvolvimentos académicos, científicos, empresariais nas mais diversas áreas, das smart cities e IoT, já citadas anteriormente.

Este trabalho por se centrar, em tecnologias emergentes, nomeadamente IoT e smart cities, abrange conceitos importantes como cibersegurança, Big Data, Fog Computing, Edge Computing, que não foram mencionados neste artigo, e que podem ser temas para futuros estudos, como complemento a este trabalho.

As feiras apresentadas são referências de excelência e a cada ano surgem novas propostas de feiras. Atendendo à quantidade e qualidade deste tipo de eventos, foram escolhidas para integrar este artigo as que se assumem como referências de excelência, referenciadas pelo sítio da Internet (CitizenLab, 2020), estando entre as 15 que se devem visitar em 2020.

Referências

Abdmeziem, M. R., Tandjaoui, D., & Romdhani, I. (2016). Architecting the internet of things: State of the art. In Studies in Systems, Decision and Control. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22168-7_3

Ashton, K. (2009). That Internet of Things Thing. RFID Journal.

Bergmann, N. W., & Robinson, P. J. (2012). Server-based Internet of Things Architecture. 2012 IEEE Consumer Communications and Networking Conference, CCNC'2012, 360–361. https://doi.org/10.1109/CCNC.2012.6181122

Bouaziz, S., Nabli, A., & Gargouri, F. (2017). From Traditional Data Warehouse To Real Time Data Warehouse. https://doi.org/10.1007/978-3-319-53480-0_46

Business Insider. (2020). How smart city technology & the Internet of Things will change our apartments, grids and communities. Retrieved from https://www.businessinsider.com/iot-smart-city-technology/

Business Wire. (2019). The Growth in Connected IoT Devices is Expected to Generate 79.4ZB of Data in 2025, According to a New IDC Forecast. Retrieved from https://www.businesswire.com/news/home/20190618005012/en/Growth-Connected-IoT-Devices-Expected-Generate-79.4ZB/

Cembalo, A., Ferrucci, M., Pisano, F. M., & Pigliasco, G. (2013). SOLAP4epidemiologist: A spatial data warehousing application in epidemiology domain. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). https://doi.org/10.1007/978-3-642-40131-2_9

CIO. (2018). Singapore among top spenders for smart cities technology. Retrieved from https://www.cio.com/article/3293427/singapore-among-top-spenders-for-smart-cities-technology.html

CIO. (2019). Singapore to spend US$1 billion in smart city initiative during 2019. Retrieved from https://www.cio.com/article/3339543/singapore-to-spend-us1-billion-in-smart-city-initiative-during-2019.html

CitizenLab. (2020). 15+ Must-Attend Smart City Conferences [2020 update]. Retrieved from https://www.citizenlab.co/blog/smart-city-de/15-must-attend-smart-city-events/

Codd, E. F. (1970). A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. Communications of the ACM, 13(6), 377–387. https://doi.org/10.1145/362384.362685

Codd, E. F., Codd, S. B., & Salley, C. T. (1993). Providing OLAP (on-line Analytical Processing) to User-analysts: An IT Mandate. Codd and Date.

Conn, S. S. (2005). OLTP and OLAP data integration: A review of feasible implementation methods and architectures for real time data analysis. Conference Proceedings - IEEE SOUTHEASTCON, 515–520. https://doi.org/10.1109/secon.2005.1423297

Dedić, N., & Stanier, C. (2017). Measuring the success of changes to Business Intelligence solutions to improve Business Intelligence reporting. Journal of Management Analytics. https://doi.org/10.1080/23270012.2017.1299048

Deloitte: (2019). Smart and Sustainable Cities of Future.

Deloitte. (2018). Forces of change: Smart cities. Retrieved from https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/smart-city/overview.html

El Hakim, A. (2018). Internet of Things (IoT) System Architecture and Technologies, White Paper. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17046.19521

ESI ThoughtLab. (n.d.). Building a Hyperconnected City. 2019. Retrieved from https://econsultsolutions.com/esi-thoughtlab/hyperconnected-city/

Fang, H. (2015). Managing data lakes in big data era: What's a data lake and why has it became popular in data management ecosystem. 2015 IEEE International Conference on Cyber Technology in Automation, Control and Intelligent Systems, IEEE-CYBER 2015. https://doi.org/10.1109/CYBER.2015.7288049

Fast Company. (2015). The 3 Generations Of Smart Cities. Retrieved from https://www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities

Forbes. (2015). Google Brings Battle-Hardened NoSQL Database To Its Cloud Platform. Retrieved from https://www.forbes.com/sites/janakirammsv/2015/05/06/google-brings-battle-hardened-nosql-database-to-its-cloud-platform/#58dd3c4b2fc8/

Forbes. (2018). 175 Zettabytes By 2025. Retrieved from https://www.forbes.com/sites/tomcoughlin/2018/11/27/175-zettabytes-by-2025/#66a6658b5459/

Gartner. (2020). Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms. Retrieved from https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-1XYUYQ3I&ct=191219&st=sb/

GOVTECH SINGAPORE. (2020). Smart Nation Sensor Platform. Retrieved from https://www.tech.gov.sg/products-and-services/smart-nation-sensor-platform/

Inmon, W. H. (1993). Building the data warehouse (cop. John Wiley (ed.)).

Internet of Things (IoT) talks. (2014). The Internet of Things Protocol stack – from sensors to business value. https://entrepreneurshiptalk.wordpress.com/2014/01/29/the-internet-of-thing-protocol-stack-from-sensors-to-business-value/

Khine, P. P., & Wang, Z. S. (2018). Data lake: a new ideology in big data era. ITM Web of Conferences. https://doi.org/10.1051/itmconf/20181703025

Kimball, R., Caserta, J., Kimball, R., & Caserta, J. (2004). The Data Warehouse ETL Toolkit: Practical Techniques for Extracting, Cleaning Conforming, and Delivering Data. In Wiley Publishing, Inc. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Kimball, R., Ross, M., & Anisimov, A. A. (2003). The Data Warehouse Toolkit: The Complete Guide to Dimensional Modeling (2nd Edition). SIGMOD Record. https://doi.org/10.1145/945721.945741

Komninos, N. (2006). The Architecture of Intelligent Cities. 2nd International Conference on Intelligent Environments, 13–20.

Luhn, H. P. (2010). A Business Intelligence System. IBM Journal of Research and Development. https://doi.org/10.1147/rd.24.0314

Matillion. (2016). Better, faster, smarter: ELT vs. ETL. https://www.matillion.com/resources/blog/better-faster-smarter-elt-vs-etl/

Mayor of London. (2018). Smarter London Together. Retrieved from https://www.london.gov.uk/what-we-do/business-and-economy/supporting-londons-sectors/smart-london/smarter-london-together

McLaren, D., & Agyeman, J. (2015). Sharing cities: A case for truly smart and sustainable cities. In Sharing Cities: A Case for Truly Smart and Sustainable Cities. https://doi.org/10.17583/rimcis.2018.3641

Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing. In Special Publication 800-145 (pp. 1–7). National Institute of Standards and Technology.

Miloslavskaya, N., & Tolstoy, A. (2016). Application of big data, fast data, and data lake concepts to information security issues. Proceedings - 2016 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops, W-FiCloud 2016. https://doi.org/10.1109/W-FiCloud.2016.41

Moussa, R. (2013). Benchmarking data warehouse systems in the cloud. Proceedings of IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, AICCSA. https://doi.org/10.1109/AICCSA.2013.6616442

MOVE. (2020). Mobility Re-Imagined. Retrieved from https://www.terrapinn.com/exhibition/move/index.stm

Nemati, H. R., Steiger, D. M., Iyer, L. S., & Herschel, R. T. (2002). Knowledge warehouse: An architectural integration of knowledge management, decision support, artificial intelligence and data warehousing. Decision Support Systems. https://doi.org/10.1016/S0167-9236(01)00141-5

Olszak, C. M., & Ziemba, E. (2006). Business Intelligence Systems in the holistic infrastructure development supporting decision-making in organisations. Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management. https://doi.org/10.28945/3011

PWC. (2017). Why we need smart cities. Retrieved from https://www.digitalpulse.pwc.com.au/why-we-need-smart-cities/

Smart City Expo World Congress. (2020). The world's leading event for cities. Retrieved from http://www.smartcityexpo.com/en/home

Smart Dubai. (2019). Smart Dubai Government | Smart City Initiatives | Smart Dubai. Retrieved from https://www.smartdubai.ae/

Smart London Together. (2019). Look at the actions. 2019. Retrieved from https://trello.com/b/CIoKi2mP/smarter-london-together-report-card

Smart Nation Singapore. (2019). Transforming Singapore Through Tecnology. Retrieved from https://www.smartnation.sg/

The Smart City Event. (2020). Your Roadmap for Building the City of the Future Today. Retrieved from https://www.thesmartcityevent.com/east/

UAE. (2019). Smart Dubai. 2019. Retrieved from https://u.ae/en/about-the-uae/digital-uae/smart-dubai/

van Kranenburg, R., & Bassi, A. (2012). IoT Challenges. Communications in Mobile Computing. https://doi.org/10.1186/2192-1121-1-9

Wang, Z. C., Chi, Z. X., & Chen, X. Q. (2006). Research of SDSS based on spatial DW and comgis. Proceedings of the 2006 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. https://doi.org/10.1109/ICMLC.2006.258822

Wu, M., Lu, T. J., Ling, F. Y., Sun, J., & Du, H. Y. (2010). Research on the architecture of Internet of Things. ICACTE 2010 - 2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering, Proceedings. https://doi.org/10.1109/ICACTE.2010.5579493

ZDNet. (2017). Singapore government reaffirms $1.7B commitment to smart nation, digital transformation. Retrieved from https://www.zdnet.com/article/singapore-government-reaffirms-1-7b-commitment-to-smart-nation-digital-transformation/

Zhou, X. Q. (2009). Study for setting up the decision-support system based on KW, MW and DW. Proceedings of the 2009 WRI Global Congress on Intelligent Systems, GCIS 2009. https://doi.org/10.1109/GCIS.2009.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/10/2020
Aceitação/Acceptance: 24/12/2020

Uma Proposta de *Chatbot* Para Apoio a Gestantes no Contexto do Sistema de Saúde Brasileiro

João Benedito dos Santos Junior[1], Julia Gomes[1], Julia da Silva Dias[1], Larissa Neris Oliveira de Souza[2], Ana Carolina Nogueira Zanotti[1], Raeli Pereira Dias[1], Ângela Borges de Carvalho[1]

joao@pucpcaldas.br; gomesjuu04@gmail.com; juliasilvadias.jd@gmail.com; larissa.neris@hotmail.com; ac91nogueira@gmail.com; raelipd@gmail.com; angelabccampos60@gmail.com

[1] Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, *campus* de Poços de Caldas, Brasil

[2]Universidade Católica de Brasília, Distrito Federal, Brasil

Pages: 344-352

Resumo: Este trabalho apresenta a proposta de implementação da *Chatbot* GEST, que tem por objetivo incentivar o acompanhamento pré-natal, no contexto do sistema brasileiro de saúde, em específico nas Unidades Básicas de Saúde. Pretende-se melhorar a qualidade do acompanhamento gestacional e puerperal oferecendo às gestantes uma ferramenta auxiliar que incentiva o acompanhamento precoce. A GEST utiliza conversação eletrônica, a partir de perguntas e respostas, para orientar e recomendar as condutas mais corretas às gestantes. Além disso, o *chatbot* coleta dados importantes para a Equipe de Saúde da Família, de modo a permitir intervenções específicas de acordo com as necessidades individuais de cada grávida. Se usada em larga escala, a GEST também permitirá análises epidemiológicas que mostrem as regiões com maior índice de morbimortalidade materna e fetal por razões evitáveis, permitindo intervenções preventivas.

Palavras-chave: Tecnologia Aplicada à Saúde; *Chatbot*; Gestação; Pré-natal; Puerpério.

A Chatbot Proposal to Support Pregnant Women in the Context of the Brazilian Health System

Abstract: This work presents the proposal to implement Chatbot GEST, which aims to encourage prenatal care, in the context of the Brazilian health system, specifically in the Basic Health Units. It is intended to improve the quality of gestational and puerperal care by offering pregnant women an auxiliary tool that encourages early monitoring. GEST uses electronic conversation, based on questions and answers, to guide and recommend the most correct behaviors to pregnant women. In addition, the chatbot collects important data for the Family Health Team, in order to allow specific interventions according to the individual needs of each pregnant woman. If used on a large scale, GEST will also allow epidemiological analyzes that show the regions with the highest maternal and fetal morbidity and mortality rates for avoidable reasons, allowing preventive interventions.

Keywords: Technology Applied to Health; Gestation; Prenatal; Puerperium.

1. Introdução

Embora o Ministério da Saúde brasileiro preconize no mínimo seis consultas para o acompanhamento pré-natal [1], a não adesão total e a desinformação persistem no país, devido às desigualdades no acesso aos cuidados adequados, principalmente no Norte e Nordeste do Brasil [2]. Uma das possibilidades para reduzir a desinformação e fomentar o acompanhamento médico das gestantes é o uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC), especialmente com técnicas de Inteligência Artificial, como é p caso dos robôs de conversação – *chatbots* [3].

As múltiplas tecnologias mostram-se cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas e das organizações. Nesse contexto, para a sociedade contemporânea é relevante o uso de tecnologias, incluindo as aplicações na área da Saúde. Em linhas gerais, um *chatbot* é um robô inteligente que simula um ser humano numa conversação. Os *chatbots* podem ser eficientes escaláveis, podendo atingir boa parte da população [2], dependendo das estratégias de sua implantação.

A *chatbot* GEST não substitui o atendimento médico presencial, mas pode ser uma importante ferramenta de suporte às equipes de saúde multiprofissionais, uma vez que a ferramenta pode desenvolver diálogos com as gestantes e incentivá-las na busca pelo acompanhamento pré-natal, além de ser um mecanismo para coleta de dados e armazenamento desses dados em bancos, viabilizando estratégias de avaliação por profissionais da área da Saúde [2].

2. Evolução dos *Chatbots* na Saúde: Uma Visão Geral

Os *chatbots* começaram a ser desenvolvidos na década de 60 do século XX. Existem três gerações de *chatbots*: a primeira geração baseava-se em palavras chaves e na reestruturação da resposta do usuário; a segunda geração tinha como característica o uso de redes neurais; por fim, a terceira geração permite que as pessoas adicionem conhecimentos ao *chatbot*, caracterizando o aprendizado de máquina. No contexto brasileiro, o Ministério da Saúde pretende apoiar iniciativas inovadoras de de comunicação entre os usuários do sistema de saúde, notadamente o SUS, com os profissionais da área da Saúde. Neste sentido, em termos regulatórios, o acesso ao conhecimento deve ser efetivo e amplo, especialmente em termos da Lei de Acesso à Informação [3], o que é relevante para viabilizar o desenvolvimento e implantação de múltiplas tecnologias aplicadas à saúde.

3. Adesão ao Acompanhamento Pré-natal no Brasil

O pré-natal é reconhecidamente uma etapa importante, não somente para a gestante, mas também para todo o contexto familiar. No contexto brasileiro, a desinformação é persistente, principalmente por conta das desigualdades sociais, o que pode agravar os quadros de morbimortalidade materna, neonatal e perinatal. A Revista Brasileira de Promoção à Saúde publicou, em 2017, um estudo demonstrando que apenas 69.20%

das gestantes brasileiras adotaram o pré-natal [3]. A negligência e o desinteresse das pacientes no acompanhamento pré-natal refletem diretamente na baixa qualidade dos cuidados no puerpério. No Brasil, a consulta puerperal é assegurada por lei e deve ser realizada até o 42º dia do pós-parto, tendo como objetivo beneficiar o binômio *mãe-bebê*. A não adesão às consultas no puerpério está associada a um alto índice de ocorrências de infecções, morbimortalidade materna e infantil, desmame precoce e uso incorreto de métodos contraceptivos [4].

Em um estudo de campo, realizado em São Paulo e publicado, em 2019, pela Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil, foram analisadas variáveis do cartão da gestante e dos diagnósticos nos resumos de alta, a fim de caracterizar o atendimento e a frequência das pacientes no pré-natal e no puerpério. Nesse estudo, a assistência pré-natal foi considerada como intermediária, sendo que 43,1% das gestantes não realizaram as consultas pré-natal como preconizado pelo Ministério da Saúde. Os resultados foram correlacionados com a incidência de riscos no parto, nas seguintes escalas: a) adequado (1,67%); b) intermediário (4,44%); c) inadequado (8,89%). Deve-se observar que a maior gravidade está nesta última categoria (c). Pode-se inferir, a partir deste estudo, que quanto melhor a assistência pré-natal, menor a ocorrência de riscos e desfechos desfavoráveis no parto e puerpério [5].

Uma pesquisa, descritiva qualitativa, realizada no Paraná e publicada, em 2020, na Revista Baiana de Enfermagem, mostrou a influência dos fatores epidemiológicos no seguimento puerperal e no aparecimento de problemas de saúde. No puerpério, 48,9% das pacientes não realizaram a consulta puerperal na primeira semana após o parto. Também nessa pesquisa, 20,7% das mulheres apresentaram problemas clínicos e 53,2% descreveram a presença de algum sintoma emocional [6].

Um estudo de *coorte*, realizado no sul do Brasil, publicado pela Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil, em 2017, mostrou que, das 572 mulheres avaliadas, 142 (24,8%) não realizaram consulta de puerpério. Em média, as puérperas tinham 27 anos, 71,5% eram de pele branca e 82,6% viviam com companheiro no momento do parto. Quanto aos dados socioeconômicos, 43,9% tinham nove anos ou mais de escolaridade, com renda média de R$2.939,93 e 50,6% trabalharam durante a gestação. Com relação às variáveis obstétricas e à assistência pré-natal, 50,5% das mulheres eram primíparas e 99,3% realizaram pelo menos uma consulta. O número médio de consultas foi de 8,6, e 80,9% deram início às consultas ainda no primeiro trimestre de gestação, com 53,9% das assistências realizadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) [4].

Uma revisão sistemática com meta-análise publicada, em 2020, pelo *The Journal of Clinical Psychiatry* mostrou que alguns fatores gestacionais, tais como as complicações na gravidez, a idade jovem da gestante, as grávidas sem parceria, o uso indevido de substâncias entorpecentes e os transtornos mentais, estão diretamente relacionadas com a automutilação no período gravídico e pós-natal. Embora a autolesão perinatal (qualquer ferimento provocado pela própria mulher na gravidez e no puerpério) seja aparentemente rara, ela está atrelada a resultados obstétricos e neonatais adversos [7].

Deste modo, é fundamental a busca por alternativas para o estímulo à adesão ao pré-natal e a promoção de saúde das gestantes, por meio de informações adequadas e relevantes. Neste contexto, a utilização das tecnologias de informação e comunicação, bem como de técnicas

de inteligência artificial, notadamente por meio da *chatbot* GEST, pode ser um mecanismo efetivo para auxiliar as gestantes no desenvolvimento de práticas saudáveis durante o período gravídico, além de auxiliar no momento da adesão ao pré-natal e no acompanhamento.

4. Proposta da *ChatBot* GEST

Embora os benefícios do acompanhamento na gestação sejam cientificamente comprovados, muitas mulheres ainda se ausentam das consultas, iniciam tardiamente a assistência e não realizam os exames preconizados e as condutas adequadas ao período gravídico puerperal [8]. A análise desses fatores foi o ponto de partida para o planejamento e o desenvolvimento da *chatbot* GEST, cujo objetivo é incentivar as gestantes a iniciarem o pré-natal antecipado e adotarem medidas comportamentais mais seguras durante a gravidez.

A *chatbot* GEST é uma ferramenta que pretende, a partir de informações seguras e curadas, contribuir para a redução das morbimortalidades materna e fetal, por meio do incentivo ao acompanhamento precoce. A *chatbot* GEST foi projetada para fornecer informações seguras às gestantes nos mais diversos aspectos do período gestacional, tendo a privacidade e a discrição como elementos essenciais no desenvolvimento das etapas de uma conversação. A *chatbot* GEST mostra às gestantes a importância da assistência odontológica, dos hábitos saudáveis de alimentação e exercícios físicos, da vacinação, os malefícios do consumo de álcool e de outras substâncias com fatores toxicológicos, além de calcular a data aproximada para o parto.

A *chatbot* GEST também coleta dados das comorbidades físicas e psicológicas que podem afetar as gestantes, possibilitando ações preventivas contra o agravamento dos quadros de hipertensão na gestação – a partir da aferição contínua da pressão arterial – e da depressão pós-parto. Ainda que o algoritmo da *chatbot* GEST não compreenda a subjetividade expressa por um usuário na conversação, as estratégias de conversação desenvolvidas permite que dados coletados pela *chatbot* estejam disponíveis à equipe multiprofissional de saúde, permitindo que essa equipe desenvolva estratégias, programas e ações que cuidem da mulher, com ênfase em suas necessidades, identificadas pela *chatbot* GEST.

Na *chatbot* GEST, é possível também o envolvimento da família, especialmente do parceiro da gestante, que pode desenvolver diálogos com a *chatbot*. O parceiro é direcionado a um vídeo que aborda a participação paterna na gestação e no puerpério, o que pode trazer mais segurança ao casal e reforçar o apoio emocional que a gestante necessita nesse período.

As informações coletadas pela GEST podem ser armazenadas para pesquisas de natureza epidemiológica, nas quais podem ser levantados recortes como a adesão precoce ao pré-natal, qualidade alimentar no ciclo gravídico, acompanhamento odontológico na gestação e faixa etária das gestantes.

Um aspecto importante, a partir da data provável do parto, calculada pela GEST, é que os profissionais das Unidades Básicas de Saúde podem programar um plano de atendimento continuado, pós-parto, para as puérperas e para o bebê. Desse modo, pode-se evitar a sobrecarga do sistema de saúde e contribuir para diminuir as filas que comumente se forma nos pontos de atenção à saúde.

4.1. Metodologia de Pesquisa e Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento da *chatbot* GEST foi realizado em quatro etapas principais. A primeira fase consistiu em uma revisão de literatura para o levantamento dos principais problemas que envolvem a gestação. Nesta etapa, foram realizados estudos avançados nas principais publicações realizadas nos anos de 2019 e 2020, utilizando-se os descritores *gestação* e *puerpério*, resultando em 1063 estudos. Foram aplicados filtros nas bases Medline, Lilacs e Coleciona SUS, resultando em 1026 estudos. Novos filtros, tais como período pós parto, complicações na gravidez e cuidado pré-natal foram aplicados, resultando em 450 estudos. Foram aplicados também os critérios de inclusão, tais como os fatores de risco, o estudo prognóstico, o estudo de incidência, pesquisa qualitativa e revisões sistemáticas, resultando em 198 estudos. Após a leitura dos títulos e resumos dos artigos, foram selecionados 7 para leitura na íntegra, que contribuíram para a definição dos aspectos teóricos inerentes a esta proposta [4][5][6][7].

Na segunda etapa, iniciou-se o desenvolvimento da *chatbot* GEST, utilizando-se a plataforma Google DialogFlow. Todos os textos para direcionamento dos diálogos com a *chatbot* foram elaborados a partir das fontes de pesquisa citadas, constituindo-se, portanto, em informações curadas e cientificamente validadas. Um diagrama de casos de uso foi elaborado, utilizando-se a plataforma *Flowchart Maker & Online Diagram Software*; nesse diagrama é possível identificar todos os fluxos unidirecionais e bidirecionais de conversação, além das tomadas de decisão pela *chatbot*.

A terceira fase do processo de desenvolvimento baseou-se na construção e programação da *chatbot*. A criação da GEST é baseada nas intenções de fala (*intents*), que direcionam as conversas, a partir das entradas do usuário e das respostas da *chatbot*. **A figura 1** apresenta das *intents*, evidenciando a estrutura hierárquica das intenções de fala.

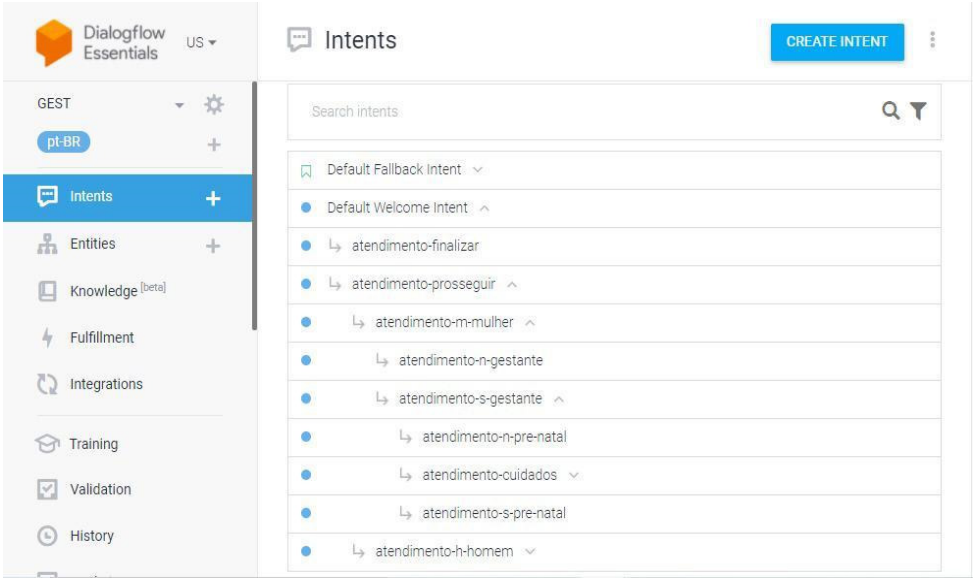


Figura 1 – Estrutura hierárquica das intenções de fala

No início da conversação, a *chatbot* GEST realiza perguntas básicas, solicitando o nome da pessoa (usuário) e seu sexo biológico. Caso a resposta indique que o usuário é do sexo feminino, a *chatbot* irá direcionar a conversação para o questionamento sobre a existência ou não de um processo gestacional. A **figura 2** apresenta uma pergunta sobre a adesão dessa mulher ao pré-natal e em um texto informativo com o intuito de incentivar o acompanhamento. A resposta da gestante, que pode ser de cunho positivo ou negativo, desencadeará uma recomendação com base em cartilhas do Ministério da Saúde, notadamente sobre a periodicidade adequada das consultas pré-natais.

Figura 2 – Texto informativo fornecido pela *chatbot* GEST

Após as primeiras mensagens sobre a relevância do acompanhamento pré-natal, algumas práticas comportamentais que afetam o desfecho da gestação são levantadas pela *chatbot*, oferecendo informações sobre condutas mais assertivas. Entre os problemas que a *chatbot* pode identificar estão o acompanhamento odontológico, a nutrição da gestante, o consumo de produtos tóxicos, a imunização, a pressão arterial e anormalidades fisiológicas.

Ao final da conversação com a *chatbot* GEST, é possível calcular a data provável do parto (DPP), a partir das informações fornecidas pela gestante, tais como o dia, o mês e o ano de sua última menstruação. Embora essa data possa sofrer variações em funções de diversos fatores externos, trata-se de um bom método para a previsão do nascimento

do bebê, o que pode favorecer estratégias de planejamento, tanto pela gestante e seus familiares, quanto pelas equipes multidisciplinares de saúde. Na **figura 3** é apresentado um trecho do algoritmo, implementado com a linguagem de programação NodeJS, que permite a realização do cálculo. Percebe-se, observando-se o código-fonte, que o cálculo considera os ajustes gestacionais em função do número de dias do mês. A **figura 4** mostra um exemplo do resultado da DDP durante a execução da *chatbot*.

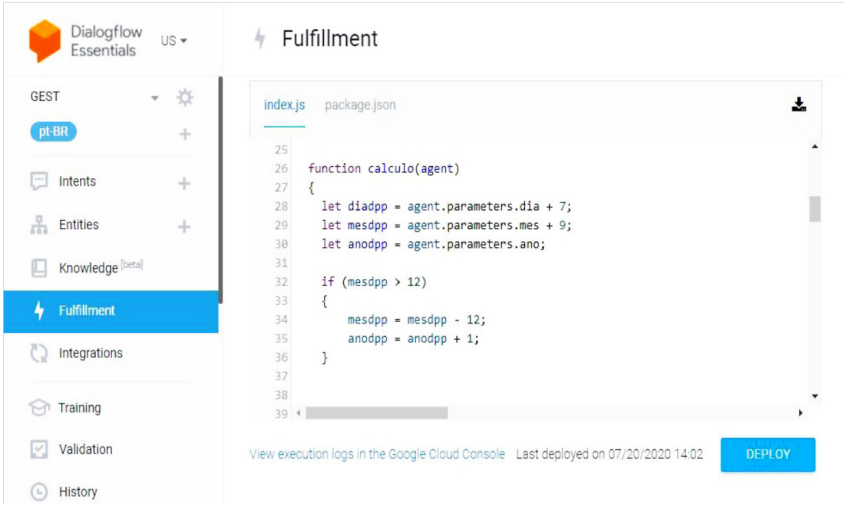


Figura 3 – Trecho de código-fonte NodeJS para cálculo da DDP

Figura 4 – Mensagem exibida pela *chatbot* GEST informando data provável do parto

4.2. Cenários de Testes e Resultados Preliminares

Após a implementação da *chatbot* GEST, iniciou-se a configuração de um cenário de testes, para realização das avaliações preliminares de usabilidade da *chatbot* GEST. Esses testes foram realizados com 200 alunos e professores do curso de Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - *Campus* Poços de Caldas, que utilizaram a *chatbot* durante 60 dias, tendo reportado aspectos de usabilidade em um formulário desenvolvido para coleta de dados. A análise desses dados aponta para um cenário promissor de uso da *chatbot* GEST nas Unidades Básicas de Saúde do município de Poços de Caldas, a partir do primeiro semestre de 2021. Nota-se uma crescente demanda por informações seguras e confiáveis, para apoio às gestantes, especialmente a respeito de questões que envolvem o pré-natal, o tratamento odontológico, o consumo de álcool e drogas, a alimentação, a atividade física e a hipertensão no período gravídico. Neste contexto, pretende-se implantar a *chatbot* GEST em 3 Unidades Básicas de Saúde, no primeiro semestre de 2021, com potencial para atendimento a cerca de 500 usuários, diretamente e indiretamente.

Alguns *chatbots* já foram desenvolvidos e estão em uso na área da Saúde [9]. Entende-se que os *chatbots* já existentes possuem, em sua maioria, avaliação positiva por parte dos usuários; no entanto, a ausência do contato presencial ainda é um ponto negativo. Portanto, é necessário destacar que apesar do espaço amostral da pesquisa, que envolve a GEST, ser reduzido, uma vez que só foi testada por estudantes e docentes, os resultados são animadores. De forma complementar, o uso de *chatbots* pode ser extremamente importante nos cenários de Telemedicina, notadamente aqueles revelados em tempos de pandemia da COVID-19, no contexto brasileiro.

5. Considerações Finais

O desenvolvimento da *chatbot* GEST apresenta-se como uma oportunidade de um novo olhar para o acompanhamento gestacional. A inteligência artificial aplicada à área da Saúde mostra-se promissora, notadamente no combate à desinformação. A *chatbot* GEST é uma forma de incentivo ao pré-natal e também aos cuidados com a saúde da mulher, num contexto mais amplo. Os exames clínicos e laboratoriais oferecidos durante as consultas de pré-natal permitem identificar situações de risco e agir de modo antecipado. Então, de forma complementar, o uso frequente e contínuo de uma *chatbot*, como é o caso da GEST, pode contribuir de forma significativa e, muitas vezes decisiva, para que a qualidade de vida da gestante seja diferenciada. A partir da implantação da *chatbot* GEST nas Unidades Básicas de Saúde, espera-se obter resultados mais efetivos de sua utilização, que serão analisados e reportados em trabalhos futuros.

Referências

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 570, de 1º de junho de 2000. Diário Oficial da União, 08 jun 2000.

Nunes ADS, Amador AE, Dantas APQM, Azevedo UN, Barbosa IR. Acesso à assistência pré-natal no Brasil: análise dos dados da Pesquisa Nacional de Saúde. Rev Bras Promoç Saúde. 2017; 30(3):1-10.

Dias WS. Susi – Uma proposta de chatbot para o atendimento de usuários do ministério da saúde. Belo Horizonte: Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2019. Monografia do Curso de Especialização em Informática.

Gonçalves CS, et al. Frequency and associated factors with failure to perform the puerperal consultation in a cohort study. Rev Bras Saúde Mater. 2019; 19(1):63-70.

Souza IA de, Serinolli MI, Novaretti MCZ. Prenatal and puerperal care and indicators of severity: a study about the information available on pregnant women's card. Rev Bras Saúde Mater Infant. 2019; 19(4): 983-89.

Oliveira ICB, Silva RMM, Ferreira H, Ferrari RAP, Zilly A. Influência de fatores epidemiológicos no seguimento e aparecimento de problemas puerperais. Rev Baiana Enferm. 2020; 34:e35763.

Ayre K, Gordon HG, Dutta R, Hodssol J, Howard LM. The Prevalence and Correlates of Self-Harm in the Perinatal Period: A Systematic Review. J Clin Psychiatry. 2019; 81(1):19r12773.

Sanine PR, Venancio SI, Silva FLG, Aratani N, Moita MLG, Tanaka OY. Atenção ao pré-natal de gestantes de risco e fatores associados no Município de São Paulo. Cad Saúde Pública. 2019; 35(10):e00103118.

Anais do 8º Congresso Brasileiro de Telemedicina e Telessaúde; 2017 nov 14-17; Gramado, RS. Rio de Janeiro: Jornal Brasileiro de Telessaúde; 2018.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/09/2020
Aceitação/Acceptance: 30/11/2020

Modelo de Decisión para Gestión de Procesos y Recursos en Sistemas Distribuidos con Balanceo de Carga de Trabajo

Jorge Tomás Fornerón Martínez[1], Federico Agostini[2], David Luis La Red Martínez[2]

jforneron@aplicadas.edu.py; fagostini@exa.unne.edu.ar; lrmdavid@exa.unne.edu.ar

[1] Facultad de Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Pilar. Pilar, Paraguay.

[2] Facultad de Cs. Ex. y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina.

Pages: 353-366

Resumen: La aplicación general de modelos de decisión en los sistemas distribuidos funciona con algoritmos de intercambio de permisos y acuerdos sobre procesos que intervienen para realizar acciones. La creación de un operador de agregación que controle esta asignación de recursos a grupos de procesos y el desarrollo de un modelo de decisión que permita adaptarse a diferentes requerimientos, permitiría asegurar la exclusión mutua, la sincronización y lograría la autorregulación y el balanceo dinámico del sistema. En cada nodo se define un *Runtime* (software en tiempo de ejecución complementario al sistema operativo). Existe un coordinador global de *Runtime* en uno de los nodos que evalúa y ejecuta el modelo de decisión y el operador de agregación correspondiente, resultando en el balanceo dinámico y a la autorregulación del sistema. El escenario propuesto es la gestión de recursos y procesos de sistemas distribuidos, aplicados al entorno de las comunicaciones de datos.

Palabras-clave: Modelos de decisión; operadores de agregación; exclusión mutual; sistemas operativos distribuidos; sistemas autorregulados.

Decision Model for Process and Resource Management in Distributed Systems with Workload Balancing

Abstract: The generic application of decision models in distributed systems works with algorithms for exchanging permissions and agreements on processes involved in carrying out actions. The creation of an aggregation operator that controls this allocation of resources to groups of processes and the development of a decision model that can adapt to different requirements, would ensure mutual exclusion, synchronization and achieve self-regulation and dynamic balancing of the system. In each node a Runtime is defined (software in execution time complementary to the operating system). There is a global Runtime coordinator in one of the nodes that evaluates and executes the decision model and the corresponding aggregation operator, resulting in the dynamic balancing and self-regulation of the system. The proposed scenario is the management of resources and processes of distributed systems, applied to the data communications environment.

Keywords: Decision models; aggregation operators; mutual exclusion; distributed operating systems; self-regulating systems.

1. Introducción

En los sistemas de telecomunicaciones, existen un conjunto de nodos, separados físicamente, cada uno con sus propias características y recursos heterogéneos, y conforman lo que se denomina Sistema Distribuido. La implementación de un sistema distribuido se puede realizar sobre cualquier red de comunicaciones, permite la comunicación entre múltiples nodos, y en donde todos los dispositivos forman un solo equipo de cómputo. Para que esto suceda y para que los nodos que poseen múltiples procesos que cooperan entre sí logren una determinada función, se requiere modelos de decisión que permitan a grupos de procesos utilizar recursos compartidos a los que sólo se puede acceder en la modalidad de exclusión mutua (Tanenbaum, 1996), (Naimi & Thiare, 2013), (Fitzek & Katz, 2014), (Cicirelli & Nigro, 2016), (Kamei & Kakugawa, 2017) y (Sakamoto & Ogata, 2018).

Los métodos considerados tradicionales para este problema se encuentran en (Tanenbaum, 1996 y 2009), donde se describen los principales algoritmos de sincronización en sistemas distribuidos. En (Lodha y Kshemkalyani, 2000), (Cao y Singhal, 2001) y (Ricart y Agrawala, 1981) presentan algoritmos para gestionar la exclusión mutua en redes informáticas.

Temas relacionados con la exclusión mutua distribuida y estados globales distribuidos, se abordan en (Stallings, 2005). Algunas soluciones consideradas tradicionales para diferentes tipos de sistemas distribuidos en (Attiya y Welch, 2004), (Guerraoui y Rodrigues, 2006), (Andrews, 2000), (Tel, 2000) y (Lynch, 1996).

La formulación matemática de diferentes conceptos sociales, como la teoría de la elección social y la justicia (Gaertner, 2009) como base para una equitativa distribución de recursos entre los miembros de sistemas distribuidos como se observa en (Pitt et al., 2015), han tomado fuerza a la hora de solucionar problemas de ingeniería teniendo como punto de partida el éxito de las comunidades.

Algunos métodos utilizados para comprender los procesos biológicos se han aplicado a problemas de la ingeniería (Maldonado & Gomez, 2011). El éxito de estos paradigmas es un claro ejemplo de las redes neuronales, lógica difusa, o en inteligencia artificial.

En el mecanismo de elección utilizado en redes de telecomunicaciones, es necesario tener en cuenta la perspectiva desde donde se está tomando la decisión, desde el punto de vista del nodo y desde el punto de vista de la red, como una articulación de las opiniones de los miembros, en donde las acciones públicas están determinadas por los miembros de la sociedad; estas opiniones son agregadas a una preferencia social que refleja la opinión general de la sociedad (Gaertner, 2009).

La elección de una opción entre varias es un proceso en la toma de decisiones que se realiza, mediante un método que pueda resaltar algunas de las opciones de otras, de manera que se puedan organizar jerárquicamente (Saaty, 1990). Para ello, se debe elegir uno o más criterios para poder resaltar esa alternativa de las demás. Entre mayor

número de criterios haya, el problema de elección se vuelve un poco más complejo y se pueden resolver con métodos denominados de optimización multiobjetivo. Si lo posible viene definido por un conjunto discreto de alternativas existen métodos multicriterio discretos para resolver el problema, como el método multicriterio discreto Scoring (Maher et al., 2016) y (Bouyssou et al. 2000).

En este trabajo se presentará una alternativa similar al sistema discreto de Scoring, en el cual, un modelo de decisión, utilizará un operador de agregación específico para resolver el problema mencionado anteriormente. Esto cae dentro de la categoría de operadores de OWA (Ordered Weight Average - Promedio Ponderado Ordenado). El uso de operadores de agregación en modelos de decisión ha sido ampliamente estudiado. En (Yager, 1988 y 1993) y (La Red Martínez y Pinto, 2015), se presenta una revisión de los operadores de agregación, especialmente los de la familia OWA.

En este caso, se desarrolla un nuevo modelo de decisión, que utiliza etiquetas lingüísticas con el objetivo de favorecer el acceso de los grupos de procesos a los recursos solicitados. Algunas de las premisas, estructuras de datos y operadores mencionados en (La Red Martínez, 2017) y (Agostini et al., 2019) se utilizan como punto de partida para crear un nuevo operador y establecer el modelo de decisión para el escenario mencionado.

2. Materiales y Métodos

2.1. Estructura de datos

El objetivo principal de las redes de computadoras es compartir recursos, de tal manera que todos los programas, equipos y datos se encuentren disponibles para quien lo solicite sin importar su ubicación. Para ello se tendrá en cuenta el acceso a recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua distribuida y mediante requisitos de sincronización. Se debe decidir, en función a la demanda de recursos por parte de los procesos, cuáles serán las prioridades para asignar cada uno. Para satisfacer esto, el permiso de acceso a los recursos compartidos de un nodo no sólo dependerá de si los nodos los utilizan o no, sino también del valor de agregación de las preferencias (prioridades) de los distintos nodos en cuanto a la concesión de acceso a los recursos compartidos (alternativas). Los nodos deberán expresar sus prioridades para la asignación de los diferentes recursos compartidos de acuerdo con las necesidades de recursos de cada proceso.

Las premisas, estructuras de datos y el operador mencionado en (La Red Martínez, 2017) y (Agostini et al., 2019) son aplicadas para resolver el escenario que se describe a continuación. Se operará con lógica difusa, etiquetas lingüísticas y estructuras del tipo 2-tupla, basado en (Dutta et al., 2019).

2.2. Escenario propuesto

En la Figura 1 se muestra una macroimagen del sistema, en la cual, también se consideran transiciones de estados de acuerdo a la actualización iterativa de los requerimientos del sistema, en donde se encuentran los distintos nodos, cuyo estado puede ser activo, cuando interactúa con los demás nodos aunque no envíe información ni participe del uso de recursos o la ejecución de procesos con recursos externos, activo compartido,

cuando interactúa con los demás nodos, enviando y recibiendo información, creando procesos que utilizan recursos de otros nodos y compartiendo recursos propios con nodos externos, inactivo, cuando no se tiene información del estado real del nodo (puede estar sobrecargado y no puede realizar el intercambio de información, o bien, pudo haberse caído el enlace que lo conecta con los demás nodos), por último, existe un nodo central, que a través de un Runtime gestiona la información de todos los nodos que participen en las asignaciones de recursos.

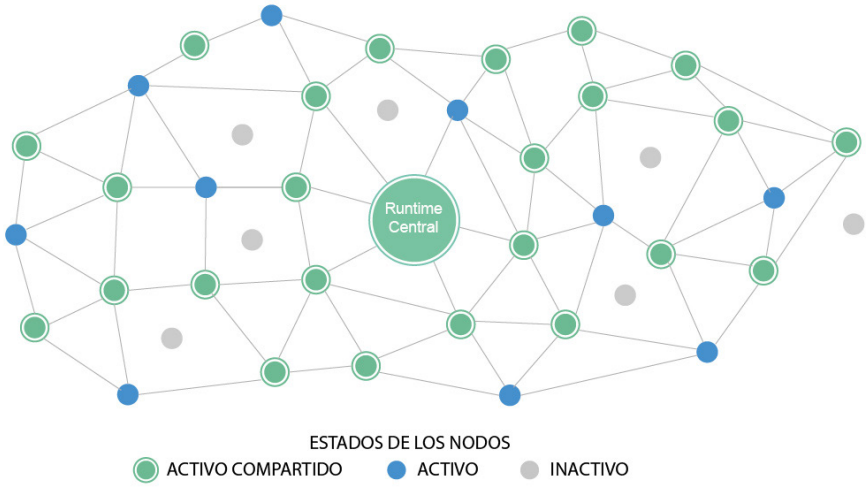


Figura 1 – Macroimagen del estado de los nodos en un Sistema Distribuido

El nodo central, es el encargado de recopilar la información de todos los nodos, aplicar el proceso de agregación y obtener la lista de asignaciones. Un macrociclo contempla la iteración de este proceso, en el cual el modelo de decisión es una etapa que se repite n veces. En este macrociclo hay un paso previo de recopilación de información del estado de red, nodos activos y conectados, cuantos están entregando información, un sondeo previo. Luego de la recepción se continúa con el proceso de evaluación y la emisión de los resultados. Se vuelve a aplicar el loop y el universo va cambiando en cada iteración.

2.3. Operador de agregación utilizado por el MD

En (La Red Martínez, 2017), las características de los operadores de agregación descritos permiten considerar que el método propuesto pertenece a la familia de operadores de agregación Neat-OWA. La propuesta desarrollada en este trabajo consiste en generar un modelo de decisión y su correspondiente operador de agregación para la gestión de grupos de procesos que comparten recursos, realizando modificaciones de los operadores de la familia OWA mencionados.

Este método es una manera rápida y sencilla para realizar una elección en un problema de decisión; el proceso para realizar una decisión Multicriterio con este operador es el siguiente:

- Identificar el propósito del problema.
- Identificar las alternativas.
- Listar los criterios que van a ser tenidos en cuenta a elegir la mejor alternativa.
- Asignar una ponderación para cada uno de los criterios.
- Cálculo de las prioridades o preferencias de los procesos teniendo en cuenta el estado del nodo
- Cálculo de las prioridades o preferencias de los procesos para acceder a los recursos compartidos disponibles y determinación del orden en que se asignarán los recursos y a qué proceso será asignado cada recurso.

Identificar el problema

Este paso consiste en identificar qué es lo que se desea alcanzar. Para este trabajo lo que se intenta resolver son las solicitudes de recursos por parte de los procesos que se encuentran en nodos distribuidos. Para ello se utilizará la expresión de los valores calculados en términos de 2-tupla utilizando un conjunto de etiquetas lingüísticas.

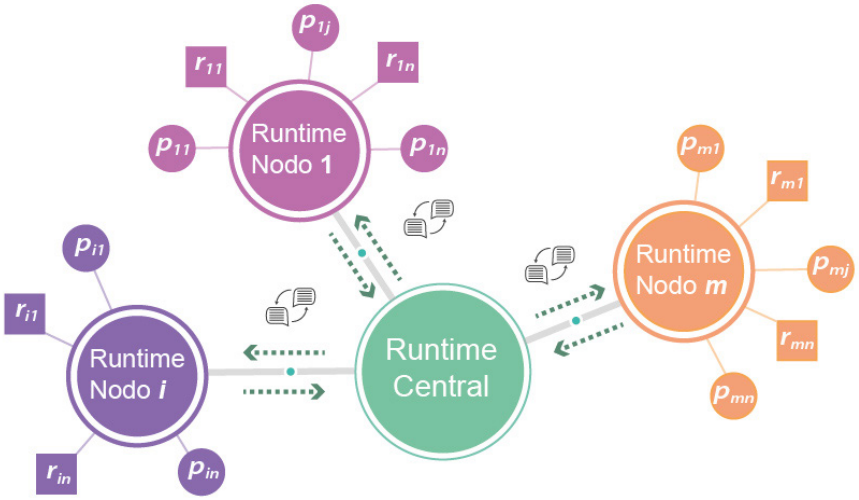


Figura 2 – Traslación Simbólica Ascendente-Descendente

El conjunto de etiquetas utilizado puede variar en cada nodo, es decir, que el conjunto es independiente del nodo central, y es este el encargado de realizar la traslación simbólica, proceso que consiste en convertir los conjuntos de etiquetas recibidos en el nodo central, en el conjunto que este último trabaja, el cual debe ser el de mayor número de etiquetas.

De igual manera, esa traslación simbólica se realiza cuando el nodo central devuelve la información final de prioridades a cada nodo. Esto se puede observar en la Figura 2.

Las valoraciones expresadas en un formato lingüístico utilizando las etiquetas lingüísticas y semánticas mencionadas se pueden ver en la Figura 3.

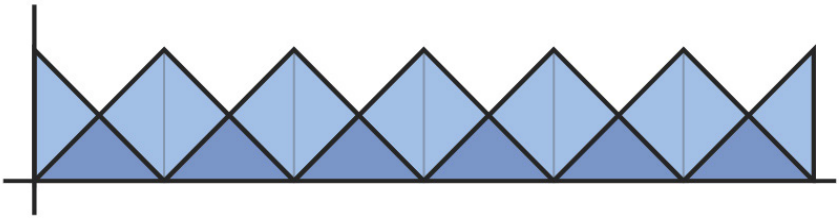


Figura 3 – Representación del conjunto de etiquetas

Identificar las alternativas

Son las opciones que podrían ayudar a la consecución del propósito que se trazó en el primer paso. En cada nodo se define una interfaz entre las aplicaciones y el sistema operativo, que a través de un *Runtime* (software en tiempo de ejecución complementario al sistema operativo) incluido en esa interfaz, gestiona los procesos y recursos compartidos y define el escenario correspondiente. Además, los *Runtime* interactúan entre sí para intercambiar información y en uno de los nodos hay un coordinador global de *Runtime* que evalúa y ejecuta el modelo de decisión y el operador de agregación correspondiente.

Listar los criterios que van a ser tenidos en cuenta a elegir la mejor alternativa

Se contemplará el cálculo de la carga actual de los nodos. Para obtener un indicador de la carga computacional actual de cada nodo, se pueden adoptar diferentes criterios; en esta propuesta los criterios serán el porcentaje de uso de la CPU, el porcentaje de uso de la memoria y el porcentaje de uso de la operación de entrada/salida.

La carga computacional de cada nodo, el número de criterios para determinar la carga de los nodos, los criterios que se aplican y el cálculo de la carga computacional de cada nodo, son los mencionados en (La Red Martínez, 2017).

Asignar una ponderación para cada uno de los criterios

Es decir, indicar qué tan importante es para el decisor el criterio en cuestión. Una representación lingüística podría representarse mediante la siguiente escala de 1 a 5.

Las categorías de carga computacional actuales de cada nodo, el número de categorías para determinar la carga de los nodos, las categorías que se aplican, los vectores de pesos asociados a las categorías de carga computacional actuales de cada nodo pueden ser representados con la Tabla 1.

Escala	Significado
1	Muy poco satisfactorio
2	Poco satisfactorio
3	Satisfacción media
4	Algo satisfactorio
5	Muy satisfactorio

Tabla 1 – Ponderación de criterios

Para cada alternativa podría darse con el siguiente cálculo:

$$s_j = \sum_j w_i r_{ij}$$

Donde:
r_{ij} = Valor de la alternativa j para el criterio i.

w_i = Ponderación de cada criterio.

S_j = Valoración para cada alternativa j.

Cálculo de las prioridades o preferencias de los procesos teniendo en cuenta el estado del nodo

Estas prioridades se calculan en cada nodo para cada solicitud de recursos originada en cada proceso; el cálculo considera el vector de peso correspondiente según la carga actual del nodo y el vector de los valores concedidos por el nodo según los criterios de evaluación de la solicitud.

Los vectores de valoración que se aplicarán para cada solicitud de un recurso por un proceso, de acuerdo con los criterios establecidos para la determinación de la prioridad que en cada caso y momento fijará el nodo en el que se produce la solicitud.

Los valores son representados en el formato de 2-tupla, considerando las etiquetas lingüísticas propuestas anteriormente. Por lo tanto, el valor de cada criterio deberá compararse con el valor medio que tendrá cada etiqueta, la diferencia mínima de esa comparación será la etiqueta apropiada. Algunos de estos conceptos pueden verse en (Dutta et al., 2019).

El primer elemento de la 2-tupla será el valor lingüístico de esa etiqueta. El segundo elemento será la diferencia entre el valor de los criterios buscados y el valor medio de la etiqueta seleccionada.

dm = la diferencia mínima entre las diferencias de cpm (criterios) y el valor más representativo de cada etiqueta lingüística.

En resumen, la prioridad nodal (que debe calcularse en el nodo en el que se produce la solicitud) de un proceso de acceso a un recurso determinado (que puede ser en

cualquier nodo) se calcula mediante el producto escalar de los vectores mencionados: prioridad nodal ($r_{ij}\ p_{kl}$) = $\Sigma\ wo_m$ * T(etiqueta$_m$; dm$_m$) = T(etiqueta$_n$; dm$_n$) = TPN$_{ijkl}$ (Tupla de Prioridad Nodal) con la o indicando el vector de pesos según la carga del nodo, manteniendo todos los demás subíndices los significados explicados anteriormente. Con *m* y *n* indicando la etiqueta lingüística correspondiente dentro del conjunto adoptado definido anteriormente.

Las valoraciones de los criterios establecidos para la representación de las etiquetas lingüísticas se pueden representar de la siguiente manera: 1) Extremadamente bajo; 2) Muy bajo; 3) Bajo; 4) Relativamente bajo; 5) Medio; 6) Relativamente alto; 7) Alto; 8) Muy alto; 9) Extremadamente alto. La satisfacción de criterios, indica, para cada alternativa; en cuanto se satisface cada uno de los criterios en una escala de 1 a 9.

Esta prioridad nodal debe transformarse en el formato de 2-tuplas, teniendo en cuenta las etiquetas lingüísticas ya mencionadas. Por lo tanto, será necesario comparar cada valor de prioridad nodal con el valor medio de cada etiqueta, la diferencia mínima de estas comparaciones indicará la etiqueta correspondiente.

Cálculo de las prioridades o preferencias de los procesos para acceder a los recursos compartidos disponibles y determinación del orden en que se asignarán los recursos y a qué proceso será asignado cada recurso

Para calcular las prioridades finales, se colocan las prioridades o preferencias nodales calculadas en la etapa anterior; en esta tabla cada fila contiene la información de las prioridades nodales de los diferentes procesos para acceder a un determinado recurso.

A continuación, es necesario calcular el vector de pesos finales que se utilizará en el proceso de agregación para determinar el orden o la prioridad de acceso a los recursos.

El siguiente paso es normalizar los pesos recién obtenidos dividiendo cada uno de ellos por la suma de todos. Así se obtiene un vector de peso normalizado (en el rango de 0 a 1 inclusive) y con la restricción de que la suma de los elementos del vector debe dar 1.

Las prioridades nodales tomadas fila por fila para cada recurso serán multiplicadas escalarmente por el vector de peso final normalizado. De esta manera es posible obtener las prioridades globales finales de acceso de cada proceso a cada recurso. El orden o la prioridad con que se asignarán los recursos y a qué proceso se asignará cada uno, estará determinado por el cálculo de la Prioridad global final ($r_{ij}\ p_{kl}$) = TPN$_{ijkl}$ = TPGF$_{ijkl}$ (Tupla de prioridad global final) con el r_{ij} indicando el recurso *j* del nodo *i*, TPN$_{ijkl}$ es el formato de 2-tuplas, *ij* indicando el recurso j del nodo *i*, kl el proceso *l* del nodo *k* y el producto de la prioridad global final del proceso para acceder a dicho recurso.

El mayor de estos productos realizados para los diferentes procesos en relación con el mismo recurso indicará cuál de los procesos tendrá acceso al recurso.

La suma de todos estos productos en relación con el mismo recurso indicará la prioridad que se le asignará a ese recurso, en relación con los demás recursos que también deberán asignarse. Esto es lo que se denominará Función de Asignación de Sistemas Distribuidos Lingüística (*FASDL*):

$$FASDL\ (r_{ij}) = \Sigma\ \mathrm{TPGFN}_{ijkl} = \text{prioridad de asignación de recursos } r_{ij}.$$

Calculando el *FASDL* para todos los recursos se obtendrá un vector 2-tupla, y ordenando sus elementos de mayor a menor, se obtendrá el orden de prioridad de asignación de recursos.

Además, como ya se ha indicado, el mayor de los productos TPGFN_{ijkl} para cada recurso indicará el proceso al que se asignará el recurso.

El siguiente paso es repetir el procedimiento, pero eliminando las solicitudes de asignaciones ya realizadas; cabe señalar que los recursos asignados estarán disponibles una vez que los procesos los liberen y, por lo tanto, podrán asignarse a otros procesos.

Dado que el sistema se autorregula liberando los recursos ya asignados a los procesos en el paso anterior, y dado que hay solicitudes de recursos de los procesos que aún no han sido satisfechas.

3. Modelo de decisión

El objetivo principal del modelo propuesto es considerar el entorno de ejecución distribuida de procesos, que podrán estar agrupados, con distintas exigencias de consenso respecto del acceso a recursos compartidos, para seleccionar el método de agregación más adecuado a cada escenario posible, para generar la secuencia de asignación de los recursos a los procesos que los solicitan, respetando la exclusión mutua en el acceso a dichos recursos.

El modelo considera la información proveniente de la caracterización de los procesos (si los procesos pertenecen a grupos o son independientes, y si la aplicación a la que pertenecen requiere algún tipo de consenso respecto del acceso a los recursos), las prioridades nodales, estado de los nodos, recursos, procesos y del sistema para producir una solución global satisfactoria. Este método evalúa esta información, para determinar cuál es el escenario según la carga de trabajo proporcionada, y en base a ello elije el operador de agregación correspondiente. En el modelo propuesto, en cada nodo se define una interfaz entre las aplicaciones y el sistema operativo, ver Figura 4.

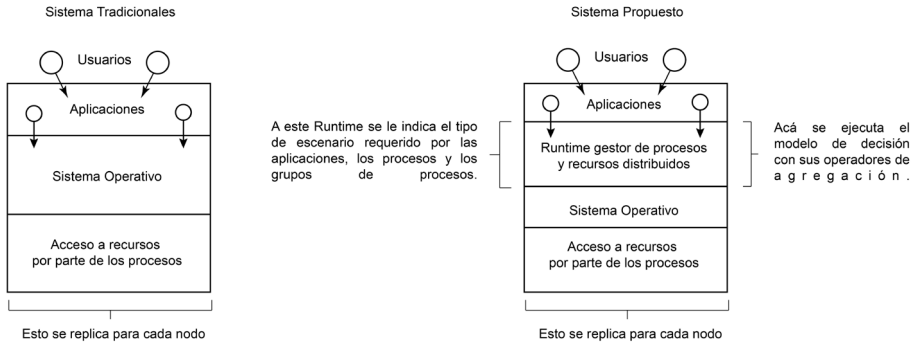


Figura 4 – Comparación del modelo propuesto contra los modelos tradicionales

Comparación de las diferencias más significativas del método propuesto con respecto a los métodos tradicionales: se consideran el algoritmo centralizado, el Algoritmo Distribuido de Lamport, Ricart y Agrawala y el Algoritmo de *Token Ring* (Colouris et al., 1988) y (Tanenbaum & Van Steen, 2001). El algoritmo propuesto establece el orden inicial de asignación por prioridades, mientras que los demás lo hacen teniendo en cuenta la *timestamp*. Los requisitos de acceso a recursos en el algoritmo propuesto se establecen calculando prioridades, mientras que en el algoritmo centralizado es por mensajes al coordinador, el Algoritmo Distribuido de Lamport, Ricart y Agrawala a través de mensajes a procesos *n*-1 y el Algoritmo *Token Ring* a través de mensajes a sus vecinos.

El método de asignación en el algoritmo propuesto contempla la mayor prioridad, mientras que en los demás se tiene en cuenta la *timestamp* más antigua. Sólo el método propuesto tiene en cuenta los grupos de procesos, mientras que los demás sólo tienen en cuenta procesos independientes. La predisposición (prioridad nodal), carga de nodos, estado nodal (nodos, procesos, grupos, recursos) y estado global del sistema, sólo se tiene en cuenta en el algoritmo propuesto. Algunas de las diferencias más significativas con respectos a los métodos considerados tradicionales se mencionan a continuación. Con respecto al orden inicial con el que se establecen las asignaciones, el método propuesto lo hace por prioridades, mientras que los demás lo hacen por marca de tiempo. Las solicitudes de recursos del método propuesto se realizan mediante el cálculo de prioridades, mientras los tradicionales lo hacen por mensajes al coordinador, mensajes a n-1 procesos o mensajes al vecino. En los métodos de asignación, el propuesto lo hace por mayor prioridad calculada, mientras que los otros consideran la menor marca de tiempo o la prioridad inicial de los procesos. El método propuesto considera los grupos de procesos mientras que los tradicionales solo tienen en cuenta procesos independientes. El método mencionado considera la predisposición (prioridad nodal), carga del nodo, el estado nodal (nodos, procesos, grupos, recursos) y el estado global del sistema, características que no son tenidas en cuenta en los métodos tradicionales.

3.1. Prioridad nodal colaborativa

En los sistemas distribuidos, se utilizan distintos protocolos de enrutamiento, que permiten la incorporación de nodos a la red (por ejemplo, en una red Ad Hoc). No existe un registro en el sistema sobre la incorporación de un nodo ni de los recursos que este puede ofrecerle a la red, cada nodo puede salir perjudicado en cuanto a cantidad de recursos si ingresa a una red que no llene sus expectativas y que por el contrario sólo le solicite recursos. La red puede estar aceptando un nodo que es egoísta y que solo va a explotar recursos de la red y en realidad no va a aportar nada (Toh et al., 2010) y (Loo et al., 2012).

En este ámbito, se podría tener un escenario muy acorde al incluir la capacidad de toma de decisiones en los nodos, de manera que autónomamente indiquen la prioridad colaborativa que tiene cada uno, dependiendo de la cantidad y el orden en el que ofrezcan sus recursos.

Partiendo de la idea aplicada a los sistemas de grid, pero adecuándola a un concepto totalmente colaborativo, esta solución es superadora del problema mencionado anteriormente, dado que el algoritmo proporciona el orden de asignaciones, pero no hay restricciones en el acceso a los recursos, es un esquema colaborativo.

Ningún nodo restringe el acceso a sus recursos, solamente se ordena el acceso en base a las pautas de prioridad, consumo de recursos, etc. El modelo opera en base a distintos ciclos, recoge información y resuelve, posterior a cada finalización de ciclo, se calcula una prioridad colaborativa, donde se agrega un ítem más de prioridad, que va a entrar en el cálculo de las prioridades nodales, donde en función de la cantidad de recursos y la prioridad de otorgar recursos de un nodo, obtenga más prioridad para acceder a sus propios requerimientos. En este ciclo de realimentación, se genera una nueva variable que marca la prioridad colaborativa, y en donde se da más prioridad al nodo que más compartió recursos.

Se implementa un indicador de prioridad por nodo, que depende de la cantidad de recursos y del orden en cual los ofreció. Para el cálculo se utiliza un vector de pesos asociado a orden y cantidad, y es un vector variable, dado que se podría evaluar que se va a ponderar más, si la cantidad de recursos ofrecidos por el nodo, o el orden en el cual los ofrece. Por ejemplo, dos nodos que compartieron la misma cantidad de recursos cada uno, pero uno los compartió de entrada y el otro lo hizo al final, se debería poder balancear ambos criterios, mediante un vector de ponderación en función de la cantidad de recursos y el orden, para obtener un valor de prioridad. Una ponderación sería priorizar de igual manera los dos criterios, el coeficiente sería igual para ambos, también se podría priorizar el orden, por sobre el de la cantidad, o viceversa, por lo cual los valores de coeficientes serían distintos.

Como resultado del ciclo de realimentación, se tendría una variable más, actualizada y ponderada, que indicara que tan colaborativo fue el nodo con los demás, el que fue poco colaborativo va a tener un valor de prioridad colaborativa muy baja, porque habrá tenido muy pocos recursos que ofreció, o porque los ofreció con un orden muy bajo, y otro nodo muy colaborativo va a tener mayor prioridad. Esto **contribuye al balanceo dinámico y a la autorregulación del sistema**.

4. Conclusión

4.1. Evaluación

Se proporciona una solución global, donde se resalta el dinamismo, la magnitud de los nodos y de los procesos y de la cantidad de requerimientos, que pueden ser aplicables a grandes sistemas, pero también para sistemas de menor cantidad de nodos y requerimientos. Esa variación se explica porque la carga de tráfico, de procesos y de requerimientos varía, sistemas que estaban operando dejan de operar porque terminan y aparecen otros, de pronto se activan nodos con recursos y procesos que hacen falta, los nodos pueden estar activos, pero son incorporados al algoritmo cuando algún proceso solicita algún recurso, o algún recurso es solicitado por otro proceso de otro nodo. Un nodo puede estar activo, pero no formar parte de las evaluaciones de asignaciones.

El modelo propuesto logra establecer un consenso que permite a los grupos de procesos acceder a todos sus recursos de manera secuencial y que éstos no puedan ser removidos hasta que el mismo grupo de procesos que los mantiene, los libera. El orden de asignación será determinado por la prioridad promedio general de todas las asignaciones de cada grupo. El sistema distribuido regula y actualiza constantemente el estado local de

cada nodo, las decisiones de acceso a los recursos modifican estos estados por lo que debe ser reajustado repetidamente, garantizando la exclusión mutua y reordenando nuevas prioridades. El método debe repetirse siempre que haya grupos de procesos que requieran recursos compartidos.

4.2. Futuras líneas de investigación

Como trabajo futuro, se prevé desarrollar variantes del método propuesto considerando otros operadores de agregación (especialmente la familia OWA), utilizando etiquetas lingüísticas para establecer los criterios de evaluación de los estados nodales, la consideración de la migración controlada de procesos, con el objetivo de disminuir el tráfico de la red en sistemas distribuidos y la clasificación de grupos de procesadores para la agrupación de nodos según rangos que cumplan ciertas características (velocidad, tiempo de cálculo, procesamiento, etc.).

Se considera desarrollar modelos de decisión desde la óptica cognitiva para la toma de decisiones en grupos de procesos, contemplando los principios de la cibernética de segundo orden, en el contexto de sistemas complejos de auto-regulación, que trasciendan el enfoque tradicional de las ciencias de la computación considerando la posibilidad de imputación de datos faltantes.

5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por el Proyecto: “Modelos de decisión y operadores de agregación para la gestión de procesos en sistemas distribuidos”, código 16F001 de la Universidad Nacional del Nordeste (Argentina).

Referencias

Agostini, F., Fornerón Martínez J. T. & La Red Martínez D. L. (2019). Nuevo operador de agregación para grupos de procesos. *16ª Conferencia Ibero Americana*. Lisboa, Portugal. (pp. 223-230), ISBN: 978-989-8533-96-8.

Andrews, G. (2000). Foundation of Multithreaded, Parallel, and Distributed Programming. Reading, MA: Addison-Wesley, USA.

Attiya, H. & Welch, J. (2004). *Distributed Computing Fundamentals*, Simulations, and Advanced Topics, John Wiley, 2nd ed., New York, USA.

Bouyssou, D., Marchant, T., Pirlot, M., Tsoukias, A. & Vincke, P. (2000). Evaluation and decision models: a critical perspective. *Kluwer Academic Publishers International series in Operations Research & Management Sciences*. Massachusetts. United States of America. (Vol. 32, pp. 262). ISBN 978-0-7923-7250-9.

Cao, G. & Singhal, M. (2001). A Delay-Optimal Quorum-Based Mutual Exclusion Algorithm for Distributed Systems. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*. USA. (Vol. 12, No. 12, pp. 1256-1268).

Cicirelli, F., & Nigro, L. (2016). *Modelling and Verification of Mutual Exclusion Algorithms*. IEEE/ACM 20th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications, pp. 136-144.

Colouris, G. et al. (1988). Distributed Systems. Concepts and Design. Pearson.

Dutta, B., Labella, A., Rodríguez, R. & Martinez, L. (2019). Aggregating Interrelated Attributes in Multi-Attribute Decision-Making With ELICIT Information Based on Bonferroni Mean and Its Variants. *International Journal of Computational Intelligence Systems*. (Vol. 12, pp. 1179-1196). DOI: 10.2991/ijcis.d.190930.002.

Fitzek, F. & Katz, M. (2014). *MOBILE CLOUDS: Exploiting Distributed Resources in Wireless, Mobile and Social Networks* L. John Wiley & Sons, ed., New Delhi, India. ISBN: 978-0-470-97389-9

Gaertner, W. (2009). A Primer in Social Choice Theory Revised. Oxford, *Oxford University Press*. ISBN: 9780199565306

Guerraoui R. & Rodrigues L. (2006). *Introduction to Reliable Distributed Programming*, Berlin, *Springer-Verlag*.

Kamei, S. & Kakugawa, H. (2017). *An asynchronous message-passing distributed algorithm for the global critical section problem*. Fifth International Symposium on Computing and Networking, pp. 414-419.

Maher A. and Maysam F. (2016). Classifiers consensus system approach for credit scoring. *Knowledge Based Systems*. (Vol. 104, pp. 89-105). ISSN: 0950- 7051 DOI:10.1016/j.knosys.2016.04.013.

Maldonado, C.E. & Gomez, N.A. (2011). *Sistemas Bioinspirados: Un Marco Teórico para la Ingeniería de Sistemas Complejos*, Bogotá. ISSN: 0124-8219

Naimi, M. & Thiare, O. (2013). *A Distributed Deadlock-Free Quorum-Based Algorithm for Mutual Exclusion*. (IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security, vol. 11, n° 8, pp. 7-13.

La Red Martínez D. L. (2017). Aggregation Operator for Assignment of Resources in Distributed Systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*. The Science and Information (SAI) Organization, England. U.K. (Vol. 8, No. 10, pp. 406-419). ISSN N° 2156-5570.

La Red Martínez D. L. & Pinto N. (2015). Brief Review of Aggregation Operators. *Wulfenia Journal*. Austria, (Vol. 22, No. 4, pp 114-137).

Lodha S. & Kshemkalyani A. (2000). A Fair Distributed Mutual Exclusion Algorithm. *IEEE Trans. Parallel and Distributed Systems*. USA. (Vol. 11, No. 6, pp. 537-549).

Loo, J., Lloret, J. & Hamilton, J. (2012). *Mobile Ad Hoc Networks: Current Status and Future Trends*, Taylor & Francis Group, LLC. ISBN 9781439856505.

Lynch N. (1996). *Distributed Algorithms*. Morgan Kauffman, San Mateo, CA, USA.

Ricart G., Agrawala A. K. (1981). An Optimal Algorithm for Mutual Exclusion in Computer Networks. *Commun. of the ACM*, (Vol. 24, pp 9-17).

Pitt, J., Busquets, D., & Riveret, R. (2015). The pursuit of computational justice in open systems. *AI & Society*, 30(3), (pp. 359-378). doi:10.1007/s00146-013-0531-6

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, (48(1), pp. 9-26). https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I

Sakamoto, S. & Ogata, K. (2018). Model Checking of the Suzuki-Kasami Distributed Mutual Exclusion Algorithm with SPIN. 5th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA), pp. 136-141.

Stallings W. (2005). *Sistemas Operativos*, 5ta. Edición, Pearson Educación S.A. España.

Tanenbaum A. S. (1996). *Sistemas Operativos Distribuidos*. Prentice - Hall Hispanoamericana S.A., México.

Tanenbaum A. S. (2009). *Sistemas Operativos Modernos*. 3ra. Edición. Pearson Educación S. A., México.

Tanenbaum A. S. & Van Steen M. (2001). *Distributed Systems: Principles and Paradigms*. Pearson.

Tel G. (2000). *Introduction to Distributed Algorithms*, Cambridge University Press, 2nd ed. Cambridge, UK.

Toh, C. K., Kim, D., Oh, S., & Yoo, H. (2010, February). The controversy of selfish nodes in ad hoc networks. In 2010 *The 12th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)* (Vol. 2, pp. 1087-1092). IEEE.

Yager R. (1988). On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators in Multi-Criteria Decision Making. *IEEE Trans. On Systems, Man and Cybernetics*. (Vol. 18, No. 1, pp 183-190).

Yager R. (1993). Families of OWA Operators. Fuzzy Sets and Systems. (Vol. 59, No. 2, pp 125-148).

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 06/09/2020
Aceitação/Acceptance: 22/11/2020

Uma Proposta de *ChatBot* para Tele Orientação sobre Aleitamento Materno

João Benedito dos Santos Junior[1], Lara Dias[1], Lívia Justino Figueiredo[1], Luis Fernando Coutinho de Brito[1], Tainara Maria de Souza Abrão[1], Thatia Regina Bonfim[1]

joao@pucpcaldas.br; laradiascv@hotmail.com; livia.fdj@gmail.com

brito-fernando2011@hotmail.com, tainara_abrao@hotmail.com, thatiarb@pucpcaldas.br

[1] Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, *campus* de Poços de Caldas, Brasil

Pages: 367-373

Resumo: O objetivo deste estudo é apresentar a uma proposta de uma *chatbot*, desenvolvida com a plataforma Google DialogFlow, para orientar puérperas e membros do grupo familiar sobre o aleitamento materno. A *chatbot* AMO pode ser utilizada na Atenção Primária à Saúde (APS), para melhor organizar o fluxo de gestantes nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) e oferecer informações confiáveis sobre a amamentação. A *chatbot* utiliza técnicas de Inteligência Artificial, como treinamento e aprendizado de máquina, podendo ser aplicada em cenários de Telemedicina, como é o caso da Tele Orientação.

Palavras-chave: Tecnologia Aplicada à Saúde; *Chatbots*; Amamentação.

A ChatBot Proposal for Tele Orientation on Breastfeeding

Abstract: The aim of this study is to present a proposal for a chatbot, developed with the Google DialogFlow platform, to guide mothers and family members about breast-feeding. The AMO chatbot can be used in Primary Health Care (PHC), to better organize the flow of pregnant women in Basic Health Units (UBS) and offer reliable information on breastfeeding. The chatbot uses Artificial Intelligence techniques, such as training and machine learning, and can be applied in Telemedicine scenarios, such as Tele Advising.

Keywords: Technology Applied to Health; Chatbots; Breast-feeding.

1. Introdução

O aleitamento materno é o ato da criança receber o leite materno diretamente da mama (ou ordenhado, quando for o caso), sendo a estratégia mais segura, nutritiva e efetiva

para redução da morbidade e mortalidade infantil, segundo o Ministério da Saúde do Brasil [1].

Em 2018, no Brasil, a taxa de mortalidade infantil, considerada um indicador de saúde, era de 12,4 a cada mil nascidos vivos e com idade 0 a 1 ano, segundo o IBGE [2]. Essa taxa possui uma progressão decrescente, porém ainda não se iguala a países mais desenvolvidos do que o Brasil. Além disso, nos países em desenvolvimento, cerca de 200 milhões de crianças abaixo de cinco anos não atingem o crescimento e desenvolvimento estabelecidos para um indivíduo saudável. O aleitamento materno pode ser um fator importante para reversão desse quadro [3]. A prática correta do aleitamento materno, indicada pelas autoridades de saúde, poderia prevenir mais de 20.000 mortes de mulheres por câncer de mama, assim como evitar a morte de mais de 820.000 crianças menores que cinco anos [4]. No Brasil, a aleitamento materno, de forma exclusiva até seis meses, chega a 45,7%, sendo que o percentual desejável, para países desenvolvidos, deve ser acima de 50% [5].

Além dos problemas decorrentes da ausência do aleitamento materno, deve-se observar também os motivos e causas que podem levar a essa opção por uma gestante, como é o caso das mães com nível socioeconômico baixo, que muitas vezes são atingidas pela desinformação, bem como a ausência de suporte e apoio por equipes de saúde multidisciplinares. Esses aspectos podem levar ao desmame precoce da criança, sendo que esse perfil é comumente identificado nas Unidades Básicas de Saúde brasileiras [6].

Neste contexto e reconhecendo a importância da amamentação, profissionais da área da Saúde têm sido instruídos a intensificar e melhorar o atendimento às gestantes e puérperas, como pode-se observar em programas de amamentação, como é o caso do Amamenta Brasil (2008), que consiste em uma estratégia de promoção, proteção e apoio ao aleitamento materno, criando uma rede multidisciplinar para fortalecimento da mulher nessa fase da vida, com foco nas unidades básicas de saúde [7]. Neste sentido, estratégias utilizando tecnologias de informação e comunicação (TIC), como é o caso da *chatbot* AMO, podem ser importantes e decisivas nas ações de conscientização sobre o aleitamento materno.

2. Contextualização

O cenário atual da pandemia de Covid-19 exigiu um distanciamento social. Além disso, para garantir a proteção de funcionários e pacientes, as unidades de saúde estão mantendo apenas consultas prioritárias, com um número reduzido de atendimentos. Neste contexto, o apoio ao aleitamento materno pode ser reduzido em algumas unidades de saúde, em função das medidas de segurança e de proteção necessárias para o enfrentamento da pandemia. Assim, para evitar aglomerações, proteger as puérperas e seus filhos de uma possível contaminação e dar continuidade ao apoio e incentivo ao aleitamento materno, oferecido comumente pelos postos de saúde, este trabalho propõe a plataforma AMO (Aleitamento Materno Orientado). Trata-se de um *chatbot* que interage com o usuário disponibilizando vídeos de curta duração, em linguagem didática, sobre as eventuais dúvidas relacionadas à amamentação. Dentre essas orientações pode-se citar quais são

as posições adequadas para amamentar, esclarecimento sobre os mitos e verdades dessa prática e os eventos que induzem a uma interrupção precoce da amamentação. Além disto, a plataforma AMO também disponibiliza vídeos incentivando a criação das redes de apoio familiar e indicando como cada integrante da família pode colaborar para o sucesso no aleitamento materno daquele novo indivíduo. Desse modo, a AMO representa uma possibilidade de manutenção do apoio dos profissionais de saúde às mulheres em período de amamentação, mesmo a distância, o que caracteriza a Tele Orientação, num cenário de Telemedicina. Portanto, o objetivo deste projeto de pesquisa é apresentar uma proposta de uma *chatbot*, desenvolvido com a plataforma Google DialogFlow e utilizando técnicas de Inteligência Artificial (IA), para orientar puérperas e membros do grupo familiar sobre o aleitamento materno. Técnicas de IA podem contribuir de forma decisiva em aplicações na Medicina, especialmente em análise de grandes volumes de dados (*Big Data*) e no uso de algoritmos inteligentes para sistemas de recomendação, definidos por especialistas da área da saúde [8].

3. Modelagem da *ChatBot*

A chatbot AMO foi desenvolvida com a plataforma Google DialogFlow, tendo como principal objetivo transmitir informações sobre o aleitamento materno, de forma simples e coloquial, garantindo Do ponto de vista estrutural, a chatbot AMO inicia um atendimento a partir de uma saudação do usuário, tal como “bom dia”, “boa tarde”, “olá” ou “oi”. Ao perceber alguma destas expressões, a chatbot AMO responde ao usuário com uma mensagem de boas-vindas, na qual explica quem é e o que pode fazer por ele. Em seguida, a chatbot analisa e direciona o atendimento entre homem e mulher, para que a conversação siga pelo caminho mais adequado, em busca do melhor conteúdo a ser exibido. Quando a conversação é direcionada ao homem, é indicado um vídeo de como o pai pode ajudar durante o período de lactação. A figura 2 expõe a conversação da AMO com um usuário que se identificou como homem.

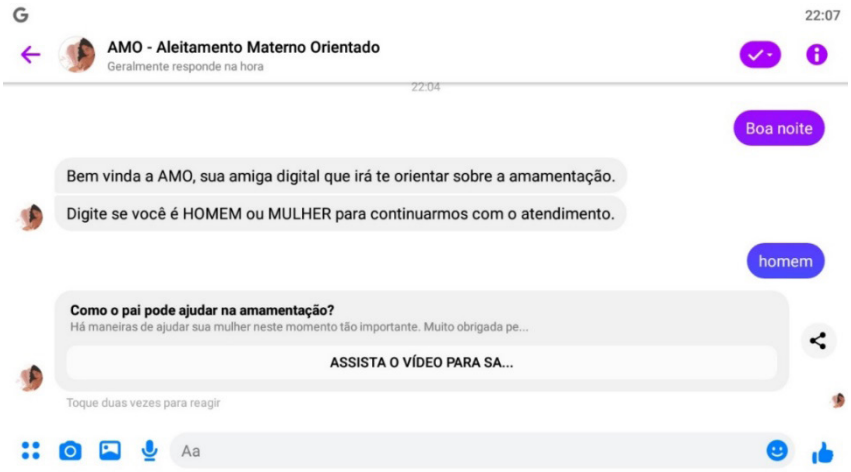


Figura 1 – Exemplo de conversa entre a AMO e um usuário que se identificou como homem

Quando a *chatbot* identifica que um usuário é mulher, a AMO analisa e filtra as mulheres em interessadas ou não interessadas em conhecer o conteúdo produzido sobre a amamentação e, posteriormente, em lactantes e não lactantes, como ilustrado na figura 2. Aos usuários que se identificam como lactantes, é apresentado um menu de opções; para os usuários identificados como não lactantes é questionado o interesse ou não no assunto. A todos interessados é apresentado o menu com seis possibilidades de tema, para que uma escolha seja realizada pelo usuário. Cada item do menu conduz a conversação para um vídeo informativo. A figura 3 representa como o menu e o vídeo do assunto escolhido são vistos pelo usuário. Todos os vídeos indicados pela AMO foram produzidos pelos alunos do curso de Medicina da PUC Minas campus Poços de Caldas e que estão diretamente envolvidos neste projeto. Além disto, todos os vídeos são publicados no canal do YouTube da *chatbot* AMO. Após a escolha pelo menu. Caso um usuário não demonstre interesse sobre aleitamento materno, a AMO responde com uma mensagem de despedida e agradecimento pela utilização da *chatbot*.

Do ponto de vista da implementação da *chatbot* AMO, a plataforma Google DialogFlow permite a construção de estratégias inteligentes de conversação. O desenvolvimento da *chatbot* tem seu início na definção das intenções de conversação (*intents*), como ilustrado na **figura 3**, onde se cria uma intenção e se oferece possíveis respostas que direcionam um usuário para o melhor fluxo de conversação possível, representado pela próxima intenção. Sempre que necessário, é possível construir as entidades de diálogo (*entities*), que são responsáveis por coletar dados do usuário, tais como nome e idade, no caso da AMO.

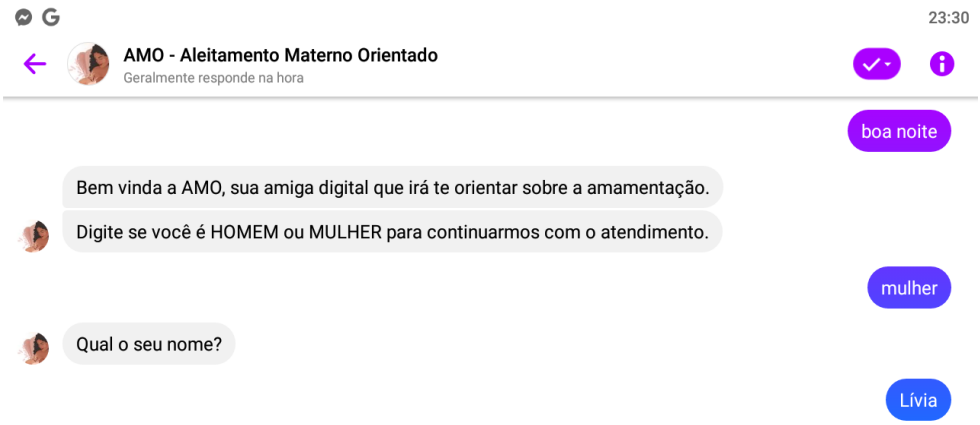


Figura 2 – Exemplo de conversa com usuário que se identifica como mulher

De forma complementar, é possível integrar a *chatbot* AMO em outras plataformas de mensagens, tais como o Facebook Messenger, o que pode agregar funcionalidades interativas.

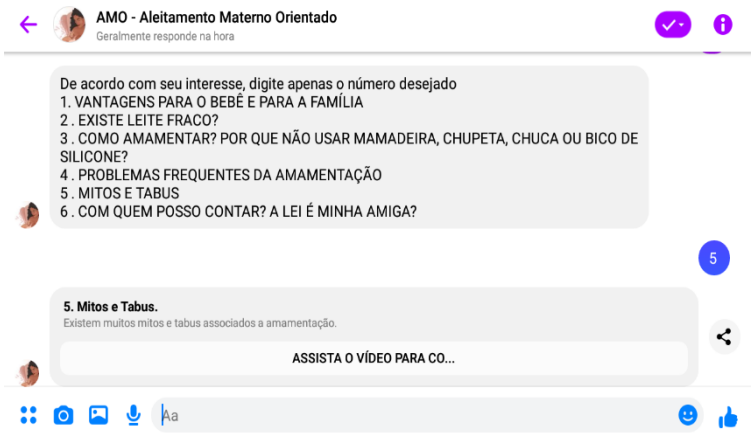


Figura 3 – Apresentação do menu e do link para acesso ao vídeo

A figura 4 apresenta algumas Intents da estrutura da AMO na estrutura de conversação suportada pela plataforma Google DialogFlow. Testes de usabilidade da *chatbot* AMO estão em andamento; no entanto, alguns obstáculos têm sido enfrentados na identificação dos usuários diretamente nas Unidades Básicas de Saúde, em virtude do contexto da pandemia de COVID-19.

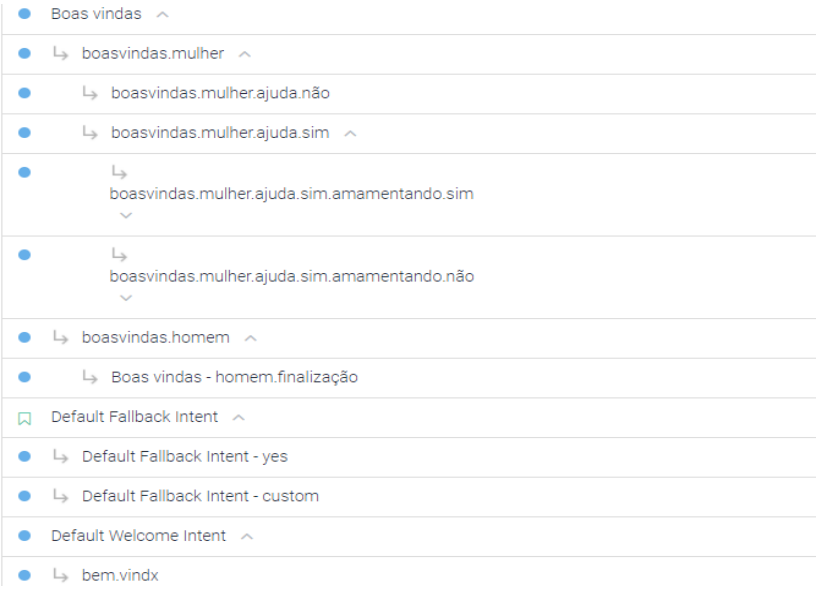


Figura 4 – Intents da estrutura da chatbot AMO na plataforma DialogFlow

4. Aplicabilidade

Conforme descrito, a *chatbot* AMO tem a finalidade de informar e ajudar as lactantes com as dúvidas mais recorrentes que aparecem durante o período de gestação e pós parto, evitando, dentro do possível, que as gestantes tenham que se deslocar até as Unidades Básicas de Saúde e procurar pelos profissionais de saúde, especialmente em tempos de pandemia.

Os índices de promoção, proteção e apoio ao aleitamento materno podem ser melhorados, contribuindo para que haja diminuição das taxas de morbimortalidade infantil [9]. De um modo geral, a amamentação afeta positivamente a vida da gestante e de sua família. A falta de informações ou o excesso de notícias falsas favorecem o desmame precoce, o que pode ser prejudicial para o desenvolvimento do feto e do bebê.

Neste sentido, por meio da *chatbot* AMO, é possível difundir a temática da amamentação, para que um número cada vez maior de pessoas possa acessar as informações sobre os benefícios do aleitamento materno.

Testes de usabilidade estão em andamento com 200 (duzentos) alunos do curso de Medicina, profissionais da área da Saúde, para que se possa analisar os aspectos da interação do usuário e estratégias de implantação da *chatbot* AMO na rede pública de saúde. Pretende-se difundir o uso da *chatbot* AMO entre os profissionais de uma equipe de saúde multiprofissional, para que possam instruir as pacientes, logo nas primeiras consultas de pré-natal, sobre como utilizar a *chatbot* e seus eventuais benefícios. De forma complementar, profissionais-chave, tais como os agentes comunitários de saúde, devem ser responsáveis pela difusão da *chatbot* AMO na comunidade.

5. Considerações Finais

A *chatbot* AMO foi desenvolvida para apoiar e incentivar nas ações de conscientização da importância da amamentação, auxiliando os profissionais da saúde, puérperas e familiares. O aleitamento materno é a alimentação mais segura e eficaz para o bebê na primeira etapa da vida. De um modo geral, a *chatbot* AMO estabelece canais de diálogo com o usuário e oferece informações confiáveis e curadas, relacionadas a tópicos específicos sobre aleitamento materno. Desta forma, espera-se contribuir na diminuição das filas e da sobrecarga de atendimento presencial nas unidades básicas de saúde.

Referências

Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Saúde da criança: Aleitamento Materno e Alimentação Complementar. Brasília (DF); 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tábua completa de mortalidade pro Brasil-2018. Rio de Janeiro; 2019.

Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Estratégia Nacional para Promoção do Aleitamento Materno e Alimentação Complementar Saudável no Sistema Único de Saúde. Brasília (DF); 2015

Victora CG, Bahl R, Barros AJ, França GV, Horton S, Krasevec J, et al; Lancet Breastfeeding Series Group. Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. Lancet. 2016;387(10017):475-90.

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Estudo Nacionalde Alimentação e Nutrição Infantil- ENANI 2019. Rio de Janeiro; 2020.

Boff ADG, Paniagua LM, Scherer S, Goulart BNG. Aspectos socioeconômicos e conhecimento de puérperas sobre o aleitamento materno. Audiol Commun Res. 2015; 20(2): 141-5.

Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Rede Amamenta Brasil: os primeiros passos. Brasília (DF);2011.

Lobo LC. Inteligência Artificial e Medicina. Rev. bras. educ. med. 2017; 41 (2): 185 – 193.

Rocci E, Fernandes RAQ. Dificuldades no aleitamento materno e influência no desmame precoce. Rev. bras. enferm. 2014; 67(1).

Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Atenção ao Pré-natal de Baixo Risco. Brasília (DF);2012.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 23/10/2020
Aceitação/Acceptance: 13/12/2020

Impactos da Lei de Proteção de Dados (LGPD) brasileira no uso da Computação em Nuvem

Márcio Aurélio de Souza Fernandes[1], Fernando Gonçalves de Oliveira[2], Felipe Silva Ferraz[3], Daniel Alves da Silva[4], Edna Dias Canedo[5], Rafael Timóteo de Sousa Jr[6]

marcio.fernandes@redes.unb.br; fernando.oliveira@redes.unb.br; fsf@cesar.org.br; daniel.alves@redes.unb.br; ednacanedo@unb.br; desousa@unb.br

[1] Universidade de Brasília – UNB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília -DF, CEP: 70910-900, Brasil

[2] CESAR School, Cais do Apolo, 77, Bairro Recife – Recife-PE, CEP:50030-390, Brasil

Pages: 374-385

Resumo: Este trabalho tem por objetivo analisar os impactos causados pela Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no uso da computação em nuvem. O estudo traz o conceito e utilização da computação em nuvem, reflexão sobre a LGPD no ordenamento jurídico atual e análise dos impactos que causa nà computação em nuvem. A lei foi publicada através da Medida Provisória nº 869, em 2712/2018, a fim de assegurar os direitos do usuário. A metodologia para a elaboração desse trabalho foi revisão bibliográfica, através de consultas em livros, revistas, periódicos, artigos, arquivos e sites relacionados ao tema. Conclui-se que a lei trouxe alguns desafios, porém, entende-se sua importancia, uma vez que assegura a proteção de dados de pessoas físicas ou jurídicas, além de trazer sanções civis e penais em caso de divulgação de dados pelas empresas.

Palavras-chave: LGPD; Computação em nuvem; Segurança de dados; armazenamento de dados; Direito do Usuário.

Impacts of the Brazilian Data Protection Law (LGPD) on the use of Cloud Computing

Abstract: This work aims to analyze the impacts caused by the General Data Protection Law (LGPD) on the use of cloud computing. The study brings the concept and use of cloud computing, reflection on LGPD in the current legal system and analysis of the impacts it causes on cloud computing. The law was published through Provisional Measure No. 869, on 2712/2018, in order to ensure the rights of the user. The methodology for preparing this work was a bibliographic review, through consultations in books, magazines, periodicals, articles, files and websites related to the theme. It is concluded that the law brought some challenges, however, its importance is understood, since it ensures the protection of data of individuals or legal entities, in addition to bringing civil and criminal sanctions in case of data disclosure by companies.

Keywords: LGPD; Cloud computing; Data security; Data storage; User Right.

1. Introdução

Cloud computing ou computação em nuvem é a utilização de memória, dispositivos de armazenamento, compartilhamento de recursos, processamento e servidores interligados por meio da internet.

O *National Institute of Standards and Technology* (NIT), define computação em nuvem como uma tecnologia que permite gerenciar recursos compartilhados tais como: servidores, redes, sistemas de armazeamento e serviços (Mell & Grance, 2011).

Com a evolução da ciência, sobretudo na área tecnológica, grande parte da população vem tendo acesso às tecnologias e aos dados disponíveis através da nuvem e de bancos de dados virtuais. Consequentemente, tem crescido a preocupação acerca da segurança e privacidade desses dados tanto por parte dos usuários quanto das organizações.

O armazenamento de dados na nuvem (ou disco virtual) tem a função de guardar e compartilhar arquivos e/ou diretórios que contenham dados de maneira segura, a fim de evitar a perda destes por roubo ou softwares maliciosos como os vírus (Galan, 2019).

A fim de assegurar os direitos do usuário, elaborou-se a Lei nº 13709/18 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) publicada através da Medida Provisória nº 869, de 27 de dezembro de 2018. A LGPD trouxe inovações relevantes a respeito da temática do armazenamento em nuvem, além de trazer disposições sobre a proteção de dados pessoais e alterações no texto da Lei nº 12.965 de 23 de abril de 2014, considerada como o Marco Civil da Internet.

A elaboração desta lei foi baseada nos direitos fundamentais de liberdade e de privacidade, como a livre iniciativa e o desenvolvimento econômico e tecnológico do país. Ela traz alguns dos requisitos quanto a sua adequação que são operações de tratamento realizadas em território nacional; oferta de bens, serviços e tratamentos de dados em território nacional e coleta de dados pessoais em território nacional (Ezidio, 2019; Somadossi, 2019).

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar os impactos causados pela LGPD no tocante ao uso da computação em nuvem para o armazenamento de dados. Para alcançar esse objetivo, o estudo trará uma visão geral sobre o conceito de computação em nuvem, o panorama sobre uso e o armazenamento de dados na nuvem, reflexão sobre a lei de proteção de dados vigente no ordenamento jurídico atual e uma análise dos impactos da nova LGPD na computação em nuvem.

Posto isso, o presente estudo se propõe a responder a seguinte questão de pesquisa: quais os impactos causados pela Lei Geral de Proteção de Dados na Computação em Nuvem? Tendo como objetivo geral analisar as normas relativas à proteção de dados, os objetivos específicos são: conceituar a computação em nuvem e o seu uso para o armazenamento de dados, refletir sobre a LGPD vigente no ordenamento jurídico atual e analisar os impactos que a LGPD traz para a computação em nuvem.

O estudo se justifica diante da importância que o tema tem para toda a sociedade, visto que é essencial que as informações e os dados de todo seres humanos devem estar protegidos na nuvem ou na rede, pois, todos tem o direito, amparados pela legislação, à privacidade de suas informações, seja pessoa física ou jurídica.

O presente trabalho está organizado como descrito a seguir. A seção 1 traz uma visão geral acerca da metodologia utilizada na revisão bibliográfica. A Seção 2 apresenta uma definição e características do modelo de computação em nuvem, conceitos sobre segurança no armazenamento de dados na nuvem, além de abordar a Lei Geral de Proteção de Dados e seus impactos na computação em nuvem. A Seção 3 trata da análise dos dados e discussão dos resultados, sumarizando descobertas relevantes de trabalhos já publicados acerca do tema. Por fim, a Seção 4, traz as conclusões a respeito do estudo realizado.

1.1. Metodologia

A metodologia utilizada para elaboração do estudo foi baseada em revisão bibliográfica, com consultas em livros, revistas, periódicos, artigos, arquivos e sites relacionados ao tema abordado.

Boccato (2006, p. 266) diz que a pesquisa bibliográfica é aquela que busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referências teóricas publicadas, analisando e discutindo as várias contribuições científicas.

Utilizaram-se como critério de inclusão trabalhos sobre o tema da LGPD e seus impactos na computação em nuvem publicados entre os anos de 2009 a 2020.

1.2. Contribuições da Metodologia Proposta

Por meio do estudo realizado, espera-se que os resultados contribuam para apresentar os desafios que serão enfrentados com a nova Lei Geral de Proteção de Dados e suas consequências ante a organizações, sejam elas públicas ou privadas, no que tange a segurança e proteção de dados, avaliando os itens a seguir:

1. principais riscos às empresas que armazenam seus dados em nuvem;
2. penalidades e sanções por descumprimento de normas da nova lei;
3. principais itens contemplados na nova lei no quesito armazenamento em nuvem;
4. soluções, métodos e ferramentas de segurança.

2. Estado da arte

Nesta seção serão apresentados conceitos básicos acerca dos principais tópicos objetos de estudo deste trabalho, a fim proporcionar uma maior compreensão dos temas abordados por todo o texto.

2.1. Computação em Nuvem

Pode-se considerar que as definições para computação em nuvem envolvem uma série de conceitos computacionais. Segundo Pinheiro (2016), a computação em nuvem é um

modelo que está sendo cada vez mais utilizado, proporcionando acesso compartilhado e configurável, seguro e facilitando a gestão dos recursos de Tecnologia da Informação com mínimo esforço. Contudo, cada parte desta infraestrutura é provida como serviços normalmente alocados em *data centers*, utilizando hardware compartilhado para computação e armazenamento.

2.2. Definição, Características e Modelos de Computação em Nuvem

A computação em nuvem é um modelo para permitir acesso conveniente à rede sob demanda para um conjunto compartilhado de recursos de computação configuráveis que podem ser rapidamente provisionados e lançados com esforço mínimo de gerenciamento ou interação do provedor de serviços (Almubadde & Elmogy, 2016).

Os modelos de implantação da computação em nuvem podem ser divididos em: pública, privada, comunitária e híbrida (Mell & Grance, 2011). Abaixo, na Figura 1, Ziani (2019) ilustra os quatro modelos de implantação de nuvem.

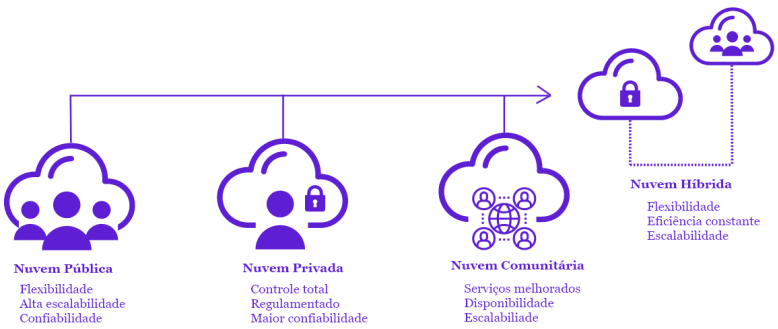


Figura 1 – Modelos de implnação de nuvem. Fonte: Ziani (2019) – Modelo adaptado pelo autor

Um dos termos mais utilizados em conjunto com computação em nuvem são os *Software as a Service* (SaaS), ou seja, softwares disponibilizados na "grande rede" através de serviços que normalmente são contratados pelas empresas para os mais diversos fins. Isso permite que as organizações dispensem altos investimentos na aquisição e manutenção de espaços físicos para comportar *data centers* próprios, a fim de armazenar e fornecer acesso aos seus recursos com a velocidade e disponibilidade que demandam.

Após um estudo onde foram consideradas várias definições distintas para o conceito de computação em nuvem, Vaquero *et al.* (2008) chegaram a conclusão de que as nuvens são grandes repositórios de recursos virtualizados, tais como hardware, plataformas de desenvolvimento e software, que são facilmente acessíveis.

2.3. Recursos de Computação em Nuvem e Armazenamento

O armazenamento em nuvem possibilita que empresas que precisam de infraestrutura de TI tenham a opção de adquirir somente as soluções pontuais de que necessitam para que seu negócio possa funcionar. Os dados armazenados em servidores em nuvem

podem ser acessados de qualquer lugar, desde que o usuário tenha acesso à internet no dispositivo utilizado (Moreira, 2017).

Sendo assim, estes serviços são ofertados para as empresas por meio de pacotes que buscam solucionar tais necessidades, disponibilizando estruturas ágeis e flexíveis no armazenamento e acesso a estes dados. Destacaremos alguns desses recursos a seguir.

Os primeiros deles são a elasticidade e escalonamento. De acordo com Buyya (2011), a computação em nuvem proporciona a ilusão de recursos computacionais infinitos e disponíveis para o uso. Portanto, os usuários têm a expectativa de que nuvem seja capaz de fornecer os recursos rapidamente, em qualquer quantidade e a qualquer momento. É esperado que recursos adicionais sejam adicionados ou removidos, possivelmente de forma automática, de acordo com o aumento ou diminuição da demanda.

O *self-service* (autoatendimento) é outro benefício importante. Segundo Buyya (2011), o consumidor de serviços da computação em nuvem espera adquirir recursos computacionais instantâneamente de acordo com suas necessidades. Para suportar este tipo de expectativa, as nuvens devem permitir o acesso em autoatendimento para que os usuários possam solicitar, personalizar, pagar e usar os serviços desejados sem intervenção humana.

Ainda segundo Buyya (2011), o faturamento e medição por uso é outra questão importante sobre os serviços oferecidos na nuvem com relação ao método/sistema de cobrança por utilização. Ou seja, uma vez que o usuário tem a opção de requisitar e utilizar somente a quantidade de recursos e serviços que ele julgar necessário, os serviços devem ser precificados com base em um uso de baixa duração, como por exemplo, medido em horas de uso.

Por esta razão, as nuvens devem implementar recursos que garantam um comércio eficiente de serviços, tais como tarifação adequada, contabilidade, faturamento, monitoramento e otimização de uso. Esta medição de uso dos recursos deve ser feita de forma automática, alinhada com os diferentes tipos de serviços oferecidos (armazenamento, processamento e largura de banda) e prontamente reportada, a fim de garantir uma maior transparência comercial.

Mell & Grance (2011) apresentam outros dois recursos importantes com relação aos serviços em nuvem: o amplo acesso à rede e a customização. Com relação ao primeiro, os recursos devem estar disponíveis através da rede de modo que possam ser acessados por meios convencionais que permitam a utilização dos mesmos por plataformas heterogêneas, como *smartphones*, *laptops*, PDAs, entre outros. Entendemos que todo e qualquer dispositivo que se conecte de alguma forma à internet, deverá ter totais condições de acessar os dados armazenados/providos na nuvem, aumentando o leque de opções e não se limitando apenas a computadores e derivados.

Com relação à customização, no atendimento a múltiplos usuários verifica-se a grande disparidade entre as necessidades dos mesmos, tornando essencial a capacidade de personalização dos recursos na nuvem, desde os serviços de infraestrutura, à serviços de plataforma e de software (Mell & Grance, 2011).

2.4. Segurança no Armazenamento de Dados na Nuvem

A segurança na nuvem é um tema bastante delicado e fruto de divergência na literatura. Há autores que defendem a segurança dos dados na nuvem, enquanto outros a enxergam com certo receio. Os pessimistas justificam sua desconfiança em qualquer incidente que venha a comprovar os riscos das aplicações em nuvem.

Conforme artigo publicado por Araújo (2020), a segurança cibernética não pode ser mais encarada como uma decisão que está à parte das inovações e operações do dia a dia do negócio. Para isso, no entanto, é preciso que as companhias avancem em seus planos de segurança, entendendo a LGPD e outras regras de conformidade digital.

A computação em nuvem ainda tem problemas por falta de uma retaguarda legal, de modelos contratuais e de controles adequados. O modelo também falha por dificultar processos de auditoria de segurança e de regulamentação dos dados para *backups* e das informações hospedadas na nuvem. Interfaces para a integração adequada entre os serviços na nuvem e aqueles hospedados nas empresas completam a lista de deficiências deste modelo de computação.

De acordo com CIO (2010), "os gestores de TI, no entanto, precisam analisar o projeto de adoção da computação em nuvem como qualquer outra iniciativa ligada à área de tecnologia. Isso exige um processo de avaliação dos riscos e dos benefícios, um plano bem estruturado para implementação e uma estratégia de aperfeiçoamento contínuo". Neste caso, cabe a cada profissional/organização tentar equilibrar essa equação da melhor maneira.

Dentre os diversos riscos à privacidade da informação estão: a invasão por meio de técnicas de ataque e o vazamento de informações, que podem ocorrer por uma falha humana ou de alguma ferramenta.

No tocante à segurança e proteção de dados pessoais, podemos destacar outros três riscos: pessoas, metodologias e ferramentas de proteção.

Em relação às pessoas, a engenharia social ainda é uma forma muito eficiente de colher informações importantes. Nela, indivíduos mal-intencionados se valem de conversas informais para extrair informações acerca do nível de segurança, metodologias adotadas para implementar e garantir a privacidade dos dados e/ou até mesmo as ferramentas utilizadas para a segurança das aplicações.

No que tange as metodologias de segurança da informação, é importante ressaltar que não há uma fórmula mágica ou receita infalível. Ainda assim, é possível, por meio de estudos e implementações de rotinas básicas, garantir que a informação esteja 99% segura. Algumas boas práticas podem minimizar os riscos de uma empresa ter seus dados expostos e/ou roubados e tais práticas devem ser adotadas não somente pelos profissionais da área de TI, mas por todos da organização. A organização, por sua vez, deve assegurar que os cuidados com a segurança sejam culturalmente difundidos no dia a dia.

O profissional de TSI – Tecnologia em Segurança da Informação – é o responsável por criar essas rotinas e/ou produzir o material que os demais profissionais da corporação

terão como base para implementação de suas atividades. A qualificação desse profissional deverá ser comprovada, ou seja, ele deverá possuir certificações que comprovem seus conhecimentos, básicos e avançados, para a referida atividade.

Entre as diversas ramificações da segurança da informação, há algumas que possuem certificações específicas, como: avaliação de segurança de sistemas; análise de ataques ou crimes virtuais; avaliação e controle de níveis de acessos; e análise do nível de segurança da informação.

Na Figura 2, é possível verificar as principais certificações para o especialista em proteção de dados.

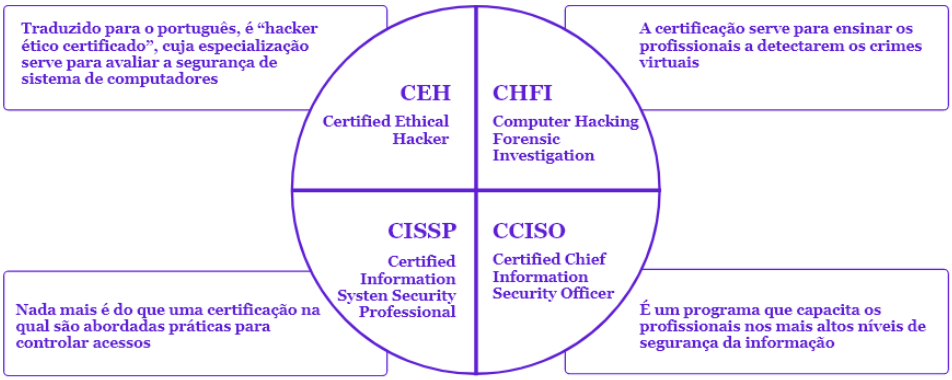


Figura 2 – Principais certificações para o especialista em proteção de dados.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Outra técnica de segurança que deve ser adotada é uma rotina de *backup*s, que embora não iniba ou minimize ataques com intenção de roubo de informações, reduz os danos à informações que foram acessadas, mas não foram perdidas. Segundo informações da empresa especialista em armazenamento em nuvem "*backupgarantido*", há 6 ataques muito praticados por *hackers*, são eles: DDOS *attack*; *port scanning attack*; *ransomware*; cavalo de troia; ataque de força bruta; cryptojacking.

O DPO (*Data Protection Officer*) é responsável pela segurança da corporação, cabendo a ele descrever toda política de segurança, desde a criação de usuários de rede até as ferramentas de detecção de tentativas de invasão. Isto é um grande desafio, uma vez que não temos uma cultura de seguir o que foi escrito, ou seja, o que vemos na prática são usuários que instalam suas próprias ferramentas de proteção (*shadow it*). Segundo o site "*securityreport*", apenas 10% das empresas possuem seu sistema de proteção de nuvem homologado.

Com a informação sendo um ativo precioso e necessário em tempo integral, o uso crescente de dispositivos móveis se tornou uma grande ameaça à privacidade, o termo "BYOD - *Bring Your Own Device*" tornou-se muito conhecido. Mas a questão é: como se proteger para minimizar os riscos com essa tendência? Criar uma política de uso para

os colaboradores da empresa, seja ela pública ou privada, iniciando com a cultura de informar sobre os riscos de redes sociais, *links* recebidos, uso de *websites* e aplicativos, pode ser um bom começo. O uso de aplicativos de segurança de acesso é uma ótima ferramenta, associada a tantas outras como: identificação de redes desprotegidas; uso de virtualização; bloqueio de armazenamento interno; soluções de criptografia; ferramentas de remoção total de conteúdo; logins e senhas em caso de perda ou roubo do dispositivo, entre outras.

2.5. A LGPD: Implicações, regras e o cenário atual

Segundo a Lei nº 13.709 (Brasil, 2018), que foi sancionada no dia 14 de agosto de 2018, e entra em vigor a partir de agosto de 2020, a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) tem como objetivo principal, garantir a transparência no uso dos dados de pessoas físicas sob qualquer meio. Esta lei substitui a então Lei 12.965 de 2014 (Brasil, 2014).

A Lei nº 13.709 (Brasil, 2018) baseou-se na GDPR (Regulamento Geral de Proteção de Dados), de base européia, revisou como as empresas processam e tratam dados. Desta forma, o Brasil está agora coberto pelas regras mais fortes de proteção de dados do mundo. O Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) mutuamente acordado entrou em vigor em agosto de 2020 no Brasil e foi projetado para modernizar as leis que protegem as informações pessoais dos indivíduos.

Antes da LGPD começar a ser aplicada, as regras anteriores de proteção de dados em toda a Europa (base para a lei no Brasil), foram criadas durante os anos 90 e buscavam acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas. A LGPD altera como as empresas e organizações do setor público podem lidar com as informações de seus clientes. Também aumenta os direitos dos indivíduos e dá a eles maior controle sobre suas informações (CENP, 2019).

Em suma, todas as organizações e empresas que são controladoras ou processadores de dados pessoais serão cobertas pela LGPD. Ou seja, tanto os dados pessoais públicos quanto os confidenciais serão cobertos pela LGPD. Dados pessoais, uma categoria complexa de informações, geralmente dizem respeito a uma informação que pode ser usada para identificar uma pessoa. Como exemplo temos um nome, endereço, data de nascimento, CPF, endereço IP, etc. Os dados pessoais sensíveis englobam dados genéticos, informações sobre visões religiosas e políticas, orientação sexual e muito mais (CENP, 2019).

As empresas cobertas pelo RGPD – Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados – são responsáveis pelo tratamento dessas informações pessoais dos indivíduos. Isso pode incluir políticas de proteção de dados, avaliações de impacto na proteção destes e documentos relevantes sobre como tais dados são processados.

Nos últimos anos, houve uma série de violações massivas de dados, incluindo milhões de detalhes de contas do Yahoo, LinkedIn e MySpace. De acordo com a LGPD, a destruição, perda, alteração, divulgação não autorizada ou acesso a dados pessoais devem ser relatados ao regulador de proteção de dados de um país, acarretando em possíveis impactos negativos, que podem incluir perdas financeiras, violação de confidencialidade, danos à reputação, entre outros.

Além disso, as empresas que têm monitoramento regular e sistemático de indivíduos em larga escala ou processam muitos dados pessoais confidenciais precisam contratar um diretor de proteção de dados (DPO). Para muitas organizações cobertas pela LGPD, isso pode significar ter que contratar um novo membro da equipe – embora empresas maiores e autoridades públicas possam já ter pessoas nessa função.

Também é necessário que as empresas obtenham consentimento para processar dados em algumas situações. Quando uma organização depende do consentimento para usar legalmente as informações de uma pessoa, elas precisam explicar claramente que tal direito está sendo concedido e que deve haver uma aceitação positiva para que possa o fazer.

3. Análise dos dados e discussão dos resultados

A Política de Segurança da Informação e Proteção de Dados define como as organizações e seus parceiros, fornecedores, etc., gerenciam e fornecem segurança entre si, e às informações confidenciais de seus clientes dentro dos limites do desenvolvimento de software de agências autorizadas para o recrutamento e do processamento e hospedagem de informações pessoais em empresas que buscam através da adequação das diretrizes baseadas na Lei nº 13.709 de 2018.

Ressalta-se que algumas empresas largaram na frente e já se adequaram a esta nova realidade. Apesar de, no Brasil, a lei passar a vigorar apenas em agosto de 2020, na Europa a lei vigora a mais de 2 anos e por isso já existem empresas especializadas em políticas de segurança adequadas a lei, que apoiam e cumprem totalmente os princípios do Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR), que estão resumidos abaixo:

De acordo com Guaracho (2018), tais políticas devem contemplar ações baseadas em dados pessoais, onde os mesmos devem ser:

1. processados de forma legal, justa e transparente em relação ao titular dos dados (legalidade, justiça transparência);
2. coletados para finalidades especificadas, explícitas e legítimas e não processados de maneira que seja incompatível com esses fins (limitação de finalidade);
3. adequados, relevantes e limitados ao necessário em relação aos fins para os quais são processados (minimização de dados);
4. precisos e, quando necessário, atualizados; (precisão);
5. mantidos em uma forma que permita a identificação dos titulares dos dados por um período não superior ao necessário para os fins os quais os dados pessoais são processados (limitação de armazenamento);
6. processados de maneira a garantir a segurança adequada dos dados pessoais, incluindo proteção contra processamento não autorizado ou ilegal e contra perda, destruição ou dano acidental, usando medidas técnicas ou organizacionais adequadas (integridade e confidencialidade).

Ter uma política de segurança da informação é uma prática recomendada do governo e dos setores organizacionais de empresas que buscam tal competência sobre a LGPD.

Ajuda a evitar eventos acidentais ou maliciosos que resultem no acesso e/ou divulgação não autorizados de arquivos eletrônicos, documentos em papel e serviços online.

As organizações precisam estar comprometidas em manter e desenvolver uma infraestrutura de sistemas de informação, com um nível adequado de segurança e proteção de dados. É preciso que os conselhos administrativos das organizações, se comprometam com o estabelecimento, implementação, operação, monitoramento, revisão, manutenção e aprimoramento do gerenciamento de sistemas de informação (Guaracho, 2018).

O compromisso das organizações, perante a Lei 13.709 inclui atividades como garantir que os recursos adequados estejam disponíveis para trabalhar nesses sistemas e que todos os funcionários afetados tenham o treinamento, a conscientização e a competência adequados (Guaracho, 2018).

Assim sendo, Filho (2018), retrata que as políticas de segurança baseadas nas diretrizes da Lei, precisam:

1. trazer à atenção de todo pessoal à necessidade de melhorar e manter a segurança dos sistemas de informação e aconselhar os gerentes sobre a abordagem adotada para alcançar o nível apropriado de segurança;
2. trazer à atenção de todos os gerentes e funcionários suas responsabilidades de acordo com os requisitos da legislação, incluindo a própria legislação e a orientação sobre proteção dos dados e direitos humanos, bem como a importância de garantir a confidencialidade dos dados pessoais e sensíveis.
3. garantir que a empresa cumpra a legislação vigente e as diretivas da lei e cumpra suas normas, obrigações e observe padrões de boas práticas.

O Diretor de Segurança da Informação é o proprietário responsável da Política de Segurança da Informação e Proteção de Dados e é responsável pela sua manutenção e revisão em conjunto com o Diretor de Proteção de Dados. Qualquer exceção à Política de Segurança da Informação e Proteção de Dados deve ser avaliada e aprovada pelo Diretor de Segurança da Informação. A delegação de responsabilidades é descrita em detalhes nos Procedimentos de Gerenciamento de Segurança da Informação (Filho, 2018).

4. Conclusões

Apesar dos requisitos em constante mudança do mundo dos negócios, com novos direitos para os indivíduos e notícias recentes relacionadas a violações da segurança de dados, não há indicativos de que o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) tenha sérias implicações nos provedores de serviços em nuvem, processos e armazenamento de dados pessoais.

Os provedores de nuvem precisam integrar essa lei em seus processos e fazer retificações de acordo com as novas disposições. A legislação de proteção de dados existente antes da aplicação da lei tornou-se obsoleta, uma vez que não atende aos novos desenvolvimentos em termos de alto uso de redes sociais, crescimento exponencial de dados e uso em larga escala da tecnologia de computação em nuvem.

Atualmente, o uso da computação em nuvem é parte integrante de uma empresa moderna, pois pode oferecer vantagem competitiva reduzindo custos e permitindo que pequenas empresas concorram com as grandesmultinacionais sem altos custos de inicialização. É fato que mais de 80% dos novos aplicativos corporativos comerciais usarão a nuvem como plataforma até 2025. A comissão da União Européia (EU), onde tudo começou, entende a importância da computação em nuvem e deseja adaptar políticas amigáveis à nuvem de modo que possam gerar receitas e contribuir para o PIB.

Isso resultará em um crescimento substancial no mercado de trabalho, produzindo cerca de 3,8 milhões de empregos para diretamente ligados à computação em nuvem, com políticas e leis adequadas que fornecem ambiente adequado para este mercado. O principal obstáculo ao uso da computação em nuvem é a legislação de proteção de dados. As leis existentes não eram abrangentes, uma vez que ofereciam aos Estados a opção de implementar apenas padrões mínimos que, devido a isso, resultaram em padrões inadequados de proteção de dados e criaram mais incerteza na adoção da tecnologia em nuvem.

A implicação do GDPR, que é a base central da LGPD, é abrangente e os provedores de nuvem precisam alterar e modificar seus serviços, processos e contratos para atender aos requisitos da legislação. O documento de pesquisa inicialmente discute a jornada de transformação e as causas subjacentes para aprimorar a Diretiva de Proteção de Dados (DPD) em GDPR.

Desta forma, o presente trabalho destacou as disposições do GDPR e seu impacto nos provedores de serviços em nuvem, seguido por uma comparação entre a atual Diretiva de Proteção de Dados e as alterações no GDPR. O documento de pesquisa resumiu o impacto legal e geral do GDPR no Provedor de Serviços em Nuvem (CSP) e como isso afetará os processos e procedimentos durante o processamento ou armazenamento de dados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio das Agências Brasileiras de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação CAPES (concessão 23038.007604/2014-69 FORTE), CNPq (concessão 465741/2014-2 INCT em Segurança Cibernética) e a FAP-DF (concessões 0193.001366/2016 UIoT e 0193.001365/2016 SSDDC), bem como as cooperações com o Ministério da Economia (TED DIPLA 005/2016), Advocacia Geral da União (TED AGU 697.935/2019) e a CESAR School.

Referências

Araújo, G. (2020). Os impatos da LGPD para as ações de Segurança da Informação. Disponível em: https://cio.com.br/os-impactos-da-lgpd-para-as-acoes-de-seguranca-da-informacao/.

Boccato, V. R. C. (2006). Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, 18(3), 265-274.

Brasil. (2014). Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014. Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da internet no Brasil. Diário Oficial da União (23 abr. 2014).

Brasil. (2018). Lei nº 13.709, de 14 de Agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da República Federativa do Brasil (14 ago. 2018).

Buyya, R., Broberg, J., & Goscinski, A. M. (Eds.). (2010). Cloud computing: Principles and paradigms (Vol. 87). John Wiley & Sons.

CENP. (2019). Lei geral de proteção de dados pessoais: perguntas e respostas sobre os impactos da nova regulamentação no setor de publicidade. Disponível em: https://www.cenp.com.br/downloads/LGPD.pdf.

CIO. (2010). O que as empresas precisam saber sobre cloud computing. Disponível em: https://cio.com.br/gestao/o-que-as-empresas-precisam-saber-sobre-cloud-computing/.

Ezidio, E. (2019). LGPD: Como a nova lei pode impactar o uso da cloud pelas empresas. SEGS. Disponível em: https://www.segs.com.br/info-ti/198857-lgpd-como-a-nova-lei-pode-impactar-o-uso-da-cloud-pelas-empresas.

Galan, A. (2019). Entenda como funciona o armazenamento de dados na nuvem. RENOVAMIDIA. Disponível em: https://renovamidia.com.br/entenda-como-funciona-o-armazenamento-de-dados-na-nuvem.

Guaracho, R. F. (2018). A privacidade, as novas regras de proteção de dados e o futuro digital. Revista Conceito Jurídico. Disponível em: http://www.gandramartins.adv.br/project/ives-gandra/public/uploads/2019/02/21/22f3605085417p.pdf.

Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing.

Moreira, E. (2017). IAAS, PAAS, SAAS: conheça os modelos fundamentais de Cloud Computing. Disponível em: https://introduc eti.com.br/blog/iaas-paas-saas-conheca-os-modelos-fundamentais-de-cloud-computing/.

Pinheiro, A. (2016). Arquitetura baseada em confiança para a verificação da integridade de arquivos em nuvens computacionais.

Reinaldo Filho, D. (2018, 21 julho). Lei de proteção de dados pessoais aproxima o Brasil dos países civilizados. *Revista Jus Navigandi*, Teresina (ISSN 1518-4862, Ano 23, nº 5498).

Vaquero, L. M., Rodero-Merino, L., Caceres, J., & Lindner, M. (2008). A break in the clouds: towards a cloud definition.

Ziani, A., & Medouri, A. (2018). Security Requirements for Cloud Environments: The Public Cloud Case. In The Proceedings of the Third International Conference on Smart City Applications (pp. 757-770). Springer, Cham.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 31/10/2020
Aceitação/Acceptance: 29/12/2020

Uma Proposta de *ChatBot* Para Telediagnóstico de Câncer do Colo do Útero: Uma abordagem Inovadora e Centrada nos Usuários de Unidades Básicas de Saúde

João Benedito dos Santos Junior[1], Ana Julia Silva Dias[1], Beatriz Zanzin de Paiva Souza[1], Hadassa Carvalho Victorino[1], Thaís Soares Carmello[1], Thatia Regina Bonfim[1], Antônio Ângelo Rocha[1], Gabriela Moreno Gomes[2]

joao@pucpcaldas.br; anasdias@hotmail.com, beatrizzanzin@gmail.com; hadassacv97@gmail.com; thais-carmello@hotmail.com; thatiarb@pucpcaldas.br; angelo@pucpcaldas.br; gabrielamorenogomess@gmail.com

[1] Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, *campus* Poços de Caldas, Brasil

[2] Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC Paraná, *campus* de Londrina, Brasil

Pages: 386-395

Resumo: O câncer representa uma das causas mais frequentes de morbidade e mortalidade no mundo. No Brasil, o câncer do colo do útero (CCU) provoca alta mortalidade, apesar das campanhas e programas governamentais de prevenção. A prevenção e o diagnóstico precoce são as estratégias mais eficientes para o combate à doença, sendo mais efetivas do que muitos tratamentos. Neste contexto, este trabalho apresenta a construção e o uso de *chatbots* como estratégia potencial para oferta de programas de prevenção e telediagnóstico do câncer de colo do útero. Por se tratar de uma tecnologia de baixo custo, o robô de conversação ANGELA pode ser aplicado nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) vinculadas ao Sistema Único de Saúde (SUS), em todo o território brasileiro.

Palavras-chave: Câncer do Colo do Útero; Prevenção. Tratamento. Diagnóstico.

A ChatBot Proposal for Cervical Cancer Telediagnosis: An Innovative Approach and Centered on Users of Basic Health Units

Abstract: Cancer represents one of the most frequent causes of morbidity and mortality in the world. In Brazil, cervical cancer (CC) causes high mortality, despite government prevention campaigns and programs. Prevention and early diagnosis are the most efficient strategies to fight the disease, being more effective than many treatments. In this context, this work presents the construction and use of chatbots as a potential strategy for offering cervical cancer prevention and tele diagnosis programs. Because it is a low-cost technology, the ANGELA conversation robot can be applied in Basic Health Units (UBS) linked to the Unified Health System (SUS), throughout the Brazilian territory.

Keywords: Cervical cancer. Prevention. Treatment. Diagnosis.

1. Introdução

O câncer não deve ser visto apenas como uma doença pontual, mas como um conjunto de diversas doenças diferentes. De modo simplificado, o câncer ocorre devido a uma série de mudanças que provocam um crescimento celular desordenado, que não é controlado pelo organismo, comprometendo tecidos e órgãos [1].

O Câncer do Colo do Útero (CCU) é causado pela infecção persistente por alguns tipos do Papilomavírus Humano (HPV) [2], que, neste caso, o órgão acometido é o útero, mais precisamente o colo, que fica em contato com a vagina. O tumor de colouterino se apresenta, na sua fase inicial, de uma forma assintomática ou pouco sintomática, fazendo com que muitas pacientes não procurem ajuda no início da doença [13]. Por esta razão, é muito importante a vigilância contínua, através de medidas de prevenção e rastreamento [2].

Geralmente, as defesas imunológicas são suficientes para eliminar o vírus do corpo humano. No entanto, em alguns indivíduos, alguns tipos de HPV podem desenvolver verrugas genitais ou alterações benignas no colo do útero [14]. Essas células anormais, se não forem diagnosticadas e tratadas precocemente, podem levar ao pré-câncer ou ao câncer [3][14].

Para que seja possível a detecção eficaz do câncer do colo do útero, há programas organizados de rastreamento, que dependem de uma ampla cobertura e organização das Unidades Básicas de Saúde (UBS), tanto para instruir as mulheres, quanto para a realização do exame cito-patológico do colo do útero, método principal e seguro para se detectar precocemente o CCU [4].

Neste contexto, tecnologias de informação e comunicação, como é o caso da *chatbot* ANGELA, podem ser fundamentais para detectar e prover ações para o tratamento precoce das lesões precursoras, na tentativa de evitar que ocorra a evolução para a doença invasiva.

2. Principais Problemas

O câncer é uma das causas mais comuns de morbidade e mortalidade no mundo. Segundo dados do Instituto Nacional do Câncer (INCA), entre 2020 e 2021 são esperados 16.710 novos casos de câncer do colo do útero no Brasil, com um risco aproximado de 15,38 casos para cada 100 mil mulheres. Os estudos do INCA demonstram que a estimativa é de que o vírus resulte em, aproximadamente, 570 mil novos casos por ano. De forma geral, o câncer do colo do útero corresponde à cerca de 15% de todos os tipos de cânceres femininos, sendo o segundo tipo de câncer mais comum entre as mulheres no mundo, responsável, anualmente, por cerca de 500 mil casos novos e, aproximadamente, 311 mil mortes. No Brasil, a mortalidade causada pelo câncer do colo de útero também é alta, sendo que ocorreram 6.526 óbitos, em 2018 [5].

Uma característica marcante do câncer do colo do útero é a sua consistente associação com os grupos que apresentam maior vulnerabilidade social. São nesses grupos que se concentram as maiores barreiras de acesso à rede de serviços de atenção primária, tanto para detecção quanto para o tratamento precoce de doenças e de suas lesões precursoras

[6]. Neste contexto, tornam-se muito relevantes as medidas eficientes de comunicação, que tenham como objetivo essencial fornecer informações para a população, de maneira segura e curada (validada). O conhecimento dos métodos de prevenção, detecção e tratamento do câncer do colo de útero são fundamentais para que as mulheres possam aderir aos exames preventivos.

3. Hipóteses e Objetivos da Proposta

No contexto em que este trabalho está inserido, considera-se relevante a hipótese de que é possível implementar e difundir uma *chatbot* (robô de conversação) que auxilie as mulheres, numa etapa de pré-atendimento nas UBS, promovendo uma conscientização sobre o câncer do colo do útero.

Muitas mulheres não possuem conhecimento sobre a gravidade e prevalência do câncer do colo do útero. Neste sentido, é possível utilizar os *chatbots* para oferecer informação, considerando aspectos como o baixo custo desse tipo de tecnologia, além de sua eficiência, praticidade e alcance. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um protótipo de *chatbot*, que, além de oferecer atendimento às mulheres, prioriza também a diminuição das filas de espera nas UBS.

Neste contexto, o curso de Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) *campus* Poços de Caldas, no Brasil, oferece um ambiente adequado para que alunos e pesquisadores pudessem criar a *chatbot* ANGELA, que, utilizando mecanismos e estratégias de Inteligência Artificial, pretende aconselhar e orientar as mulheres sobre o câncer do colo do útero.

4. Histórico do Diagnóstico e Tratamento do Câncer do Colo do Útero

Na década de 1940, George Papanicolaou foi o pioneiro no estudo da citologia e na detecção do câncer do colo de útero. No Brasil, entre 1900 e 1910, foi desenvolvido por alguns médicos ginecologistas um modelo original de prevenção a este tipo de câncer, baseado na observação direta do colo do útero por um aparelho chamado coloscópio [7].

Em novembro de 1948, foi realizada a primeira campanha educativa sobre o câncer, tendo como estratégia central a realização de uma exposição com imagens dos vários tipos de cânceres e os locais onde ocorrem no corpo, regiões geográficas de maior incidência, dentre outros aspectos. Uma das mensagens primordiais apresentadas era a possibilidade de cura da doença, se diagnosticada precocemente. Nos anos 1950, o exame citopatológico (Papanicolaou) foi introduzido no Brasil, e a partir da década de 1970, começaram as campanhas de rastreamento nos estados mais economicamente mais ricos da federação [7].

A política nacional de controle da doença teve forte influência da reforma sanitária, no final dos anos 1980, e das ações dos movimentos sociais em defesa da saúde da mulher. O INCA, nos anos de 1990, juntamente com o Sistema Único de Saúde (SUS), passou a coordenar essa política nacional. Em 2002, o programa tornou-se permanente, enfatizando a assessoria técnica aos estados, aperfeiçoamento da rede de atenção

à doença e monitoramento de suas ações [7]. Vale ressaltar que no ano de 2006 foi inaugurada a Política Nacional de Atenção Oncológica (PNAO), criada pela Portaria No. nº 2.439, de 2005, que teve como princípio o controle dos cânceres do colo do útero e de mama, como sendo componentes essenciais a serem previstos nos planos estaduais e municipais de saúde [8].

A importância da detecção precoce dessas neoplasias foi reafirmada no Pacto pela Saúde, em 2006. Ainda que o Sistema de Informação do Câncer do Colo do Útero (SISCOLO) tenha registrado cerca de 11 milhões de exames cito-patológicos no Brasil, no ano de 2009, além dos avanços em nível da atenção primária no SUS, reduzir a mortalidade por câncer do colo do útero no Brasil ainda é um importante desafio [9].

O exame cito-patológico é um dos métodos mais exitosos para a prevenção do câncer do colo do útero. O exame consiste na coleta de células esfoliadas do colo do útero e a análise microscópica das mesmas, utilizando coloração, para que se possa identificar anormalidades e avaliar a possibilidade de ameaça de lesão precursora, clinicamente indetectável [9]. Os dois primeiros exames devem ser realizados com intervalo anual e, se ambos os resultados forem negativos, os próximos devem ser realizados a cada três anos. O início da coleta deve ser aos 25 anos de idade, para as mulheres que já tiveram ou tem atividade sexual. O rastreamento antes dos 25 anos deve ser evitado, uma vez que há maiores chances de regressão da lesão. Além disso, os exames periódicos devem seguir até os 64 anos de idade e, naquelas mulheres sem história prévia de doença, devem ser interrompidos quando essas mulheres tiverem pelo menos dois exames negativos consecutivos, nos últimos cinco anos. Para mulheres com mais 64 anos de idade e que nunca se submeteram ao exame cito-patológico, deve-se realizar dois exames com intervalo de um a três anos [9].

No Brasil, foram adotadas as recomendações da Organização Mundial de Saúde, baseadas em estudos realizados pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC), publicados em 1986, e que envolveram oito países. Esses estudos, que serviram de base para toda uma geração de normas ainda hoje vigentes no mundo, demonstraram que, em mulheres entre 35 e 64 anos, depois de um exame cito-patológico do colo do útero negativo, o exame subsequente pode ser realizado a cada três anos, com eficácia semelhante à realização anual [9].

Os tumores epiteliais do colo do útero são classificados em dois níveis, dependendo da origem do epitélio comprometido: a) o carcinoma epidermóide, tipo mais incidente, que representa cerca de 90% dos casos e acomete o epitélio escamoso; b) o adenocarcinoma, mais raro, responsável por cerca de 10% dos casos, que acomete o epitélio glandular [5].

É importante pontuar que indivíduos com o diagnóstico precoce e tratamento adequado possuem uma alta possibilidade de cura. Na fase pré-clínica, a detecção é feita através da raspagem delicada do colo, através do exame cito-patológico. O vírus HPV pode ser de baixo e alto risco, quanto ao desenvolvimento do câncer. Pesquisas e estudos já identificaram 12 tipos distintos como sendo de alto risco (HPV tipos 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58 e 59) que têm uma chance maior de apresentar lesões pré-cancerígenas. Foram identificados também os tipos 16 e 18, que provocam a maioria dos casos de câncer do colo de útero, cerca de 70%. Eles também são responsáveis por até

90% dos casos de câncer de ânus, até 60% dos cânceres de vagina e até 50% dos casos de câncer vulvar [10]. Os vírus HPV de tipo 6 e 11, encontrados na maioria das verrugas genitais (ou condilomas genitais) e papilomas laríngeos, parecem não oferecer nenhum risco de progressão para malignidade. Em grande parte dos casos, o HPV não manifesta sintomas e é eliminado pelo corpo de forma espontânea. O HPV pode estar no organismo durante longos períodos, sem que o indivíduo apresente qualquer manifestação de sinais e sintomas. Em uma pequena quantidade de pessoas, determinados tipos de HPV podem perdurar por um tempo mais longo, proporcionando alterações nas 12 células, que podem evoluir para as doenças associadas ao vírus. Essas alterações nas células podem causar verrugas genitais, lesão precursora e vários tipos de cânceres, como os do colo de útero, vagina, vulva e ânus [10].

O tratamento das lesões precursoras do câncer do colo do útero deve ser individualizado, considerando-se as especificidades de cada caso, podendo ser clínico ou cirúrgico, variando de acordo com o estágio em que se encontra a doença, tamanho do tumor e fatores pessoais, como idade da paciente e o desejo de ter filhos, por exemplo. Nos casos em que há a presença de lesão precursora, essa poderá ser tratada em nível ambulatorial, por meio de uma eletro-cirurgia [9].

5. Metodologia e Estratégias de Pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram necessárias atividades contínuas de pesquisa e análise em bancos de dados, tais como Medline e Scielo, e em cadernos do Ministério da Saúde, especialmente para identificação dos principais aspectos relacionados ao câncer do colo do útero. Entrevistas técnicas com profissionais que trabalham com essa temática foram igualmente importantes. Aspectos da Medicina Baseada em Evidências, desenvolvidos no contexto em que este trabalho se insere, foram considerados e contribuíram de forma expressiva para os resultados esperados [15].

Conforme apresentado nos objetivos deste trabalho, o uso de *chatbots* oferece possibilidades avançadas para coleta de dados, uma vez que as técnicas de conversação eletrônica podem alcançar diretamente o público-alvo.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda o desenvolvimento de programas de controle de câncer do colo uterino para reduzir a incidência e mortalidade associada a esta doença. No entanto, o sucesso de planejamento, implementação e avaliação de programas de controle do câncer necessitam da disponibilidade de dados epidemiológicos sobre a frequência e a distribuição em cada região, preferencialmente através de registros de base populacional do câncer [11].

O uso de *chatbots* em Unidades Básicas de Saúde pode fomentar aspectos da Telemedicina, tais como o telediagnóstico e teleatendimento. De um modo geral, pretende-se oferecer acompanhamento a distância (remoto) a pacientes (notadamente, as mulheres), como qualidade e cientificamente orientado.

A *chatbot* ANGELA foi desenvolvida na plataforma Google DialogFlow, que emprega mecanismos de Inteligência Artificial na construção de estratégias de diálogo entre o ser humano e os robôs de conversação.

Para a criação de robôs na plataforma Dialogflow, é importante compreender dois conceitos essenciais: as intenções de fala (*intents*) e as entidades de dados (*entities*). As intenções de fala são estratégias utilizadas para caracterizar uma entrada do usuário e direcionar uma ação de resposta, que seja compatível com o fluxo esperado para um diálogo. As entidades são utilizadas para estruturar uma escolha de fluxo, a partir de uma intenção, funcionando como contexto para uma determinada ação [12]. A **figura 1** apresenta um momento na conversação, no qual a *chatbot* ANGELA segue a *intente* de boas-vindas a um usuário, a partir de uma frase de saudação, informada pelo usuário. De um modo geral, pode-se observar que a *chatbot* ANGELA foi programada para atuar como conselheira da mulher, oferecendo-lhe apoio, numa conversa eletrônica sobre a saúde da mulher.

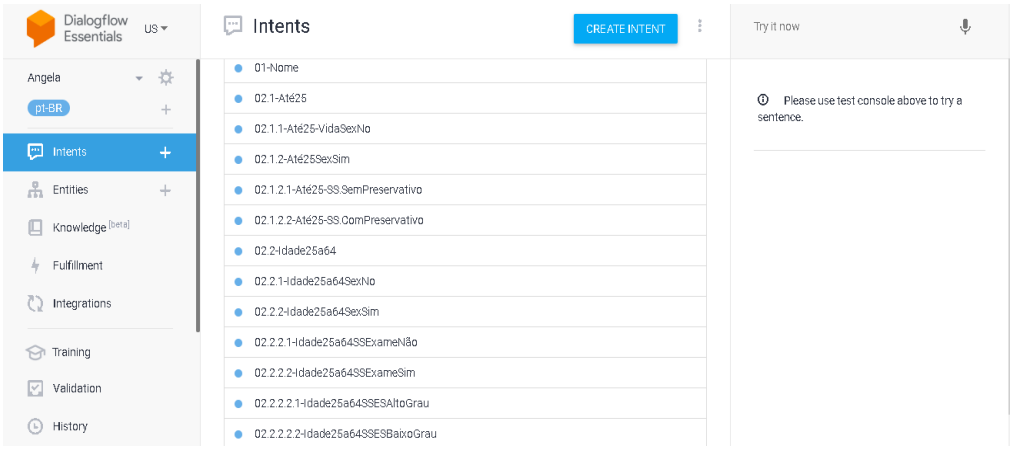


Figura 1 – Hierarquia das INTENTS da *chatbot* ANGELA na plataforma DialogFlow

Essa tentativa de diálogo *humanizado* e próximo à paciente pode ser observado em diversas das frases de treinamento, tais como "*Bem-vinda! Meu nome é Angela, sua amiga virtual. Estou aqui para conversarmos sobre saúde da mulher. Posso ajudá-la?*", ou ainda "*Obrigada pela visita! Estamos sempre disponíveis para te ajudar!*", dentre outras.

No que se refere às respostas oferecidas pela *chabot* ANGELA, os textos também são *humanizados* e têm por objetivo prover informação curada e validada, como é o caso das mulheres que estão na faixa etária de 25 a 64 anos e que tem vida sexual ativa, a saber: "*É muito importante realizar o Papanicolau para a prevenção de câncer de colo de útero! Procure o posto de saúde mais próximo de sua residência. Esse fator é fundamental para a manutenção da sua saúde*".

As perguntas iniciais têm o objetivo de identificar o usuário, através da solicitação do nome da paciente e idade, para posicioná-la em três grupos etários distintos: a) o primeiro consiste em pacientes de até 25 anos; b) o segundo, de 25 a 64 anos; c) o terceiro, acima de 64 anos. Essas faixas etárias foram definidas a partir de protocolos de rastreamentos

fornecidos pelo Ministério da Saúde e INCA, que servem como referencial teórico nas unidades básicas de saúde no Brasil [9].

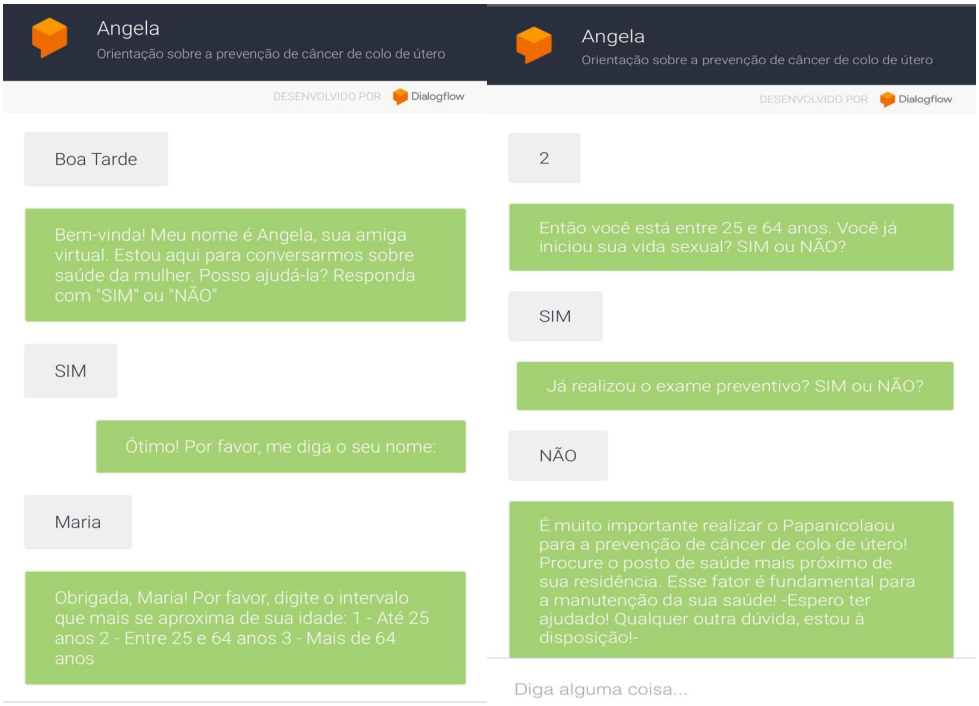


Figura 2 – Exemplos de uso da *Chatbot* ANGELA

As faixas etárias permitem estabelecer abordagens e protocolos terapêuticos diferentes; portanto, a partir da resposta fornecida pela paciente, a *chatbot* ANGELA segue uma tomada de decisão (follow-up intent) distinta, conforme pode ser observado na figura 2.

Ao detalhar as intenções de fala, observa-se que, se a idade informada for de até 25 anos, necessita-se saber se a mulher já iniciou sua vida sexual. Em caso negativo, a *chatbot* ANGELA irá esclarecer sobre a não obrigatoriedade de realização do exame preventivo até os 25 anos e conscientizar sobre as medidas anticoncepcionais e prevenção de doenças. Se a mulher informar que já iniciou sua vida sexual e a mantém ativa, serão feitos questionamentos sobre a utilização de preventivos, por exemplo. Em caso de resposta afirmativa sobre o uso de preservativos, mensagens de incentivo e apoio serão exibidas, enfatizando a importância da prevenção de infecções sexualmente transmissíveis (ISTs) e gravidez não planejada. Também é emitido um aviso sobre a importância de acompanhamento presencial (ou remoto) na UBS de preferência da mulher, além da realização do exame de rastreio do CCU, ao completar 25 anos. Se a resposta for negativa, quanto ao uso de preservativos, a *chatbot* ANGELA emitirá alertas

de conscientização, com destaque para a importância da utilização deste método, bem como a verificação do cronograma estabelecido para a realização do exame preventivo.

6. Ambiente e Cenários de Testes

Após a construção do modelo básico de inteligência artificial e implementação da *chatbot* ANGELA, foi iniciada a fase de testes preliminares, que contaram com a participação de 200 alunos e professores do curso de Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) *campus* Poços de Caldas, além de profissionais da área da Saúde.

Para validar o uso de *chatbots* na área da Saúde, cenários de simulação foram configurados e construídos usando o próprio *chatbot* e outras ferramentas tecnológicas complementares, como é o caso de bancos de dados, para armazenar respostas e interações dos usuários.

Para a construção de um cenário de simulação e testes, são definidos os parâmetros que se deseja verificar junto aos usuários, ajustando-os em frases de treinamento para os robôs de conversação. Então, os *chatbots* podem capturar as respostas dos usuários às perguntas-chave e armazená-las, para análise posterior. Uma vez obtidos os dados, ferramentas de análise e ciência de dados auxiliam na tomada de decisões, de maneira automática e/ou controlada, sobre as melhores formas de abordar o problema do câncer do colo do útero, como é o caso do melhor encaminhamento que se deve fazer a partir da UBS. Adicionalmente, permitir que profissionais das UBS, que fizeram o atendimento básico e primário, possam acompanhar, de forma remota, o avanço do atendimento em outros setores e pontos de atenção à Saúde.

6.1. Aplicabilidade

Embora os testes tenham se mostrado satisfatórios, em função dos resultados preliminares de usabilidade e funcionalidade, é necessário implantar a *chatbot* ANGELA nas unidades básicas de saúde do município de Poços de Caldas (MG), o que deverá ocorrer no primeiro semestre de 2021. Cabe ressaltar que o uso de tecnologias de informação e comunicação na área da Saúde é complexo, pois é preciso validar aspectos de funcionalidade e eficácia. No entanto, num contexto mais amplo de difusão da Telemedicina no Brasil, espera-se que os *chatbots*, como é o caso da ANGELA, possam ser utilizados como ferramentas de apoio ao trabalho dos profissionais da Saúde, especialmente nas Unidades Básicas de Saúde e no contexto do SUS.

7. Considerações Finais

O uso de *chatbots* pode ser viável para coleta de dados e essencial em ações de apoio aos usuários das Unidades Básicas de Saúde, notadamente no que se refere ao combate à desinformação. Trata-se de uma estratégia inovadora, baseada no estabelecimento de conversações eletrônicas com os usuários. Neste sentido, profissionais de saúde, que atuam nas UBS, passam a ter mais uma ferramenta para apoiá-los na atenção primária, permitindo o monitoramento remoto do usuário/paciente, sem a necessidade

de presença física, o que pode ser decisivo e importante em muitas situações, como é o caso do período da pandemia de COVID-19. Com relação à saúde da mulher, mais precisamente no rastreamento do câncer do colo do útero, *chatbots* se apresentam como um importante facilitador na difusão de informações, que podem ser decisivas nas ações de prevenção e no tratamento precoce.

Referências

Pierce BA. Genética: um enfoque conceitual. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

Navarro C, Fonseca IAJ, Sibajev IA, Souza CIA, Araújo DS, Teles DAF, et al. Cobertura do rastreamento do câncer de colo de útero em região de alta incidência. Rev Saúde Pública 2015; 49:17. DOI: 10.1590/S0034-8910.2015049005554

Ministério da Saúde (BR), Secretaria De Vigilância Em Saúde Departamento De Vigilância De Doenças Transmissíveis Coordenação Geral Do Programa Nacional De Imunizações. Guia Prático Sobre HPV. Brasília (DF); 2017: 4-5.

Fernandes NFS, Galvão JR, Assis MMA, Almeida PF, Santos AM. Acesso ao exame citológico do colo do útero em região de saúde: mulheres invisíveis e corpos vulneráveis. Cad. Saúde Pública. 2019; 35 (10): e00234618.

Instituto Nacional De Câncer (Brasil). Conceito e Magnitude 2020. Incidência do Câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2020.

Ministério Da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde;Instuto Nacional do Câncer. Falando sobre Câncer do Colo do Utero. Rio de Janeiro, 2002, 67.

Instituto Nacional do Câncer (Brasil). Controle do câncer do colo do útero. Histórico das ações. Rio de Janeiro: INCA, 2020.

Silva MJS, Lima FLT, O'Dwyer G, Osorio-de-Castro CGS. Política de Atenção ao Câncer no Brasil após a Criação do Sistema Único de Saúde. Ver. Bras. de Cancerol. (2017); 63(3): 177-187.

Instituto Nacional do Câncer (Brasil). Diretrizes brasileiras para o rastreamento do câncer do colo do útero. Rio de Janeiro: INCA, 2016.

Ministério da Saúde. (Brasil). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de doenças transmissíveis. Guia Prático sobre HPV perguntas e respostas. Brasília: Ministério da Saúde, (2017).

Jensen OM, Parkin DM, Maclennan R, Muir CS, Skeet RG. Cancer registration: principles and methods. IARC Sci Publ. France: 1991; 95:108-125.

Maciel, HB. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia de Software, Russas, 2019.

Simonsen M, Pereira T, Webber RJ, Tsunoda AT, Reis R, Fregnani JHG. Presença de sintomas no momento do diagnóstico da recorrência do câncer do colo do útero está relacionada com pior prognóstico? Rev. Bras. Ginecol. Obstet. 2014; 36(12): 569-574.

Nakagawa JTT, Schirmer J, Barbieri M. Vírus HPV e câncer de colo de útero. Rev. bras. enferm. Brasília: 2010; 63(2).

OLIVEIRA, S.; VIEIRA, G. B.; SANTOS JUNIOR, J. B; ALBANO, L.; FRANCISCO JUNIOR, W.; Abrão, I.C.; BONFIM, T. R.: Tecnologias de Informação e a Medicina Baseada em Evidências: Possíveis Diálogos e Situações Controversas. In: XVI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2018, Fortaleza – CE. Anais do CBIS2018. São Paulo: SBIS - Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, 2018. v. 1.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 18/10/2020
Aceitação/Acceptance: 27/12/2020

Educción y especificación de requisitos para equipos TI pequeños: una propuesta

Samuel Sepúlveda[1]

samuel.sepulveda@ufrontera.cl

[1] Departamento de Ciencias de la Computación e Informática, Centro de Estudios en Ingeniería de Software, Universidad de La Frontera, 4811230, Temuco, Chile.

Pages: 396-408

Resumen: Una tarea relevante en el desarrollo de software es la Ingeniería de Requisitos, la cual permite definir el software que se desea producir y sus especificaciones. El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta que apoye a equipos de desarrollo pequeños mejorar su proceso de educción y documentación de requisitos para sus proyectos de desarrollo de software. La propuesta se llevó a cabo en el Departamento de TI de una empresa privada de la región de La Araucanía, Chile. Los resultados evidencian una mejora en las problemáticas localizadas en el departamento TI, presentando actividades estructuradas que sirven de guía al director del departamento TI, para llevar a cabo las labores de educción y especificación de requisitos.

Palabras-clave: Requisitos, educción, especificación, equipos TI pequeños.

Eliciting and specifying requirements for small IT teams: a proposal

Abstract: A relevant task in software development is Requirements Engineering, which allows defining the software to be produced and its specifications. The objective of this work is to present a proposal that supports small development teams to improve their process of elicitation and documentation of requirements for their software development projects. This proposal was carried out in the IT department of a private company in the region of La Araucanía, Chile. The results show an improvement in the problems located in the IT department, presenting structured activities that serve as a guide to the director of the IT department to carry out the tasks of education and specification of requirements.

Keywords: Requirements, elicitation, specification, small It teams.

1. Introducción

Hoy en día los sistemas informáticos se encuentran presentes en todas las áreas del conocimiento, incluyendo a organizaciones tanto del sector público como del privado. Luego, una alta demanda de proyectos asociados al desarrollo de software es ya casi

una constante. En este contexto, la decisión de comenzar un proyecto viene dada por la exigencia de satisfacer una necesidad, la capacidad de desarrollar un sistema que sea capaz de desempeñar determinadas funciones y brindarle al cliente una herramienta que le permita desempeñar sus funciones de forma correcta y con un uso efectivo de los recursos.

En el horizonte de todo proyecto informático la Ingeniería de Software (IS) puede ser entendida como una piedra angular para alcanzar los objetivos planificados, debido a que es la disciplina que proporciona un conjunto de procedimientos y técnicas para llevar a cabo la especificación, análisis, diseño, implementación, validación e incluso el mantenimiento del software (Wiegers y Beatty, 2013).

Una etapa transcendental dentro de la IS es la Ingeniería de Requisitos (IR), la cual permite definir el software que se desea producir y sus especificaciones. Ésta comprende la educción, el análisis, la especificación y la validación de los requisitos del software (Bourque y Fairley, 2014).

La pregunta que este trabajo intenta responder es la siguiente. ¿Es posible desarrollar una propuesta que permita a equipos de desarrollo pequeños educir y documentar de manera sistemática los requisitos para sus proyectos de desarrollo de software?. Luego, la problemática de la cual este trabajo se hace cargo es la de mejorar el desempeño en la etapa de IR, específicamente en las labores de educción, especificación y documentación de los requisitos de los proyectos de software desarrollados por el Departamento de Tecnologías de la Información (DTI) de una empresa regional. La idea fundamental consiste en elaborar un documento formal de requisitos que pueda ser compartido y evaluado por todas las partes que interactúan con los proyectos.

La propuesta se llevó a cabo en el DTI de una empresa privada de la región de La Araucanía, Chile, la cual se dedica a la generación de energía eléctrica a base de biomasa agrícola y forestal.

El objetivo de este trabajo es proponer una mejora para la educción y especificación de requisitos de un equipo de desarrollo de software que forma parte del DTI. La motivación que guía este trabajo se basa en que dicho DTI cuenta con un número reducido de personal, por ende, al desarrollar proyectos de software, debe incurrir en la contratación de terceros, destinando gran cantidad de tiempo a procesos de inducción y acondicionamiento respecto a los requisitos del sistema.

El resto de este artículo se estructura como sigue. Una breve descripción de conceptos relacionados a la IR se presenta en la Sección 2. La Sección 3 describe la propuesta. Una validación de la propuesta se presenta en la Sección 4. En la Sección 5 se presentan y discuten los principales resultados. Una breve descripción de trabajos relacionados se muestra en al Sección 6. Finalmente, la Sección 7 presenta las conclusiones y trabajos futuros.

2. Conceptos Previos

2.1. Requisitos de Software

Son las descripciones de aquello que debe hacer el sistema, el servicio que ofrece y las restricciones en su operación (Sommerville, 2010). Estos deben reflejar las necesidades expuestas por los clientes para satisfacer un determinado propósito.

Debido a los diferentes niveles informativos a los cuales pueden apuntar los requisitos, se han definido adjetivos para calificar las distintas definiciones: <<*requisitos del Negocio, requisitos del Usuario, requisitos del sistema, requisitos Funcionales y requisitos No Funcionales*>> (Wiegers y Beatty, 2013). Estos niveles informan sobre el sistema a distintos tipos de actores, p. ej. para un desarrollador los requisitos del usuario pueden resultar muy genéricos, a diferencia de los requisitos funcionales que ofrecen información específica sobre los servicios y funciones del sistema (Sommerville, 2010).

2.2. Ingeniería de Requisitos

La IR permite comprender lo que desea el cliente, analizar las necesidades, evaluar la factibilidad, negociar una solución razonable, especificar la solución sin ambigüedades, validar la especificación y administrar los requisitos a medida que estos conforman un sistema funcional (Pressman, 2010).

El SWEBoK se refiere a ésta como el proceso que aborda la educción, análisis, especificación y validación de requisitos de software como también la gestión de requisitos durante todo el ciclo de vida del software (Bourque y Fairley, 2014). La IR comprende 4 fases: educción, análisis, especificación y validación de requisitos (Wiegers y Beatty, 2013).

2.3. Educción de requisitos

La educción de requisitos consta de tres fases que permiten al analista llevar a cabo su labor. Primero, la fase de preparación, donde se deciden los alcances, la planificación de las tareas y los recursos materiales, entre otros. Luego, la fase de realización de actividades, en donde se ejecutan las sesiones de trabajo, aplicando las diferentes técnicas de educción. Finalmente, se organizan las ideas, se documentan y comparten los resultados (Wiegers y Beatty, 2013). La Guía PMI (PMI, 2013), propone un conjunto de técnicas y herramientas para desempeñar una correcta educción de los requisitos, entre las que se cuentan p. ej. entrevistas, cuestionarios, observación etnográfica y prototipos. Además, existen 3 técnicas que pueden participar del proceso de educción en torno a la modelación de las interacciones del sistema: elaboración de escenarios o eventos, construcción de casos de uso y elaboración de paneles de discusión (Sommerville, 2010).

2.4. Documentación de los requisitos

El SWEBoK indica que un buen documento de especificación debe contemplar toda la información detallada y su función es describir lo que el sistema debe hacer, por lo tanto no se trata simplemente de una actividad de análisis, sino que también conlleva síntesis de lo que se quiere convenir (Bourque y Fairley, 2014). Además, el documento debe ser legible por el cliente para evitar posibles malentendidos (Maigua y López, 2012). El documento Std. IEEE 830-1998, fue definido por el *Institute Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) para la especificación de requisitos de software. Este estándar propone una estructura para los documentos de especificación de requisitos que está compuesta por: (i) introducción, (ii) descripción general del sistema a desarrollar, (iii) los requisitos específicos que describen la funcionalidad que debe poseer el sistema, (iv) los apéndices

que incorporan información y material complementaria respecto al proyecto y (v) los índices del documento (IEEE, 1998).

3. Propuesta para la educción y especificación de requisitos

Aquí se presenta la propuesta para la educción y especificación de requisitos, para equipos pequeños de desarrollo. Ésta consta de tres etapas, llevadas a cabo de forma secuencial. Los detalles de cada una de las etapas se presentan a continuación.

3.1. Etapa 1: Análisis de la situación actual

En esta primera etapa se realiza un análisis de la metodología usada por el equipo de desarrollo para la educción y especificación de requisitos, identificando el estado de la situación actual. Ésta considera hacer un levantamiento de la información, para lo cual se desarrollan dos sub etapas.

Análisis de la metodología para la educción de requisitos

Considera un set de entrevistas a todos los miembros del equipo de desarrollo. Esto con el fin de descubrir las principales actividades realizadas para el proceso de educción de requisitos e de identificar los límites de la propuesta y las dificultades que han experimentado históricamente en cuanto a la definición de requisitos. Posteriormente, se realizan reuniones con el equipo de desarrollo, con el propósito de elaborar en conjunto el modelo que describa el procedimiento utilizado.

Revisión de los procesos y procedimientos

Considera una revisión de la ejecución de tareas y protocolos a seguir en el desarrollo de proyectos, a la estructura de la empresa, la disposición jerárquica de los roles y la presencia de protocolos que rigen el flujo de actividades. Por otra parte, se recopilan documentos que den cuenta de los procesos efectuados para la ejecución de tareas y protocolos a seguir en el desarrollo de proyectos. Además, se realiza una revisión de las actuales metodologías utilizadas para la educción de requisitos

3.2. Etapa 2: Diseño de la propuesta

A partir de la Etapa 1, se define un conjunto de tareas para el equipo de desarrollo, para mejorar las situaciones detectadas. Se consideran los fundamentos de modelos ágiles y una adaptación al modelo de espiral (Boehm, 1986; Sommerville, 2010), la metodología DoRCU (Báez y Brunner, 2001) orientada a la documentación de requisitos centrada en el usuario y la metodología para la educción de requisitos de proyectos propuesta por el PMBoK y el SWEBoK (PMI, 2013; Bourque y Fairley, 2014). Para llevar a cabo esta etapa, se desarrollaron tres sub etapas: definición, socialización y documentación de la propuesta.

Definición

Esta tarea considera la revisión tanto de las metodologías existentes para la educción de requisitos como el procedimiento que actualmente desarrolla la empresa. Lo anterior, en conjunto con el conocimiento tanto de sus protocolos, de sus operaciones y la

orientación del jefe del equipo, permita la confección de una metodología que se adapte al sistema de trabajo existente en la empresa, específicamente al desempeñado en el DTI por el equipo de desarrollo.

Socialización

Para esta tarea se diseña una secuencia de actividades en conjunto con el jefe del equipo. Esto incluye la elaboración de una lista con todos los entregables que deberán ser obtenidos durante la ejecución de la propuesta para la educción y especificación. Luego, se identifican las tareas que permitan obtener dichos productos y se sistematiza la secuencia de tareas a desarrollar dentro de la propuesta.

Documentación

Esta tarea permite elaborar el documento formal para la especificación de requisitos, a partir de lo consensuado con las partes involucradas y de las buenas prácticas recopiladas en la revisión de la literatura. A grandes rasgos, la propuesta de documento se ajusta a lo indicado por el estándar IEEE 830. Este documento formal de la propuesta debe cumplir con las siguientes características:

- Descripción de su funcionalidad de forma clara y precisa.
- Descripción del procedimiento de forma secuencial y estructurada.
- Estructura compacta y concisa.
- Auto contenido y utilizable por parte del equipo de trabajo.

Respondiendo a cada una de estas características, se elaboró un documento auto contenido, cuya extensión no excede las 35 páginas entre contenido y anexos y en donde se pueda apreciar todas las etapas, actividades y tareas que contiene la propuesta.

3.3. Etapa 3: Validación de la propuesta

Una vez diseñada la propuesta, ésta fue usada por el DTI de la empresa y para evaluar su efectividad, se le realizó una validación inicial.

Durante el desarrollo de la propuesta, el DTI estaba llevando a cabo un proyecto de software, cuyo propósito es construir un sistema de intranet dentro de la empresa. Este sistema tiene como objetivo general desarrollar 10 módulos para generar una red de información entre las diez áreas que componen la empresa. Hasta el momento de la presentación de este trabajo, el equipo del proyecto ha finalizado dos módulos de los diez solicitados, los cuales han sido puestos en explotación. Un tercer módulo llamado <<presupuesto>> se ha documentado usando la propuesta.

Una vez ejecutada cada una de las etapas, sus tareas y actividades, se elabora el documento de especificación de requisitos para dicho módulo. Dicho documento debe ser evaluado, comentado y validado por el Jefe del DTI. El detalle de esto se presenta en la Sección 5.

4. Validación de la propuesta

En esta sección se presenta la aplicación de la propuesta al módulo <<presupuesto>> dentro del proyecto Intranet que desarrolla actualmente el DTI de una empresa regional.

4.1. Etapa 1: Análisis de la situación actual

Análisis de la metodología para la educción de requisitos

Se aplicó un cuestionario al Jefe del DTI y al líder de Desarrollo, con el fin de establecer los métodos y las técnicas utilizadas por el equipo de proyecto. Tras analizar la información recopilada se estableció que:

- El procedimiento utilizado carece de una metodología estructurada y formal para la educción de requisitos.
- Hay poca variedad en el uso de técnicas de educción.
- Se observa una escasa documentación de los requisitos.
- Hay un escaso registro de requisitos durante fases de control de cambios.
- Falta de validación de los requisitos en fases previas al inicio de las labores de diseño y programación por parte de los usuarios.
- Hay una excesiva presentación de prototipos a los usuarios.
- Exceso de reuniones informales.
- Hay ausencia de una persona encargada de las labores de educción y documentación de requisitos.

Además, cabe destacar que se realizaron una gran cantidad de entrevistas para obtener información en torno a las características del sistema.

Es importante mencionar que cada una de las falencias descritas eran de conocimiento del Jefe del DTI, pero sin evidencias formales, por lo cual esta propuesta que logra adaptarse al funcionamiento de la organización es vista como un gran aporte para el desarrollo de los futuros proyectos de software. Lo anterior se suma a la ausencia de un analista que desempeñe dichas funciones, lo cual genera que el equipo de desarrollo deba trabajar frecuentemente en base a requisitos generales del sistema, los cuales deben ser validados y retro alimentados a través de constantes presentaciones de prototipos con grupos de usuarios.

Revisión de los procesos y procedimientos

A partir del estudio del organigrama de la empresa, se observó que la empresa cuenta actualmente con 10 áreas, las cuales desarrollan todo el proceso productivo y apoyo administrativo. Cada una de las áreas identificadas posee un manual de procedimientos en donde se mencionan los procesos llevados a cabo, los roles existentes, los flujos de actividades y la información más relevante respecto a las labores y proyecciones de cada una de las áreas dentro de la empresa.

Una vez revisada la situación actual del DTI y las metodologías de IR pertinentes a la situación en estudio, se formuló una propuesta de trabajo que reúne aquellas actividades que se espera mejoren los resultados respecto a la educción y especificación de los requisitos en los proyectos de software desarrollados por el DTI.

4.2. Etapa 2: Diseño de la propuesta

Definición

En una serie de reuniones realizadas con el jefe del DTI y su equipo de trabajo, se lograron identificar los principales intereses y proyecciones respecto a la elaboración de

una propuesta de trabajo que colaborase con el proceso de educción y especificación de requisitos. Fue posible identificar diversos puntos a ser incorporados por la propuesta, entre los cuales están: recopilación de las principales actividades presentes en distintas metodologías de trabajo existentes en la IR, utilización de un modelo que permita versionar y refinar constantemente los requisitos, consideración del tiempo y el esfuerzo a destinar durante el desarrollo de la metodología de trabajo, definición detallada de cada uno de los entregables a obtener durante el desarrollo de la propuesta, definición de los objetivos a realizar para cada una de las etapas presentes en la propuesta y la elaboración de una propuesta de trabajo en base a las características existentes en la empresa.

La propuesta debe permitir al analista a cargo, generar un documento en donde se especifiquen todos los requisitos del sistema, siguiendo una serie de actividades seleccionadas de acuerdo al análisis realizado en la empresa. La cantidad de tiempo y esfuerzo asignados a cada actividad serán variables, dependientes de la etapa del proceso del proyecto y el tipo de sistema que se esté desarrollando. Se consideró un modelo iterativo debido a la periodicidad en la cual deben incurrir los esfuerzos, permitiendo efectuar las labores en periodos de tiempo más prolongados, logrando un método de trabajo con retroalimentación y participación constante durante la ejecución del proyecto.

Socialización

Considerando las características del entorno para el desarrollo de la propuesta, fue necesario definir una secuencia estructurada de tareas y actividades que permitieran cumplir con cada uno de los objetivos específicos planteados por la propuesta. El propósito de describir las etapas, las actividades y las técnicas era conformar una lista que pudiese ser revisada por el analista, generando la orientación necesaria para desempeñar cada una de las tareas de forma secuencial, obteniendo de esta forma cada uno de los subproductos que le permitirán generar, una vez aplicada la propuesta de trabajo, el documento de especificación de requisitos del proyecto.

Con el propósito de conformar una lista de tareas en base a las técnicas aplicables en cada una de las actividades de la IR y que fuese utilizable para un proyecto de desarrollo de software de diversa índole, se propuso una lista de tareas descrita.

Dicha lista de tareas describe de forma secuencial y estructurada cada uno de los pasos a seguir dentro de la metodología de trabajo. Existe una separación respecto a la etapa y la actividad que esté cursando el analista, permitiendo ir chequeando el cumplimiento o no de cada una de tareas descritas. Pese a la secuencia de cada una de las tareas, es necesario mencionar que el incumplimiento de alguna tarea no repercute de forma significativa la labor final de la propuesta. Esto se debe a que cada tipo proyecto de software dependerá también de otras variables que en ocasiones no son posibles de manejar, como la disposición de los *stakeholders*, el plazo programado para el cumplimiento de las tareas o la poca relevancia que aporta la tarea al cumplimiento de los objetivos del proyecto en particular. Sin embargo, la lista presentada fue elaborada con el propósito de colaborar a alcanzar el mejor rendimiento en lo referente al proceso de educción y documentación de requisitos de proyectos de software para el DTI.

Documentación

Se elaboró un documento formal, el cual describe toda la propuesta de trabajo y los objetivos a cumplir. El documento se conformó según los requisitos del Jefe del DTI, con una extensión de 34 páginas (texto, tablas y modelos). Su estructura considera los siguientes aspectos principales: introducción, objetivos y metodología de trabajo, descripción de los procesos de la propuesta, bibliografía y anexos. Como ejemplo de las secciones, en la sección Introducción, se hace una breve inducción al lector en torno a la IR a través de la utilización de referencias bibliográficas para presentar los fundamentos teóricos que respaldan la propuesta.

4.3. Etapa 3: Validación de la propuesta

La validación se llevó a cabo en el módulo <<presupuesto>>, que forma parte del proyecto de elaboración de una plataforma Intranet para la empresa.

Primero, se identificó la secuencia de actividades para llevar a cabo la labor de educción y especificación de requisitos. Luego, éstas le fueron presentadas al Jefe del Departamento TI (también Director del proyecto de Intranet) con el propósito de elaborar en conjunto el programa de trabajo. El plazo destinado para la educción y especificación, así como la validación de la propuesta a través del caso de estudio fue de 30 días.

A continuación, se llevó a cabo un conjunto de tareas que permitió tener el conocimiento general de la empresa y el dominio problema, y la gestión de los *stakeholders*. Entre algunas de estas tareas se tienen una entrevista con el Jefe de Administración y Finanzas, recopilación de los modelos de procesos y documentos informativos de cada una de las áreas de la empresa y finalmente la identificación de los *stakeholders*.

Primer ciclo

Siguiendo con el flujo de trabajo definido, se llevó a cabo la educción de los requisitos del proyecto, la cual se realizó en dos bloques de trabajo.

Primer bloque. Éste incluyó una reunión con los *stakeholders* claves del proyecto, quienes presentaron el acta del proyecto, formularon los objetivos y los requisitos generales del proyecto. Luego, se realizaron grupos focales entre el equipo de proyecto y ciertos *stakeholders*, quienes plantearon la forma de cómo se debía llevar a cabo el sistema y las funciones importantes a considerar, con lo cual se generó un modelo general con el sistema planteado. Posteriormente, se realizaron entrevistas a diferentes *stakeholders*, así como también un estudio de documentos y procedimientos que permitiesen visualizar la situación actual de la problemática y cuáles serían las necesidades y requisitos fundamentales a considerar.

A modo de conclusión, se elaboró un prototipo inicial de las funcionales más generales del sistema, cuyo propósito era la retroalimentación temprana del *sponsor* del proyecto respecto al entendimiento de las funcionalidades del sistema.

Segundo bloque. Éste incluyó la descripción de los requisitos funcionales y los no funcionales, así como los requisitos del usuario y del sistema, con el propósito de

formalizar y diferenciar la presentación de los requisitos hacia los lectores que conforman el público objetivo de la labor.

A modo de cierre de este primer ciclo, se realizó un grupo focal con el director y el equipo de proyecto, con el propósito de obtener una retroalimentación más amplia tanto de las funcionalidades presentes en el prototipo bosquejado como de la información plasmada en el documento de especificación de requisitos.

Segundo ciclo

Su propósito fue concretar la educción y documentación de los requisitos específicos. Este ciclo comprendió el desarrollo de dos bloques de trabajo.

Primer bloque. Éste consideró la ejecución de las técnicas para versionar y refinar la información relacionada con las necesidades y los requisitos propuestos por los usuarios, así como la definición detallada de la problemática. Aquí se incluyó la ejecución de las técnicas grupales de creatividad en conjunto con el equipo de proyecto, con el propósito de ir formulando nuevas ideas respecto al diseño de las funciones y la inquietud respecto a requisitos pendientes por replantear.

Para validar este modelado del sistema, se diseñó el diagrama de casos de uso, el cual fue presentado a los usuarios y al equipo de trabajo, con el propósito de retro alimentar cada una de las funcionalidades que debería poseer el sistema a desarrollar.

Segundo bloque. Éste consideró el refinamiento de la educción y clasificación de los requisitos del sistema, incluyendo la educción y clasificación detallada de cada uno de estos. Esto consideró describir los requisitos funcionales y los no funcionales, así como los requisitos del usuario y del sistema, con el propósito de formalizar y diferenciar la presentación de los requisitos hacia los lectores que conforman el público objetivo de la labor.

A modo de cierre del 2º ciclo, se realizaron negociaciones de los requisitos con los *stakeholders*, para delimitar funcionalidades o proponer ciertas alternativas al desarrollo del sistema. Luego, se desarrolló la especificación de los requisitos y la posterior elaboración de la segunda versión del documento de especificación de requisitos del sistema. Para iniciar la especificación, se comenzó por describir en lenguaje estructurado los requisitos específicos del sistema utilizando el formato estándar propuesto por (IEEE, 1998).

Una vez conocida toda la información del sistema, los requisitos y todos los factores que se encuentran involucrados en el proyecto, se comenzó a elaborar la segunda versión del documento de especificación de requisitos del proyecto.

Validación

Ésta se llevó a cabo a través de la presentación de un prototipo del sistema y de la versión final del documento de especificación de requisitos, el cual fue revisado, evaluado y validado. El prototipo se presentó tanto al sponsor como a los usuarios del sistema y se muestran sus principales funcionalidades, considerando los requisitos sometidos a negociaciones durante el proceso de educción.

A modo de cierre, se realizó una última reunión entre los usuarios asistentes a la presentación, el director y el equipo de proyecto, con el propósito de dar por concluido el proceso, ratificando cada uno de los requisitos y de los modelos que visualizan la funcionalidad del sistema. Finalmente, una copia del documento de especificación de requisitos fue proporcionado al equipo de desarrolladores para dar inicio al proceso de desarrollo del sistema, mientras que la segunda copia quedó en poder del director del proyecto para posteriormente ser incluido en la documentación del proyecto.

5. Resultados y Discusión

En esta sección se dan a conocer los principales resultados respecto al diseño de la propuesta y cuya aplicación permitió obtener el documento con la especificación de requisitos para el DTI de la empresa, el cual fue revisado, validado y aceptado por el Jefe de dicho departamento.

El desarrollo de la primera etapa de la propuesta, permitió analizar la metodología usada por el DTI para la educción y documentación de requisitos. Se identificaron así las principales falencias y posibles mejoras a ser consideradas. En la segunda etapa, se presentó un conjunto estructurado de tareas y actividades que permitiesen llevar a cabo la educción y especificación de requisitos. La tercera etapa permitió validar que el documento en donde se encuentra detallada la propuesta es aplicable en un caso real por el equipo de desarrollo. Por último, se elaboró un documento en donde se presenta la propuesta detallada para la educción y documentación de requisitos, donde el equipo de trabajo la pueda consultar y así replicar su aplicación.

En cuanto a la evaluación del documento generado por la propuesta, ésta es positiva tanto para el jefe del departamento, como el líder de desarrollo y los desarrolladores contratados para el proyecto. Las principales bondades apreciadas se mencionan que la propuesta presenta un objetivo claro, describiendo conceptos, métodos y técnicas que la componen. Por otra parte, presenta actividades coherentes respecto al objetivo de la misma, presentando una estructura clara y demostrando un orden lógico e incremental. Además permite ir obteniendo productos que apoyan el proceso de educción y especificación de requisitos del sistema.

En cuanto a la educción y especificación de requisitos aplicados al módulo de <<presupuesto>>, se lograron buenos resultados según apreciaciones del equipo de desarrollo, quienes comentaron que toda la información recopilada y consolidada, así como los modelos elaborados se transformaron en los cimientos para llegar de manera más rápida hacia el diseño y programación del sistema requerido, reduciendo la cantidad de sesiones destinadas a dicha labor.

Si bien la propuesta es percibida como muy estructurada y rígida, responde a la idea central de realizar una educción y especificación detallada de los requisitos. Esto permite ir corrigiendo y negociando los posibles conflictos entre los *stakeholders*, disminuyendo así la necesidad de elaborar prototipos de forma reiterada y evitando de paso las reuniones informales.

Finalmente, reconocemos que el alcance de esta propuesta es limitado y aún cuando mostró un éxito inicial, se requiere pensar en un marco de trabajo más amplio y en realizar más pruebas para su validación.

6. Trabajos relacionados

A continuación se presentan experiencias para pequeñas empresas de desarrollo en el ámbito latino americano.

En primer lugar, el proyecto MOSCA (Mendoza, Pérez, et al., 2005), que persigue evaluar la calidad del software integrando los modelos de calidad del producto y del proceso, éste fue probado con éxito en dos empresas venezolanas de desarrollo.

La propuesta Light MECPDS (Pino, García, et al., 2006), presenta un modelo ligero de evaluación de calidad de procesos de desarrollo de software para que las empresas colombianas mejoren sus procesos y su competitividad internacional.

El modelo MoProSoft (Oktaba y Vásquez, 2008), propone la definición de una nueva estructura de procesos y elementos de documentación, aplicado con éxito en cuatro empresas mexicanas de desarrollo de software. Basado en el modelo anterior, Competisoft (Oktaba, García, et al., 2007), provee un marco de referencia para la mejora y certificación de procesos de software, desarrollado especialmente para pequeñas empresas latinoamericanas.

La realidad particular de seis países latinoamericanos, entre ellos Chile, es abordada por (Jenkins, 2007), dónde si bien la situación de la industria nacional de software es buena, está por debajo de países como Brasil y México en cuanto a la implementación de procesos y modelos de calidad. Los resultados de (Gutiérrez, Gasca, et al., 2009), tras estudiar a 114 empresas mexicanas de desarrollo de software, muestran que éstas tienen un conocimiento reducido de los modelos para evaluar la calidad del producto y procesos de desarrollo de software. Por otro lado, se ha evaluado la posibilidad que pequeñas empresas de software se introduzcan en procesos de mejora y puedan desarrollarlos de manera exitosa (Pino, García, et al., 2009).

Algo más actual y cercana es la propuesta de (Sepúlveda y Cravero, 2014), que plantea una estandarización de los procesos asociados al desarrollo de proyectos informáticos para equipos pequeños de desarrollo en una empresa de servicios del sur de Chile.

7. Conclusiones

Este trabajo presentó una propuesta para la educción y especificación de requisitos para equipos pequeños de desarrollo. Ésta se validó en el DTI de una empresa regional y se probó con éxito en un proyecto de desarrollo.

Se estableció que la educción y especificación de requisitos era ambigua, y había una excesiva informalidad en el registro de la información. Se elaboró un documento compuesto por un conjunto estructurado de actividades, así como también de técnicas específicas para realizar cada una de ellas, tomando en cuenta las características del DTI, la empresa y los usuarios. Por otra parte, se propuso una estructura formal para la documentación de los requisitos del sistema, tomando como base el Std. IEEE 830.

Se evidenció una mejora para las problemáticas identificadas, presentando actividades estructuradas que sirven de guía al director del DTI, para llevar a cabo todas las labores de educción y especificación de requisitos.

Como trabajo futuro se pretende elaborar una jerarquía de proyectos y técnicas de educción, que permita seleccionarlos en función de su complejidad y tipo. Se puede usar este documento para la base de la edición final del artículo que se va a enviar.

Agradecimientos

Samuel Sepúlveda agradece a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de La Frontera, Proyecto DI20-0060. Especiales agradecimientos a Carlos Aguilera por los datos recopilados y el soporte brindado.

Referencias

Báez, M. G., y Brunner, S. I. B. (2001). Metodología DoRCU para la ingeniería de requerimientos. En Wer (pp. 210–222).

Boehm, B. (1986). A spiral model of software development and enhancement. ACM SIGSOFT Software engineering notes,11(4), 14–24.

Bourque, P., Fairley, R. E. (2014). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBoK®): Version 3.0. IEEE Computer Society Press.

Gutiérrez, A. F., Gasca, E. G., Rojas, A. P., y López, L. M. (2009). Acerca de la implementación de los modelos de calidad en la construcción de software en México. Tecnura, 13 (25), 116–127.

IEEE (1998). IEEE recommended practice for software requirements specifications. Software engineering standards committee and ieee-sa standards board. IEEE, Computer Society.

Jenkins, M. (2007). Comparación de las iniciativas latinoamericanas para mejorar la industria del software. Feria Internacional Informática, III Taller de Calidad en TIC.

Maigua, G., y López, E. (2012). Buenas prácticas en la dirección y gestión de proyectos informáticos. Universidad Tecnológica Nacional.

Mendoza, L. E., Pérez, M. A., y Grimán, A. C. (2005). Prototipo de modelo sistémico de calidad (MosCa) del software. Computación y sistemas, 8(3), 196–217.

Oktaba, H., García, F., Piattini, M., Ruiz, F., Pino, F. J., y Alquicira, C.(2007). Software process improvement: The competisoft project. Com-puter,40(10).

Oktaba, H., y Vázquez, A. (2008). MoprosoftR©: A software process model forsmall enterprises. EnSoftware process improvement for small and mediumenterprises: techniques and case studies (pp. 170–176). IGI Global.

Pino, F., García, F., Ruiz, F., y Piattini, M. (2006). Adaptation of the standards ISO/IEC 12207: 2002 and ISO/IEC 15504: 2003 for the assessment of the soft-ware processes in developing countries. IEEE Latin America Transactions,4(2), 85–92.

Pino, F. J., Garcia, F., y Piattini, M. (2009). Key processes to start software process improvement in small companies. En Proceedings of the 2009 ACM Symposium on Applied Computing (pp. 509–516).

PMI. (2013). Project management body of knowledge (pmbokR©guide). En Project management institute.

Pressman, R. S. (2010).Software engineering: a practitioner's approach (7thed.). McGraw-Hill Interamericana.

Sepúlveda, S., y Cravero, A. (2014). Estandarización de los procesos asociados al desarrollo de proyectos informáticos: un caso de estudio. Computación y Sistemas, 18(2), 375–389.

Sommerville, I. (2010).Software Engineering (7th ed.). Pearson Addison Wesley.

Wiegers, K., y Beatty, J. (2013). Software requirements. Pearson Education.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/09/2020
Aceitação/Acceptance: 10/11/2020

Compartilhamento de arquivos em Home Office: uma solução de armazenamento de arquivos segura e altamente disponível em um ambiente de nuvem privada

Caio V.S. Moreira[1], Rafael M. Monteiro[2], Francisco Lopes de Caldas Filho[3], Lucas M. C. e Martins[4], Robson de Oliveira Albuquerque[5], Rafael Timóteo de Sousa Júnior[6]

{caio.moreira; rafael.moraes; francisco.lopes}@uiot.org; {lucas.martins; robson}@redes.unb.br; desousa@unb.br

[1,2,3,4,5,6] Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Brasília, Brazil - Zipcode 70910-900.

Pages: 409-424

Resumo: Este artigo propõe e avalia a implantação de uma solução completa, segura, baseada em nuvem privada e distribuída, para que os usuários trabalhem, acessem e compartilhem arquivos de seus escritórios domésticos. A solução visa ajudar as equipes de TI corporativas e governamentais a oferecer uma experiência mais ampla e segura para os funcionários que trabalham em casa. Neste trabalho, NextCloud é usado em cima de uma infraestrutura distribuída fornecida com OpenStack IaaS e um cluster de armazenamento GlusterFS. Essa estrutura é discutida para garantir o controle de acesso do usuário, a segurança dos dados em trânsito do cliente aos servidores, bem como entre os servidores e os dados em repouso. A implantação é descrita e seus testes de validação são realizados em relação à segurança de transferência de dados, segurança de dados armazenados e desempenho de leitura e gravação em canais criptografados e não criptografados.

Palavras-chave: *home office;* compartilhamento de arquivos; nuvem privada; SDDC; OpenStack.

Home Office file sharing: a secure and highly available file storage solution in a private cloud environment

Abstract: This paper proposes and evaluates the deployment of an end-to-end, secure, private cloud-based, distributed solution, for users to work, access and share files from their home offices. The solution aims to help corporate and government IT teams to deliver an extended and more secure experience for employees working from home. In this work, NextCloud is used on top of a distributed infrastructure provided with OpenStack IaaS and a GlusterFS storage cluster. This structure is discussed to ensure user access control, the security of the data in transit from the client to the servers, as well as between servers and the data-at-rest. The deployment

is described, and its validation tests are performed regarding data transfer security, stored data security, and read-write performances on encrypted and unencrypted channels.

Keywords: *home office;* file sharing; private cloud; SDDC; OpenStack.

1. Introdução

Na última década, observou-se um crescimento no tamanho e complexidade de sistemas computacionais especializados no tratamento de dados, principalmente nos *Data Centers* (DC). O aumento na complexidade levou administradores de tecnologia da informação a repensarem projetos de data centers. Modelos tradicionais vinculavam a computação e os dados de aplicações à servidores e sistemas de armazenamento específicos. Tal rigidez no provisionamento acarreta um dimensionamento não acurado, tornando o DC dispendioso e energeticamente ineficiente.

No entanto, o cenário de DC inflexíveis mudou com o avanço de técnicas de virtualização de computação, seguida de avanços no estudo das redes definidas por software. O desacoplamento do plano de controle do hardware presente em um DC começa permite a implementação de diversos tipos de software que tomem as decisões que antes cabiam ao administrador.

Um conjunto de ferramentas de software para gerenciar os recursos virtualizados, abstraindo recursos de computação, armazenamento e rede, nomeia-se *Software Defined Data Center* (SDDC). Uma arquitetura de SDDC pode ajudar a melhorar significativamente a agilidade da Tecnologia da Informação (TI). Essa agilidade é factível, pois, ao se reunir recursos de infraestrutura, padronizar ferramentas de gerenciamento em camadas de infraestrutura e habilitar o provisionamento orientado por políticas, a criação e definição de recursos virtualizados se torna mais eficiente, reduzindo significativamente o tempo de entrega e provisionamento de recursos.

Nesse sentido, SDDC é um paradigma que simplifica o controle e o gerenciamento de sistemas, principalmente de plataformas tradicionais, escondendo a complexidade para os usuários finais (DMTF, white paper 2015).

Agrupando-se a ideia de controlar e provisionar recursos de computação de forma rápida e prática, abstraindo-os e reunindo um conjunto de máquinas fisicamente distribuídas, entregando esses diferentes tipos de serviço pela Internet, dá-se o conceito de *Cloud Computing* (CC). Essa tecnologia tornou-se um padrão no setor de serviços, industrial e governamental devido à sua escalabilidade e disponibilidade. Soluções baseadas em CC são muito atraentes devido ao seu custo econômico e rápida adaptação aos negócios, trazendo muitas vantagens que permitem aos consumidores utilizar os seus serviços de maneira conveniente, permitindo acesso sob demanda com provisionamento rápido e com esforço mínimo (Hashem et al., 2015, pp 98-115). CC pode não apenas minimizar o custo e a restrição de automação e informatização por parte dos indivíduos e empresas, mas também pode proporcionar a redução do custo de manutenção da infraestrutura, gerenciamento eficiente e acesso do usuário (Lu et al., 2013, pp. 463-468).

O uso de CC acaba trazendo grandes vantagens, sobretudo na forma de utilização dos recursos computacionais, porém, existem uma série de desafios em sua utilização,

entre esses está a segurança de dados. A segurança de dados armazenados em nuvem se destaca pela sensibilidade e sigilo de dados sobretudo de governos ou empresas. No Brasil em particular, com a aprovação da Lei Geral de Proteção de Dados - LGPD (Lei 13.709/18, Constituição da República federativa do Brasil, 2018), torna-se ainda mais imprescindível o armazenamento e processamento de dados de forma correta e segura. Na Comunidade Europeia percebe-se o mesmo caminho com a *General Data Protection Regulation* (GDPR). Em meio a isso, soluções de nuvens privadas resultam em uma alternativa de gerenciar e prover o que será utilizado ou armazenado, tendo controle do ambiente de nuvem.

A tecnologia exerceu papel fundamental para que empresas de todos os portes seguissem operando quando o distanciamento físico se fez necessário como forma de conter a propagação da covid-19 (causado pelo *coronavirus* SARS-CoV-2). Durante a pandemia, a transformação digital acelerou-se e a CC ganhou uma importância ainda maior. Como reação, organizações se flexibilizaram com seus modelos de trabalho, em especial o *home office*.

Assim, especificamente, este artigo propõe uma solução que, além de permitir o trabalho remoto, viabiliza o armazenamento de arquivos de forma segura e altamente disponível em um ambiente de nuvem privada, tendo como base soluções de código aberto (*opensource*).

A solução proposta tem como características o software *NextCloud* usado no topo de uma infraestrutura distribuída fornecida por Infraestrutura como Serviço (IaaS) do *OpenStack* e um cluster de armazenamento *GlusterFS*. No transporte dos dados, utilizou-se o *WireGuard* para encriptar o envio dos dados entre os nós. Várias etapas são discutidas para garantir o controle de acesso do usuário, segurança dos dados em trânsito do cliente aos servidores, entre os servidores e dos dados em repouso. De modo a validar a solução, foram realizados testes de validação de segurança de transferência de dados, segurança de dados em repouso e desempenho de leitura e gravação em canais criptografados e não criptografados.

Este artigo é composto por cinco partes, incluindo esta introdução. A seção II trata de trabalhos relacionados. Na Seção III, é apresentada a proposta de solução de um armazenamento de arquivos de forma segura e altamente disponível, focada em compartilhamento de arquivos para *home office*, baseada em nuvem. A seção IV é usada para validar a segurança oferecida pela implementação. Conclusões e trabalhos futuros são discutidos na Seção V.

2. Trabalhos Relacionados

Muitos trabalhos abordam segurança em nuvens e os problemas de segurança encontrados nos diferentes tipos de modelos de serviços entregues pela nuvem, (Sen & Tiwari, 2017, pp. 67-72) (Ahmed, 2019, pp. 2812-2817). Esse tipo de preocupação é importante, mas deve-se considerar um nível de segurança maior em serviços de nuvem onde são utilizados vários níveis de abstração e de serviços específicos.

Noertjahyana et al. (2019) apresenta a implementação de uma *private cloud storage*, com a utilização do software de nuvem *Openstack*. É utilizado o módulo nativo do

OpenStack – OpenSwift – para construção de um *cloud storage* (CS). Foram realizados testes de gerenciamento de dados, obtenção de arquivos e dados após a queda de algum nó do cluster, escrita, leitura e deleção de arquivos. No entanto, uma construção de um CS utilizando uma outra plataforma ou serviço de *network file system*, não relacionada ao *OpenStack*, ou até mesmo a implementação de uma plataforma de colaboração e compartilhamento de arquivos em cima do *network file system*, incrementando uma nova camada de abstração, não foi abordada. Em contrapartida, no projeto proposto deste documento, foram realizados testes de escrita e leitura, com a utilização de software não nativos ao *OpenStack*, para construção de um CS, associados a cenários com critérios de segurança e alta disponibilidade dos dados.

O trabalho de Venkatesh & Eastaff (2018, pp. 1741-1745) aborda problemas de segurança e privacidade relacionados a dados armazenados, de forma confidencial, integra e altamente disponível, introduzindo os problemas em um ambiente de CC de forma teórica. No trabalho em questão não é abordado nenhum cenário de implementação, demonstrando quais os recorrentes problemas em dados armazenados em ambiente de nuvem e como é possível solucionar os problemas envolvidos. Diferentemente, no trabalho desenvolvido nesta pesquisa, foi desenvolvida uma solução fim-a-fim de DC distribuído por software, garantindo a segurança e alta disponibilidade para o usuário.

Kumar et al. (2018, pp. 691-697) abordam problemas e soluções no uso de dados em ambientes de nuvem, citando além dos desafios relacionados a tríade confidencialidade, integridade e disponibilidade, propostas de autenticação e controle de acesso. Nesse caso, somente é estressado os problemas relacionados a segurança dos dados a nível de ambiente de nuvem. Possivelmente, aumentando os desafios de segurança, quando acrescentado um ou mais níveis de serviço em um ambiente de nuvem, corroborando com a arquitetura proposta nesta pesquisa aplicada, com a utilização do *GlusterFS* e do *Nextcloud* como integrantes da estrutura do projeto.

Morales et al. (2019) construíram uma estrutura de serviços como Iaas, Platform as a Service (PaaS) e Software as a Service (SaaS), criados para disponibilizar um software de telemedicina, implementado em hospitais de Cuba. O trabalho realiza um estudo em relação as possíveis formas de implementação de um IaaS, citando o *OpenStack* como um possível candidato, porém utiliza o *Ovirt* como gerenciador de máquinas virtuais. Na estrutura do projeto, há a previsão de entrega do *Nextcloud* como SaaS e como software de armazenamento de dados médicos, porém o projeto não se preocupa com quesitos de segurança na estrutura de projetos entregues, somente pelas características de segurança que cada serviço oferece separadamente. Divergindo do trabalho relacionado citado, na proposta desenvolvida por esta pesquisa foi utilizado o *OpenStack* como solução de um IaaS, empregando *Nextcloud* como plataforma de compartilhamento de arquivos considerando uma segurança fim-a-fim no transporte com *WireGuard* e como um todo na estrutura do projeto.

3. Proposta de Solução

O principal objetivo deste artigo é descrever a implementação de uma solução baseada em nuvem para que os usuários acessem e compartilhem arquivos de trabalho a partir

do conforto de seus escritórios domésticos, ajudando o departamento de TI a oferecer uma experiência melhor para os funcionários que trabalham de casa.

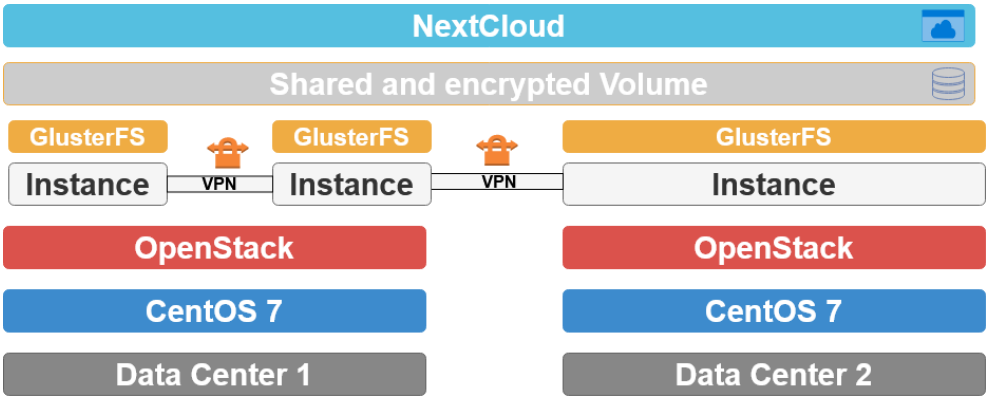


Figura 1 – Topologia proposta lógica. Na figura, nota-se, em particular, a localização lógica do serviço *NextCloud*, fazendo uso do volume distribuído *GlusterFS* e dos componentes subjacentes fornecidos pelo *OpenStack* com *Virtual Private Network* (VPN) provida pelo *Wireguard*.

Os requisitos deste sistema são segurança dos dados de fim-a-fim, alta disponibilidade dos serviços e abstração de hardware, de maneira a se implantar a solução em qualquer hardware padrão de DC, independente do fornecedor.

Para implementar o sistema desejado, alguns recursos de hardware foram alocados e uma solução de virtualização aberta (*OpenStack*) foi instalada e customizada neste hardware. Com essa estrutura, permitiu-se a fácil implantação da infraestrutura virtual necessária para a solução de compartilhamento de arquivos.

A infraestrutura virtual foi, então, posta em prática: uma solução de armazenamento distribuído foi implementada, com *GlusterFS*. As condições de replicação (configurações particulares do *GlusterFS*) foram definidas para disponibilidade dos dados. A segurança dos dados na transferência (*WireGuard*) e em repouso também foram garantidas por critérios de criptografia, tanto no transporte dos dados quanto em armazenamento. Um serviço de compartilhamento de arquivos foi, então, implementado na solução de armazenamento distribuído. Com um portal *front-end* amigável e disponível na internet para uso dos colaboradores.

Os passos para implementação de tal infraestrutura são discutidos mais adiante nesta seção. A figura 1 demonstra a abordagem lógica para a solução proposta em sua conclusão.

3.1. Arquitetura Física Proposta

Neste trabalho foi desenvolvido um ambiente de DC distribuído e seguro, garantindo que os dados serão armazenados e transmitidos com criptografia, garantindo o sigilo e autenticidade das informações fim-a-fim. Os dados dos usuários serão transmitidos entre as instâncias utilizando tuneis VPN *Wireguard* (Andrade et al., 2020) e a alta

disponibilidade é garantida pela possibilidade de replicação de DC conforme a disponibilidade de ambientes. Foram utilizados apenas dois data centers nos testes realizados neste trabalho, porém este sistema pode ser escalado para até centenas de servidores (*OpenStack's Documentation*, 2019). A Capacidade de garantir o sigilo nos dados transmitidos e armazenados e a alta disponibilidade facilita o trabalho remoto, pois os usuários poderão acessar os dados em qualquer lugar com Internet. Os componentes utilizados para permitir o funcionamento do modelo proposto são apresentados conforme se segue.

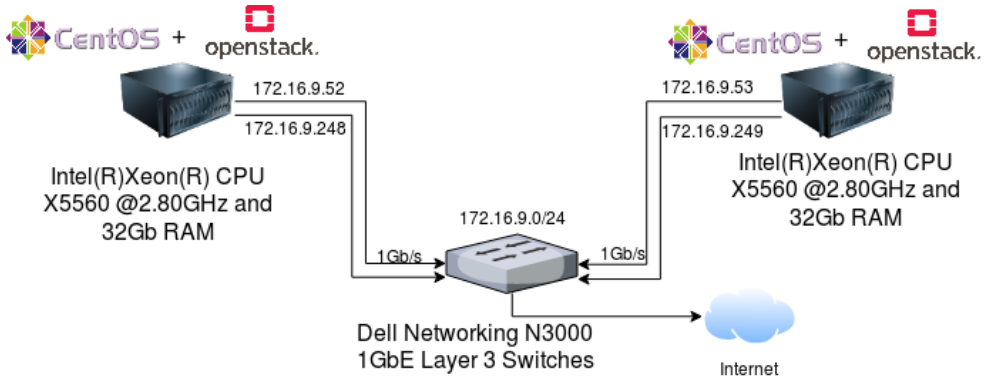


Figura 2 – Topologia física proposta. Na figura, observa-se o cenário físico onde a arquitetura aqui proposta foi montada.

Para começar a construir uma solução para o armazenamento de arquivos altamente disponível, uma infraestrutura física de base era necessária. Para isso, dois servidores físicos (Intel Xeon(R), CPU X5560, com 32GB de RAM e 1TB de disco rígido), interconectados por um switch 1GbE de camada 3 (Dell Networking N3000) foram usados, como ilustra a figura 2. A comunicação entre servidores pelo switch simula satisfatoriamente a comunicação entre dois DC dispersos geograficamente, já que o problema é reduzido a roteamento e banda disponível. Assim, nesta estrutura, cada servidor físico será logicamente referenciado como Data Center 1 (DC1) e Data Center 2 (DC2).

3.2. Implementação do OpenStack

OpenStack é uma plataforma que controla recursos de computação, armazenamento e emulação de redes em um ou vários data centers, controlados por meio de um painel com interface administrativa, que permite o controle administrativo dos recursos e dos usuários, permitindo, assim, o provisionamento de recursos em um modelo de IaaS. Também é o responsável por virtualizar o hardware e abstrair os componentes físicos, permitindo a implementação de um SDDC, e roda sobre um sistema operacional (neste trabalho o CentOS 7) agindo, por definição, como um *hypervisor* tipo 2 (também conhecido como *hypervisor* convidado).

Assim que a implementação do *OpenStack* foi concluída, obteve-se uma agregação de recursos virtualizados dos dois servidores físicos em uma única console (conhecido

como *Horizon dashboard*). Nesse ponto, o administrador do SDDC pode provisionar rede virtual, máquinas de computação virtual (conhecidas no mundo *VMware* como *Virtual Machines* e, neste contexto, como instâncias) e recursos de armazenamento no DC1 ou DC2.

Para a arquitetura proposta de um armazenamento de arquivos altamente disponível, três instâncias foram provisionadas com um sistema operacional *Ubuntu 18.04 server* e volumes de disco de 10 GB anexados a cada uma. Duas das instâncias foram alocadas ao DC1 e a terceira instância ao DC2, caracterizando distribuição na CC.

3.3. Infraestrutura de armazenamento distribuído com GlusterFS

Em uma infraestrutura virtualizada, como o SDDC proposto aqui, algumas considerações sobre armazenamento e *backup* devem ser abordadas. As instâncias são implantadas com CPU e memória virtuais, um sistema operacional e volumes de armazenamento virtual anexados, em um modelo *Directed Attached Storage* (DAS). No entanto, isso pode não ser ideal para instâncias que precisam de sincronização de dados entre elas ou para um sistema que precisa servir os dados armazenados com alta disponibilidade.

Para resolver esse problema, uma solução de armazenamento distribuído é proposta usando *GlusterFS*. *GlusterFS* é usado para armazenamento redundante e escalonável de dados por meio de clusters ou instâncias de servidor. Uma arquitetura distribuída é usada sem uma figura centralizadora, fornecendo escalabilidade e redundância (Developers, 2006). *GlusterFS* usa sua lógica de software para garantir a replicação e distribuição de dados em todo o cluster, independentemente do hardware subjacente (ou, em particular, independente de instância sobre o qual está sendo executado).

GlusterFS funciona como um serviço em cima de instâncias de computação. Cada instância executando o serviço *GlusterFS node* fornecerá seu próprio volume DAS ao cluster compartilhado. Assim, disponível na rede, haverá um volume de *Block Storage* no qual qualquer instância pode anexar-se, montar seu sistema de arquivos e começar a escrever dados.

O *GlusterFS* é, então, instalado nas três instâncias fornecidas pelo *OpenStack*. Para implantar o volume compartilhado entre as instâncias, eles devem alcançar o IP flutuante um do outro usando o *GlusterFS probe*. IPs flutuantes são IPs usados para a comunicação fora da nuvem (OpenStack's Documentation, 2019). *Probe* é o comando utilizado no *GlusterFS* para adicionar instâncias ao cluster. Por fim, se tudo estiver corretamente instalado e configurado, o cluster de instâncias confiáveis é criado.

Com o cluster de 3 instâncias pronto, o volume *brick* é criado (*bricks* são as unidades básica de armazenamento no *GlusterFS*). Este volume é criado com configurações em modo de réplica. Este modo é importante para o armazenamento de arquivos altamente disponível proposto, pois funciona sincronizando todos os dados em cada instância do cluster (em uma topologia *raid-0*). A consistência dos dados entre as instâncias é assegurada pelo algoritmo *GlusterFS* e um cenário *split-brain* (Davidson et al., 1985) é evitado com o requisito de cluster mínimo de 3 instâncias alcançado.

A próxima preocupação é a proteção dos dados no volume compartilhado. Primeiro, políticas são criadas para que apenas IPs permitidos possam ingressar no pool do

cluster e apenas o serviço desejável tenha permissão para montar e fazer uso do volume compartilhado. Além disso, o *GlusterFS* tem a opção de criptografia de dados. Uma chave mestra é gerada (256 chaves hexadecimais geradas por openSSL) e usada para a criptografia do volume. Esta chave é, então, compartilhada com o cliente *GlusterFS* desejado. Apenas os pares permitidos no pool do cluster e com a chave armazenada têm permissão para montar e ler a partir do armazenamento compartilhado.

3.4. Implementação de túnel seguro com WireGuard

A interface virtual de túnel criada pelo *WireGuard*, baseia-se em um princípio fundamental proposto de túneis seguros, uma associação entre o par chave pública e o endereço IP de origem do túnel. Usa-se uma única troca de chaves de ida e volta, e lida com toda criação de sessões de forma transparente para o usuário. O *WireGuard* elimina o uso de separações em camadas que os demais protocolos de tuneis VPN. Fornece uma interface virtual, **wg0**, por exemplo, que pode ser administrada usando os utilitários padrões de configurações de interface no Linux, mediante comandos *ip* e *ifconfig*.

Para começar a enviar pacotes encapsulados criptografados, um handshake de troca de chaves deve ocorrer primeiro. Após esse *handshake* entre emissor e destinatário, o emissor pode encaminhar mensagens criptografadas usando um par compartilhado de chaves simétricas, uma para enviar e outra para receber. Seguidamente a primeira mensagem criptografa do emissor para o destinatário, o destinatário pode começar a enviar mensagens criptografadas para o emissor.

Com essa abordagem, um túnel VPN foi configurado entre as três instancias criadas pelo *OpenStack* e utilizadas pelo *GlusterFS*. Definiu-se que a rede a ser utilizada pelo WireGuard tem CIDR igual a 10.9.0.0/24. Como o WireGuard foi implementado nas instancias virtuais à nível de *Kernel*, os pacotes saem das instâncias pela interface virtual criada pelo túnel do *WireGuard* já cifrados, não ficando disponíveis para leitura nem pelo *OpenStack*, nem pelo sistema operacional da máquina física onde está instalado, impossibilitando a leitura pelo administrador da CC.

3.5. Implementação do NextCloud: A nuvem do usuário final

Para a peça final da proposta, um portal de Internet é necessário para a interação dos usuários com o *storage* para compartilhamento de arquivos. A plataforma *NextCloud* é a escolhida e implementada neste trabalho.

Nextcloud é uma plataforma cliente-servidor para compartilhamento de arquivos. O lado do cliente do aplicativo *Nextcloud* é muito semelhante ao *Dropbox* ou *Google Drive*, onde usuários registrados podem enviar seus arquivos pessoais para a nuvem, através de um aplicativo móvel ou um navegador da web. Do lado do servidor, a infraestrutura existente no ambiente onde o *Nextcloud* está instalado é usada para o armazenamento que a ferramenta fornece. O serviço atenderá um aplicativo *front-end* que pode ser acessado por meio do IP ou *Fully Qualified Domain Name* (FQDN) configurado na instalação.

Uma nova instância do Ubuntu 18 é disponibilizada, com um ip flutuante, para ser o servidor do *NextCloud*. Como mencionado antes, esta instância deve ter a chave mestra

do *GlusterFS* armazenada e seu IP deve ser permitido na lista de acesso. Depois disso, o volume compartilhado é montado nos sistemas de arquivos da instância.

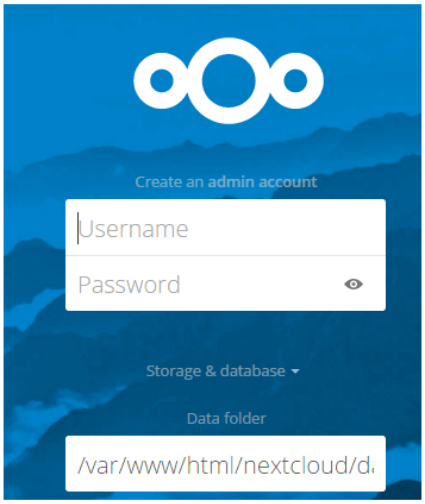


Figura 3 – *Setup Wizard* inicial, para configuração de diretório de gravação de arquivos e criação de conta administrativa.

O *NextCloud* é, então, instalado nesta instância e torna-se disponível no IP flutuante atribuído, porta 80. No primeiro acesso, de qualquer navegador que alcance este IP, um assistente de configuração (*setup wizard*) irá solicitar a criação de algumas credenciais de administrador e um diretório onde o *NextCloud* irá armazenar os dados. Esta é uma etapa crucial: o diretório onde o NextCloud salvará os dados é apontado para o mesmo onde foi montado volume compartilhado do *GlusterFS* no sistema da instância que provê o serviço do *NextCloud*.

A próxima etapa é proteger a conexão entre o navegador da web do cliente e o servidor *NextCloud* usando o protocolo HTTPS. OpenSSL foi usado para criar 2 arquivos: uma chave pública e uma chave privada. Essas chaves são copiadas para o diretório de certificações do servidor Ubuntu e são configuradas no servidor web, porta 443 (neste caso, *nginx*).

Os usuários agora podem acessar o serviço de forma segura com o IP flutuante e a porta 443 da instância servidora do *NextCloud*. A página de login, mostrada na figura 3, pode ser personalizada e as informações de login podem ser autenticadas via LDAP em qualquer servidor de diretório, como um *Windows Active Directory* (WAD).

A figura 4 mostra a página Web do *NextCloud* da perspectiva do cliente. De lá, o cliente pode fazer upload, ver e editar seus arquivos, ver arquivos compartilhados autorizados e muito mais. O administrador pode configurar cotas de usuário, definir diferentes permissões dos grupos do WAD e muitas outras configurações.

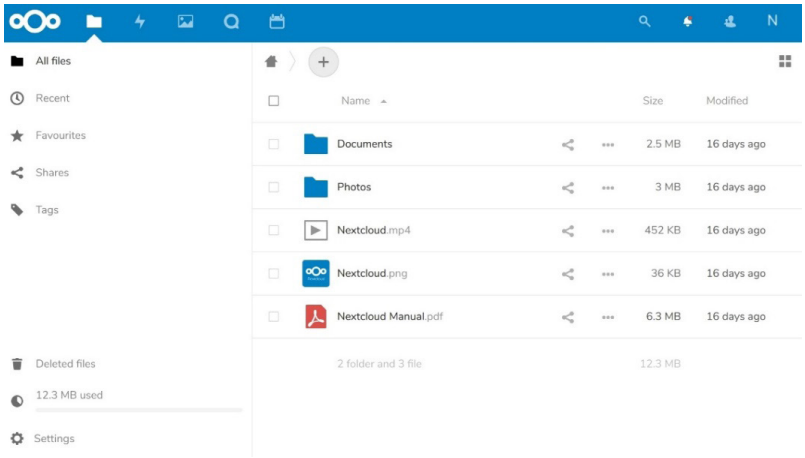


Figura 4 – Página inicial do NextCloud, onde os usuários podem fazer upload, ver e editar seus arquivos.

Neste ponto da implementação, qualquer usuário que acessar *NextCloud* e armazenar seus dados "na nuvem" se beneficiará da infraestrutura segura e distribuída fornecida pela pilha aqui implementada. Uma nuvem confiável, disponível para o usuário em qualquer lugar e a qualquer hora.

3.6. Implementação da Garantia de Segurança

A segurança de dados é, agora mais do que nunca, um tema importante e sensível em toda a indústria. Os governos em todo o mundo estão legislando severamente sobre isso (por exemplo, a GDPR e a própria Lei Geral de Proteção dos Dados do Brasil [Lei 13.709/18, Constituição da República federativa do Brasil, 2018]).

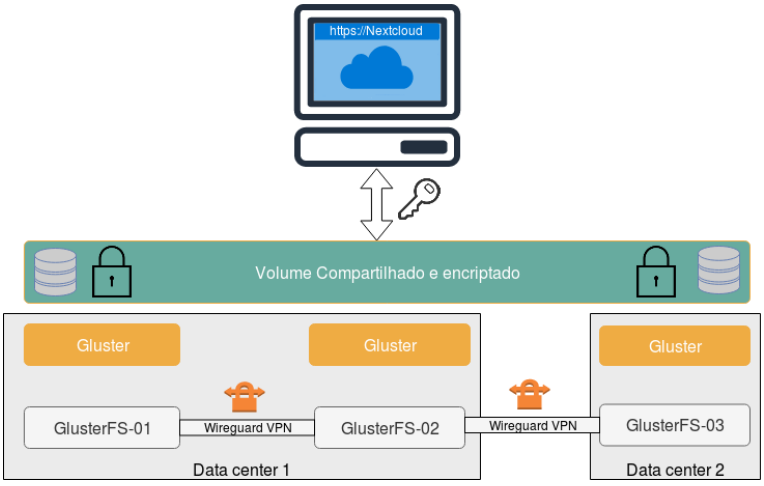


Figura 5 – Topologia de segurança lógica para o ambiente distribuído implementado.

A solução implementada e descrita neste artigo trata, fim-a-fim, da segurança de dados no ambiente virtualizado e distribuído proposto. A figura 5 ilustra o detalhe da proposta e os tópicos a seguir resumem os aspectos de segurança envolvidos:

- **Segurança do dado em transporte:** Como a solução proposta sugere replicação de dados entre data centers geograficamente distribuídos, foi necessário cuidado com a confidencialidade desses dados cruzando redes públicas e até mesmo a Internet. Para isso, foi criado um túnel VPN, com o software *WireGuard*, entre todas as instâncias *GlusterFS* que servem ao *gluster-volume* compartilhado. Este túnel VPN garante que apenas o destinatário possa interpretar os bits de forma inteligível, salvaguardando assim o conteúdo da mensagem na transmissão entre servidores.
- **Proteção de dados em repouso:** O conceito fundamental de segurança está altamente relacionado à maneira como os dados são armazenados. O armazenamento criptografado é a garantia de que os dados ficarão ilegíveis para um usuário que não possui as permissões necessárias (um possível invasor). Em particular, a encriptação dos dados é garantida pela encriptação que o *GlusterFS* oferece aos dados dos seus volumes, só sendo possível utilizar o volume compartilhado *endpoints* na faixa de IP permitidos e se em posse da chave atribuída na encriptação.
- **Conexão segura cliente-servidor:** Uma vez garantida a segurança dos dados na transferência (através do túnel VPN com *WireGuard*) e em repouso (através de volumes criptografados com *GlusterFS*), a próxima e última falha de segurança a ser tratada foi a garantia de uma conexão segura entre os usuários e o serviço *NextCloud*. Como o *NextCloud* é implementado por meio de uma interface da web, foi usada uma camada adicional de segurança com SSL/TLS sobre protocolo HTTP. Essa camada permite que os dados sejam transmitidos, por meio de uma conexão criptografada, para o servidor web e, a partir daí, para os volumes criptografados compartilhados.

4. Testes e Resultados

Segurança de dados em transporte significa, como mencionado por (Allcock et al., 2001, pp. 13), garantir que só o destinatário da mensagem possa interpretar os bits de maneira correta. Em particular, há duas preocupações principais para a garantia de segurança na replicação de dados entre localidades geograficamente distribuídas: A garantia de uma transferência segura, confiável e eficiente; e a habilidade de manter o registro e estado das múltiplas cópias do dado.

4.1. Transferência de dados segura

Como forma de verificar a segurança no transporte dos dados replicados entre as instâncias do *GlusterFS*, foi utilizado o software de *sniffer tcpdump*. Tinha-se o objetivo de tentar obter informações de arquivos carregados ao *NextCloud*, simulando, assim, um ataque *man-in-the-middle*, onde o atacante obtém informações sensíveis analisando o fluxo de dados. A captura (*sniff*) foi realizada em uma das instâncias de armazenamento do *GlusterFS* que serve o volume compartilhado. Após a captura do tráfego entre as instâncias, foi utilizado o *Wireshark* para a análise do arquivo gerado.

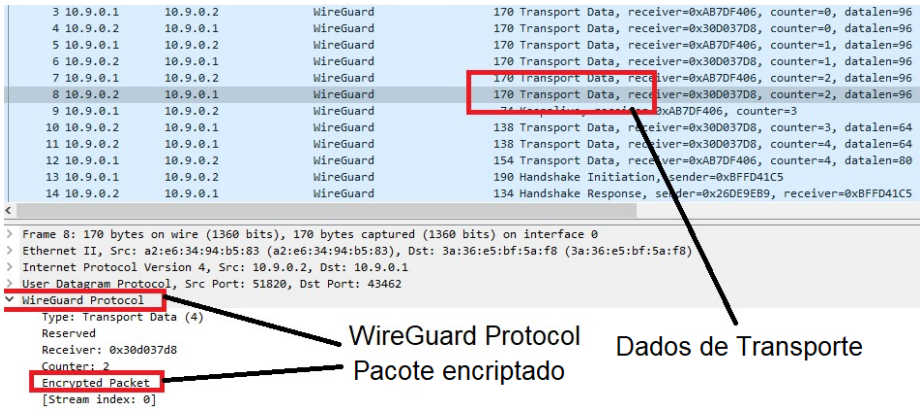


Figura 6 – Análise de tráfego de dados entre o GlusterFS *client* e a instância de armazenamento, verificando que os dados são enviados de forma encriptada.

Analisando o arquivo gerado pelo *sniffer*, foi possível observar que os pacotes de dados interceptados entre o DC1 e o DC2 foram transportados utilizando o protocolo *WireGuard*, garantindo a criptografia dos dados transportados entre os dois servidores, conforme a figura 6, tornando a interpretação do que foi transportado impossível na perspectiva de um atacante.

Logo, verificou-se que com a utilização do túnel VPN *WireGuard* entre os nós participantes da topologia *GlusterFS*, qualquer comunicação realizada é realizada de forma segura, utilizando a criptografia fornecida pelo protocolo *WireGuard*. Esse fato garante que um ataque de segurança como *man-in-the-middle* não obteria informações dos dados transmitidos entres os nós do *GlusterFS*.

4.2. Segurança de dados armazenados

A segurança dos dados em repouso é garantida pela encriptação de volume pelo *GlusterFS*. Como forma de teste da confidencialidade do volume criado pelo *GlusterFS*, realizou-se um teste de escrita e leitura de dados no volume compartilhado. O teste consistiu em criar um arquivo com conteúdo legível na instância cliente do *GlusterFS*, servidor onde foi montado o volume compartilhado utilizando a chave de cifragem do volume. A figura 7 mostra o arquivo criado e demonstra ser possível fazer a leitura de seu conteúdo a partir da instância cliente.

```
root@glusterfs-client:/mnt/volume_montado# cat marx.txt
se a classe operaria tudo produz a ela tudo pertence
root@glusterfs-client:/mnt/volume_montado#
```

Figura 7 – Arquivo criado no servidor cliente no qual foi montado o volume compartilhado utilizando a chave de cifragem do volume. Conteúdo do arquivo legível.

O teste consistiu em usar a instância do cliente *GlusterFS* para escrever um arquivo com conteúdo legível no volume compartilhado (que é montado na instância). Por causa da criptografia, apenas a instância do cliente (com a chave mestra) deve ser capaz de ler o conteúdo deste arquivo. Para testar isso, foi feita uma tentativa de ler o arquivo criado, em uma das instâncias utilizadas como armazenamento para o volume *GlusterFS*. O resultado obtido foi um conteúdo criptografado que não pôde ser compreendido ou lido. O único aspecto visível do arquivo é seu nome no armazenamento de dados. A figura 8 mostra a tentativa não sucedida de ler o conteúdo do arquivo.

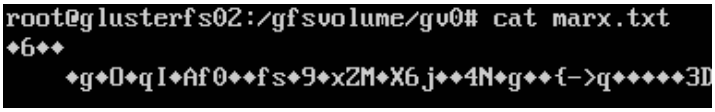


Figura 8 – Tentativa de leitura do arquivo criado anteriormente no nó cliente do GlusterFS, exibido a leitura do arquivo com seu conteúdo cifrado, tornando ilegível.

Dessa maneira, evidenciou-se a criptografia do conteúdo dos dados armazenados no volume criado no *GlusterFS*, não sendo possível a decifração da informação contida nos arquivos presentes no volume por *peers* não permitidos.

4.3. Testes de performance de leitura e escrita

Taxas de escrita e leitura de dados presentes em um volume são fatores determinantes para aplicações modernas. Como forma de verificar a eficiência destes quesitos no cenário e como é afetado a experiência do usuário *NextCloud* com e sem a utilização do túnel VPN, alguns testes foram realizados utilizando a ferramenta *IOzone*. Esta é uma ferramenta útil de benchmarking para analisar o desempenho dos sistemas de arquivos.

Para os testes, foram realizadas escritas e leituras de arquivos de tamanho iguais a 100 Megabytes e 500 Megabytes, utilizando o túnel VPN e, também, sem a utilização do túnel. A escrita e leitura desses arquivos foi feita em tamanhos de 16384 Megabytes. Esse valor é metade do tamanho máximo de *striped-block-size* do *GlusterFS*. Foram feitas um total de 20 escritas e leituras de arquivo para cada tamanho definido, tirando-se em seguida uma média de valores de velocidade de leitura e escrita. Também foram obtidos os valores de leitura e escrita randomicamente, como forma de acesso em áreas diferentes dos arquivos, simulando a escrita e leitura verdadeiramente de um arquivo.

Modo	100 Megabytes	500 Megabytes
Read	56,345 (MB/s)	61,815 (MB/s)
Write	45,510 (MB/s)	46,115 (MB/s)
Random Read	45,007 (MB/s)	64,530 (MB/s)
Random Write	47,411 (MB/s)	45,469 (MB/s)

Tabela 1 – Resultados de testes com o *WireGuard* em MB/s

Como forma de comprovação de overhead de leitura e escrita contendo cabeçalhos do *WireGuard*, foram feitos os mesmos testes, sem a utilização do túnel.

Modo	100 Megabytes	500 Megabytes
Read	85,428 (MB/s)	86,313 (MB/s)
Write	110,677 (MB/s)	61,688 (MB/s)
Random Read	110,268 (MB/s)	80,813 (MB/s)
Random Write	47,411 (MB/s)	107,979 (MB/s)

Tabela 2 – Resultados de testes sem o *WireGuard* em MB/s

Realizando uma comparação entre a tabela 1, na qual traz resultados das taxas de gravação e leitura de arquivos com a utilização do túnel VPN *WireGuard*; e a tabela 2, sem o uso do túnel, é notável a diferença entre as taxas em MB/s obtidas. Evidencia-se que a utilização do túnel, apesar de garantir a segurança no transporte, acaba gerando atrasos na escrita e na leitura, o que pode prejudicar a experiência do usuário na utilização do NextCloud.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Em tempos de pandemia, trabalhar em casa tornou-se parte da vida das pessoas. Nesse novo modelo, os departamentos de TI da maioria das empresas e entidades governamentais trabalharam arduamente para fornecer ferramentas que permitissem que os funcionários trabalhassem adequadamente.

Este artigo avança nessa direção, pois foi proposta uma solução aberta para virtualizar hardware comum. Isso é importante para que o restante das solução não fique vinculada a um fornecedor específico e possa ser implantado em qualquer hardware padrão. Mas, além da virtualização, o *OpenStack* oferece um IaaS pronto para ser usado. Isso, por si só, permite muitos trabalhos futuros no atendimento ao funcionário de *home office* com inúmeras ferramentas e plataformas. Além do IaaS, foi proposta uma solução para um armazenamento distribuído e seguro conectado à rede, com *GlusterFS*. Essa solução de armazenamento possibilitou a implantação de um serviço de compartilhamento de arquivos amigável (*NextCloud)*, entregue da nuvem privada local diretamente para um funcionário, em casa.

Os resultados da implementação corroboram com a garantia de permitir o acesso seguro aos dados na perspectiva do usuário. As características propostas neste trabalho permitem a segurança dos dados no transporte, utilizando premissas de criptografia fim-a-fim. E também permitem segurança dos dados em repouso, com as técnicas criptográficas empregadas no sistema de arquivo, de modo que somente os detentores das respectivas chaves conseguem decifrar o conteúdo dos dados encriptados. Assim, a implementação de um SDDC seguro é alcançada, considerando uma nuvem privada e sistemas distribuídos.

Como trabalhos futuros, uma série de SaaS e PaaS podem ser estruturados e implantados para uso em *home office*. Além disso, testes adicionais para tempos de sincronização de dados podem ser realizados, incluindo a adição de instâncias de cluster servindo ao volume compartilhado. Uma solução híbrida também pode ser explorada, com fornecedores como AWS ou AZURE, para implementar uma solução de *disaster recover* (recuperação de um desastre) dos dados *on-premise*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio das Agências brasileiras de pesquisa, desenvolvimento e inovação CNPq (Projetos INCT SegCiber 465741/2014-2, PQ-2 312180/2019-5 e LargEWiN BRICS2017-591), CAPES (Projetos FORTE 23038.007604/2014-69 e PROBRAL 88887.144009/2017-00) e FAPDF (Projetos UIoT 0193.001366/2016 e SSDDC 0193. 001365/2016), bem como o suporte do Laboratório LATITUDE/UnB (Projeto SDN 23106. 099441/2016-43), a cooperação com o Ministério da Economia (TEDs DIPLA 005/2016 e ENAP 083/2016), o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (TED 002/2017), a Advocacia-Geral da União (TED 697.935/2019) e o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (TED 08700.000047/2019-14).

Referências

Ahmed, I. (2019). A brief review: security issues in cloud computing and their solutions. Telkomnika, 17(6), 2812-2817.

Allcock, B., Bester, J., Bresnahan, J., Chervenak, A. L., Kesselman, C., Meder, S., ... & Foster, I. (2001, April). Secure, efficient data transport and replica management for high-performance data-intensive computing. In 2001 Eighteenth IEEE Symposium on Mass Storage Systems and Technologies (pp. 13-13). IEEE.

Andrade, A. L. L., de Oliveira, P. B., de Caldas Filho, F. L., Dias, U. S., de Sousa Júnior, R. T., & de Oliveira Albuquerque, R. (janeiro 2020). Estudo de soluções vpn site-to-site segundo as técnicas criptográficas empregadas.

Brasil (2018a) LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018. Disponível em: http://bit.ly/2YgUqMZDevelopers, G. (2006). Gluster File System 3.3. 0 Administration Guide.

Darabseh, A., Al-Ayyoub, M., Jararweh, Y., Benkhelifa, E., Vouk, M., & Rindos, A. (2015, August). SDDC: A software defined data center experimental framework. In 2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud (pp. 189-194). IEEE.

Davidson, S. B., Garcia-Molina, H., & Skeen, D. (1985). Consistency in a partitioned network: a survey. ACM Computing Surveys (CSUR), 17(3), 341-370.

DMTF, 2015. Software Defined Data Center (SDDC) Definition A White Paper from the OSDDC Incubator.

Donenfeld, J. A. (2018). WireGuard: next generation kernel network tunnel (2018). URL https://www. wireguard. com/papers/wireguard. pdf. version 416d63b, 06-30.

General Data Protection Regulation 2016/679.: European Union; 2016. URL: http://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj [acessado em 2020-janeiro-29]

Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Khan, S. U. (2015). The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issues. *Information systems*, *47*, 98-115.

Kumar, P. R., Raj, P. H., & Jelciana, P. (2018). Exploring data security issues and solutions in cloud computing. Procedia Computer Science, 125, 691-697.

Lu, C. W., Hsieh, C. M., Chang, C. H., & Yang, C. T. (2013, July). An improvement to data service in cloud computing with content sensitive transaction analysis and adaptation. In 2013 IEEE 37th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops (pp. 463-468). IEEE.

Morales, S. R., Rodríguez, R. A. C., & González, Y. G. (2019, July). INTEGRO-CLOUD. In SIGESTIC'2019.

Noertjahyana, A., Palit, H. N., Andjarwirawan, J., & Reno, J. (2019). Private cloud storage implementation using OpenStack Swift (Doctoral dissertation, Petra Christian University).

OpenStack's Documentation. (2019). OpenStack's Documentation - Manage IP addresses. URL: https://docs.openstack.org/ocata/user-guide/cli-manage-ip-addresses.html. Acessado em abril de 2019.

Venkatesh, A., & Eastaff, M. S. (2018). A study of data storage security issues in cloud computing. International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, 3(1), 1741-1745.

You, P., Peng, Y., Liu, W., & Xue, S. (2012, June). Security issues and solutions in cloud computing. In 2012 32nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (pp. 573-577). IEEE.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 24/09/2020
Aceitação/Acceptance: 28/11/2020

Construcción de un banco de pruebas para redes 5G basado en SDN y SDR

Jose Luis Chavez P[1], Wilmar Yesid Campo M[1], Gabriel Elías Chanchí G[2]

jlchavez@uniquindio.edu.co; wycampo@uniquindio.edu.co; gchanchig@unicartagena.edu.co

[1] Universidad del Quindío, Carrera 15 - calle 12 norte, 630004, Armenia, Colombia.

[2] Universidad de Cartagena, Avenida del Consulado, Calle 30 No. 39B - 192, 130001, Cartagena de Indias, Colombia.

Pages: 425-437

Resumen: La comunidad académica y la industria enfocada en las redes móviles 5G ha orientado sus investigaciones hacia nuevas tecnologías y paradigmas de comunicación que permitan la construcción de una arquitectura orientada a servicios. Por tanto, las plataformas de experimentación realistas como los bancos de pruebas son una herramienta útil como antesala a la puesta en funcionamiento de servicios. Así, en este artículo, se propone como aporte la implementación de un banco de pruebas para la experimentación con redes 5G, basado en redes definidas por software (SDN) y radio definida por software (SDR), con soporte para la tecnología Network Slicing. El banco de pruebas integra hardware de propósito general como son las USRP y software de código abierto tanto para la implementación del núcleo de la red (CN) y la red de acceso radio (RAN), como para la implementación de la tecnología Network Slicing y la monitorización de la red.

Palabras-clave: 5G; Banco de pruebas; SDN; SDR.

Construction of a testbed for 5G networks based on SDN and SDR

Abstract: The academic community and the industry focused on 5G mobile networks have oriented their research towards new technologies and communication paradigms that allow the construction of a service-oriented architecture. Therefore, realistic experimental platforms such as testbeds are a useful tool as a preliminary step to the implementation of services. Thus, in this article we propose as a contribution the implementation of a testbed for the experimentation with 5G networks, based on software defined networks (SDN) and software defined radio (SDR), with support for Network Slicing technology. The proposed testbed integrates general purpose hardware such as USRP and open source software both for the implementation of the network core (NC) and radio access network (RAN) as well as for the implementation of Network Slicing technology and network monitoring.

Keywords: *5G;* Testbed; SDN; SDR.

1. Introducción

El incremento en el número de usuarios conectados a las redes móviles, la evolución tecnológica de los últimos años y la consecuente aparición de nuevos dispositivos y servicios, capaces de conectarse a la red han incrementado de manera exponencial el tráfico de información sobre las redes móviles. Asimismo, las nuevas aplicaciones y servicios han traído consigo grandes desafíos para los operadores de red, traducidos en requerimientos de calidad de servicio (QoS, Quality of Service) diferenciados. Todo esto, conducente a una necesidad de mejora en sus arquitecturas de red (Yau et al., 2018), (Keith, 2016).

Por otra parte, el advenimiento de las redes móviles de quinta generación (5G) ha traído consigo la promesa de mejorar la experiencia de los usuarios finales, ofreciéndoles nuevas prestaciones con los más altos atributos de QoS, tales como: baja latencia, mayor ancho de banda, tasas de transferencia elevadas y otras características como mayor densidad de conexión, cobertura, comunicación confiable y, eficiencia espectral y energética (Osseiran et al., 2020). Lo anterior, para suplir las altas demandas en el uso de datos móviles, consumo de aplicaciones y servicios multimedia, entre los cuales se destacan los servicios en la nube, las comunicaciones máquina a máquina (M2M, Machine to Machine) y los servicios soportados por la tecnología de videostreaming que aportan la mayor cantidad del volumen de tráfico circundante en las redes móviles (*Ericsson Mobility Report*, 2020.), (Cisco, 2020).

Como consecuencia de esta evolución, la visión de las comunicaciones inalámbricas móviles de 5G apuntan hacia un ambiente de convergencia tecnológica sobre redes dotadas de inteligencia, flexibilidad y la capacidad de ser programadas, dentro de una arquitectura de red distribuida orientada a servicios (Tikhvinskiy & Bochechka, 2015). En este sentido, la industria y la academia han establecido que la softwarización de la red constituye la base fundamental para lograr una arquitectura multiservicio, multicliente capaz de satisfacer los diversos requerimientos del abanico de servicios asociado a las industrias verticales (Condoluci & Mahmoodi, 2018), (ETSI, 2020). Para tal propósito, paradigmas como: redes definidas por software (SDN, Software Defined Networking) y virtualización de las funciones de red (NFV, Network Function Virtualization), aparecen como habilitadores claves para la softwarización de la red y la implementación de iniciativas tales como: Mobile Edge Computing (MEC) y Network Slicing (Valastro et al., 2018).

En este artículo se presenta la construcción de un banco de pruebas constituido como una plataforma para la experimentación que permite la evaluación de servicios reales, aplicaciones y, nuevas tecnologías y paradigmas de redes para 5G, utilizando hardware de propósito general como son las Universal Software Radio Peripheral (USRP) y el software de código abierto OpenAirInterface que proporciona implementaciones de las entidades que conforman la red de acceso radio (RAN, Radio Access Network) y para la implementación del núcleo de la red 5G (*OpenAirInterface*, 2020). También se utilizó una implementación de SDN mediante la plataforma FlexRAN de Mosaic-5G la cual es de código abierto, dentro de sus capacidades está: monitorear, controlar y coordinar el estado de la red, recopilar datos estadísticos y proporcionar recursos dinámicos bajo demanda en tiempo de ejecución (Foukas et al., 2016).

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la sección 2 se expone la metodología utilizada para el desarrollo de la presente investigación. En la sección 3 se presentan los trabajos relacionados, en la sección 4 por su parte se describen la implementación del banco de pruebas, esto es, la integración funcional de los diferentes módulos. En la sección 5 se muestra un estudio de caso que permite mostrar que el banco de pruebas es funcional. En la sección 6 se muestran las conclusiones y trabajos futuros derivados de la presente investigación.

2. Metodología

Para el desarrollo del presente artículo, se tuvo en cuenta las siguientes etapas: selección de herramientas software y hardware, diseño del banco de pruebas, implementación y un estudio de caso, ver Figura 1.

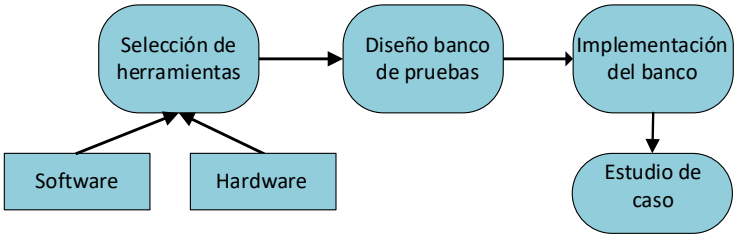


Figura 1 – Metodología.

La separación o desagregación del software y el hardware con interfaces abiertas se lleva a cabo mediante el uso de las plataformas software OpenairInterface, FlexRAN y el hardware USRP. FlexRAN se encarga de gestionar las estaciones base y las USRP, al ser equipos para trabajar con SDR, se utilizan como *front-end* de Radio Frecuencia (RF, Radio Frequency) en las estaciones base, también es necesario incluir el UE el cual está conformado por un módulo identificador de suscriptor programable Sysmosim-SJS1-4FF de Sysmocom y un equipo terminal.

A nivel del diseño se identificaron los módulos funcionales necesarios para la puesta en funcionamiento del banco de pruebas, los cuales son: el equipo de usuario UE encargado de consumir los servicios, la estación base encargada de enviar y recibir las portadoras de bajada y subida, hacia y desde el UE, y el núcleo de la red (CN) encargado de interactuar con la estación base y proveer la salida hacia una red externa. Además de un controlador encargado de orquestar y monitorizar el funcionamiento de todo el banco de pruebas.

A nivel de implementación se integraron los componentes identificados en la etapa de selección de herramientas. Se utilizó un celular inteligente Motorola motoX2 como UE, una USRP-B200 encargada de la parte radio del sistema, un computador donde se aloja la interfaz de aire abierta de la red de acceso radio (OIA-RAN), que en conjunto con la USRP conforman la estación base, y en otro computador se aloja el núcleo de la red (OIA-CN). El controlador es el proporcionado por FlexRAN el cual se aloja en el mismo computador de OIA-RAN.

Como estudio de caso se crea un conjunto de Network Slices para comprobar la funcionalidad del banco de pruebas mostrando estadísticas de la red.

3. Trabajos relacionados

En los últimos años, la comunidad académica enfocada en redes 5G ha orientado sus investigaciones al estudio y evaluación del rendimiento de las tecnologías y arquitecturas candidatas para su implementación (Makris et al., 2016). Para tal fin, los bancos de pruebas han jugado un papel importante en la comprensión de las complejidades asociadas con el uso real y, por lo tanto, en la construcción de mejores soluciones. Así, los trabajos expuestos en esta sección muestran la capacidad de ser construido un banco de pruebas y el para qué, a diferencia de este artículo, que además expone el cómo construirlo con herramientas libres.

En (CRUSAFON, 2018) se expone la utilización de un conjunto de bancos de prueba para la evaluación de tecnologías y aplicaciones LTE/5G enfocadas en casos de usos relacionados con las comunicaciones de difusión y multidifusión para el sector audiovisual en medios de comunicación y de entretenimiento. Lo anterior, en el marco del proyecto 5G-Xcast del consorcio 5G-PPP en el que se evalúa el rendimiento de distintos mecanismos de radiodifusión para la transmisión de video de alta calidad, con el fin de definir las especificaciones para el transporte de la señal, junto con las arquitecturas del sistema.

Las redes 5G prometen soportar una amplia variedad de casos de uso. Su alcance incorpora la transformación del ecosistema de la red móvil en un entorno de servicios heterogéneos usando una única infraestructura (Bonati et al., 2020). La softwarización y virtualización de las redes mediante SDN y NFV respectivamente, se han constituido como habilitadores clave para proporcionar e implementar nuevas capacidades y soluciones que permiten el control y la gestión de las redes, haciéndolas adaptables, programables y rentables (Valastro et al., 2018), (A. et al., 2017).

En (Bolivar et al., 2018) se presenta un banco de pruebas basado en componentes software de código abierto, desarrollado para admitir la extensión completa de características y requisitos funcionales de los conceptos arquitectónicos dominantes de 5G, tales como: SDN, NFV y MEC. Esta solución aporta en la ampliación de los repositorios de software disponibles al público, con un conjunto de paquetes software que proporcionan herramientas para evaluar un amplio espectro de servicios, arquitecturas y plataformas propuestas recientemente por los diversos organismos de estandarización para integrarse en la próxima arquitectura de redes 5G.

En (Toosi et al., 2019) se expone cómo la tecnología de Network Slicing constituye el corazón de 5G y desempeñará un rol importante en la tarea de brindar la flexibilidad necesaria para proporcionar servicios de comunicación a múltiples aplicaciones con diferentes requerimientos de rendimiento y QoS. Este nuevo paradigma será el medio técnico para permitir la coexistencia de diferentes servicios verticales sobre la misma infraestructura (Hassani et al., n.d.).

En (Shorov, 2019) se presenta el desarrollo de un banco de pruebas para redes 5G enfocado en un caso de estudio sobre la tecnología Network Slicing. Este proporciona un entorno

realista para la evaluación de soluciones arquitectónicas y de seguridad relacionadas con dicha tecnología, permitiendo ejecutar, seleccionar y acceder simultáneamente a redes virtuales lógicamente independientes con diferentes configuraciones de rendimiento y seguridad. La arquitectura del banco de pruebas para 5G-Network Slicing implica un enfoque de simulación que permite implementar funciones 5G en el lado de la red de acceso sin utilizar hardware costoso.

En (Dahmen-Lhuissier, 2020) se usa un controlador POX para implementar las capacidades de Network Slicing sobre una red 5G basada en SDN. La red fue emulada en Mininet para evaluar QoS (retardo y perdida de paquetes) en servicios de videostreaming y VoIP. Este experimento arrojó que Network Slicing con métricas de QoS mejora el rendimiento en las redes basadas en SDN. En (López Rodríguez et al., 2019) se propone una arquitectura que combina el paradigma SDN con NFV para dotar a la red con capacidades para la detección y gestión del tráfico con o sin requerimientos de QoS y el enrutamiento inteligente del mismo para así conseguir métricas de rendimiento apropiadas para servicios sensibles a la latencia y perdida de paquetes.

En (Hassani et al., n.d.) se presenta un framework para la negociación de segmentos de red a través de la estimación de indicadores clave de calidad (KQI, Key Quality Indicators), para videostreaming. Además, el framework permite la gestión, control y orquestación para la adopción de servicios verticales basado en Network Slices. En (ETSI, 2020a) se muestra cómo mediante plataformas MEC es posible reducir la latencia en la entrega de servicios de video y alivianar la carga de procesamiento sobre el núcleo de red.

En atención a la revisión del estado del arte presentada en esta sección, mediante este artículo se pretende aportar en la consecución de un banco de pruebas para la experimentación con tecnologías 5G, tales como SDN y Network Slicing, bajo una arquitectura orientada a servicios basada en componentes software, donde se puedan validar diferentes propuestas tanto a nivel de red como a nivel de servicios.

4. Implementación del banco de pruebas para una red 5G

En esta sección, se presenta la descripción de la implementación de una propuesta de banco de pruebas mediante herramientas de hardware y software libres, para la experimentación con redes móviles 5G basadas en SDN y SDR, con soporte para el despliegue de tecnologías como Network Slicing. Este banco, comprende la utilización de hardware de propósito general como son las USRP, un teléfono móvil para el consumo de servicios y software de código abierto para la implementación del núcleo de la red (CN, Core Network) y la red de acceso radio (RAN, Radio Access Network).

En la Figura 2, se presenta la vista funcional del banco de pruebas. La CN y la RAN, se construyeron basadas en implementaciones software del EPC (Evolved Packet Core) y la estación base eNB (Evolved Node B), con un front-end de radio frecuencia (RF, Radio Frequency) real, basado en SDR. Para esto, se utiliza OpenAirInterface (OAI) (*OpenAirInterface*, 2020), plataforma software de código abierto que proporciona implementaciones de las entidades que conforman la OAI-RAN y el OAI-CN de la red móvil, compatibles con un subconjunto de características del estándar 3GPPP versión 14 y versión 12, respectivamente.

Cabe mencionar que OAI-CN permite la separación de las funciones del plano de control y de datos (CUPS, Control and User Plane Separation) en el nodo SPGW del EPC (nodo que combina el PGW y SGW), en entidades separadas (SPGWC y SPGWU) ver Figura 2. Característica que supone una mejora estructural en la arquitectura de red móvil por cuanto permite disminuir la latencia en el plano de usuario. CUPS no es un concepto nuevo en las comunicaciones móviles, pero se ha convertido en una parte integral del desarrollo de la red 5G (*Control and User Plane Separation of EPC nodes (CUPS)*, 2020).

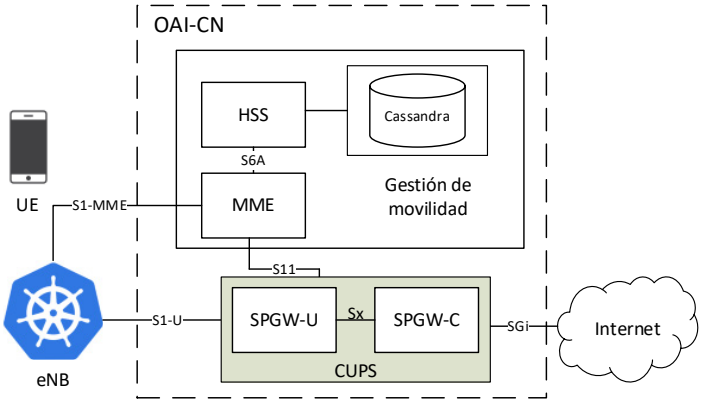


Figura 2 – Vista funcional del banco de pruebas.

En el banco de pruebas implementado, el terminal de usuario (UE, User Equipment) es un equipo real; un celular inteligente compatible con tecnologías inalámbricas, el cual es utilizado para el consumo de servicios. Para la parte de RF, se utilizó una USRP Ettus B200 equipada con un par de antenas VERT2450 que operan en banda 7, para la transmisión y recepción en la interfaz radio. OAI-CN y OAI-RAN fueron implementados en dos computadores (PC, Personal Computer), conectados a través de una interface Gigabit-ethernet (interfaz S1). La USRP es conectada al OAI-RAN-PC por USB3.0. OAI-CN-PC tiene conexión a internet de forma cableada (interfaz SGi). El módulo de gestión de movilidad es responsable del procedimiento de búsqueda y etiquetado del UE, así como del almacenamiento de la información del usuario. En la Figura 3, se muestra la vista de despliegue del banco de pruebas.

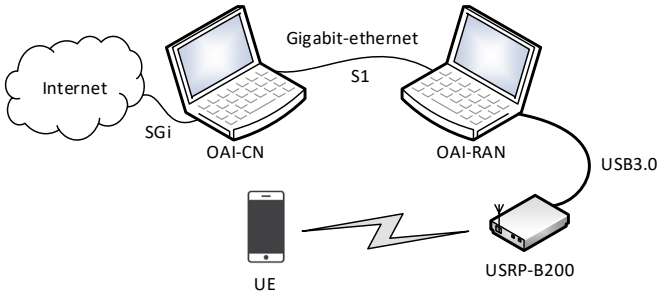


Figura 3 – Vista de despliegue del banco de pruebas.

A continuación, se describe el proceso general para la puesta en funcionamiento de las entidades que conforman el banco de prueba: Para la puesta en funcionamiento de los paquetes software OAI-RAN y OAI-CN se recomienda arquitecturas basadas en procesadores Intel. Para esta investigación se desplegaron sobre un computador personal (PC) con sistema operativo (S.O) Linux-Ubuntu-18.04.5 LTS. Para asegurar un funcionamiento adecuado de la RAN en tiempo real, se sugiere implementar OAI-RAN sobre un S.O con Kernel de baja latencia y eliminar todas las funciones de administración de energía en el BIOS (estados de suspensión, en particular estados C). Para PC con recursos limitados o implementaciones en máquinas virtuales, se sugiere deshabilitar el escalado de frecuencia de la CPU.

Las entidades que conforman el EPC (MME, HSS, SPGWU y SPGWC) en OAI-CN, se comunican a través de interfaces *Loopback*. Por esto, se requiere de una asignación de direcciones IP en las interfaces virtuales que unen a cada entidad (ver Figura 3). Puesto que el CN y RAN se ejecutan en PC separados, es necesario ajustar las direcciones IP de las interfaces físicas en cada máquina y configurarlas en OAI-CN y OAI-RAN para que estén en la misma red que manejan las interfaces S1-MME y S1-U. La interfaz SGi conecta la puerta de enlace de la red de paquetes de datos (PDN, Packet Data Network) a internet.

Para el registro de usuarios en la red, la implementación de la base de datos que contiene la información de los abonados (HSS, Home Subscriber Server) del EPC es soportada sobre una base de datos *Cassandra*. Esta base de datos es gestionada a partir de una serie de comandos proporcionados por OAI-HSS. Aquí, el registro de un usuario comprende un código de identidad internacional del abonado móvil (IMSI, International Mobile Subscriber Identity) que es asociado a un Nombre de Punto de Acceso (APN, Access Point Name) y una dirección IP que será asignada al usuario. Este APN identifica a la PDN con la que el usuario de datos móviles desea comunicarse.

Para acceder a la red mediante la interfaz radio, el UE debe contar con una tarjeta USIM (Universal Subscriber Identity Module) que contiene información básica para la identificación y autenticación del usuario que se conecta a la red móvil. Para ello, es necesario utilizar una tarjeta USIM programable con soporte *Milenage* que permita la configuración de parámetros los cuales deben coincidir con la información registrada en el nodo HSS, para el registro y autenticación del usuario. La USIM utilizada es una tarjeta Sysmosim-SJS1-4FF de Sysmocom. Un programador: PC/SC Smart-Card Reader/ Writer USB-CCID ISO7816 y el software *Pysim*, son utilizados para su parametrización.

En la interfaz radio, la USRP se encarga del procesamiento de señal relacionado con la capa física, que generalmente se ejecuta en la Matriz de Puertas Programables en Campo (FPGA, Field-Programmable Gate Array) de los SDR. OAI-CN instala de forma automática el controlador de hardware (UHD, USRP Hardware Driver) para la comunicación con la USRP. En la interfaz de configuración de la RAN en OAI-RAN es necesario configurar las ganancias de antena y la frecuencia de operación de la USRP en el enlace ascendente (UP, Uplink) y descendente (DL, Downlink), en relación con la banda de frecuencia a utilizar. En este caso, banda 7.

Una vez implementado el banco de pruebas de la red, se implementa, en OIA-RAN-PC, una plataforma software que permite aplicar el paradigma de SDN en el dominio de la

RAN de la red móvil celular implementada. Con esto, se logra la construcción de una Red de Acceso Radio Definida por Software (SD-RAN) que consolida el plano de control en una entidad (controlador) lógicamente centralizada, que permite la programabilidad, reconfigurabilidad y coordinación flexible de la RAN en tiempo de ejecución. Para este propósito, se utilizó FlexRAN de Mosaic-5G (*Mosaic5G*, 2020). Plataforma software de código abierto, compatible con OAI-RAN y OAI-CN, la cual cuenta con un conjunto de herramientas (SDK y APIs) que permiten monitorizar, controlar y coordinar el estado de la red, recopilar datos estadísticos y proporcionar recursos dinámicos bajo demanda en tiempo de ejecución.

FlexRAN permite realizar una abstracción del estado y los recursos de la RAN. Esto es, su virtualización. Esta funcionalidad permite la implementación de la tecnología Network Slicing en la red móvil de referencia. Network Slicing es usado para la creación de redes lógicas virtualmente independientes, dentro de la arquitectura de red implementada. El controlador-FlexRAN proporciona una API RESTful en la interfaz Northbound para emitir comandos de control para la gestión de estas redes lógicas y así también, para obtener estadísticas e informes del comportamiento de las estaciones base mediante solicitudes HTTP simples. En la Figura 4, se muestra la vista esquemática general del banco de pruebas para la red móvil 5G.

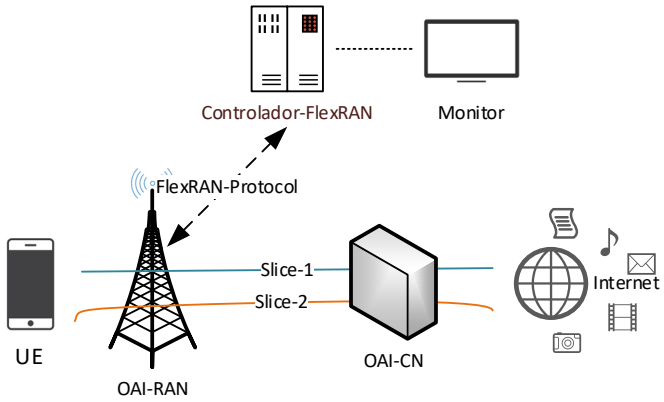


Figura 4 – Vista esquemática general del banco de pruebas para la red móvil 5G.

Para la puesta en funcionamiento del controlador-FlexRAN, una vez instalado, se requiere habilitar su funcionamiento en la interfaz de configuración de OAI-RAN. También es necesario configurar una dirección IP de interfaz Loopback, para su comunicación con el nodo eNB en la RAN.

FlexRAN permite la creación de políticas de asignación de recursos que pueden ser programadas en archivos JSON. Para Network Slicing, las políticas de asignación de recursos se basan en la asignación de un porcentaje del número de bloques de recursos (RB, Resource Block) disponible en el sistema, para diferentes Network Slices en UL/DL. El número de bloques de recursos disponible en el sistema depende de la canalización, tal como se indica en la tabla 1:

Ancho de Banda	5MHz	10MHz	20MHz
Número de RB	25	50	100
Velocidad pico total aproximada Mbps	25	50	100

Tabla 1 – Número de RB vs ancho de banda de canal UL/DL.

Finalmente, cabe anotar que Mosaic-5G, ecosistema de software que alberga la plataforma FlexRAN, es lanzado principalmente bajo una licencia Apache 2.0. Para acceder a sus recursos alojados en la plataforma Gitlab es necesario firmar un Acuerdo de licencia de software, el cual puede ser descargado de (*Mosaic5G*, 2020).

5. Estudio de caso

Para probar que el banco de pruebas es funcional, en esta sección se muestra el resultado de la creación de dos Network Slice y una política de asignación de recursos aplicada para estos. Cabe mencionar que la información aquí presentada, asociada al funcionamiento de la red, fue capturada desde la API RESTful del controlador FlexRAN.

En esta prueba se crearon dos Network Slices identificados con el id: 1 y 2, etiquetados con el nombre *Slice1* y *Slice2*, respectivamente. El UE fue asociado al *Slice2* para el enlace descendente y al *Slice1* para el enlace ascendente. La política de asignación de recursos está definida sobre una base de 50RB y ancho de banda de 10MHz, ver Tabla 1. Esta consiste en la asignación del 50 por ciento de los recursos para el *Slice2* y el 20 por ciento para el *Slice1*.

En la tabla 2, se muestra un resumen del resultado de la configuración de los Network Slices y la política de asignación de recursos aplicada. El UE registrado en la red es identificado con el código IMSI 208950000000001. En la columna ***Network Slices*** se observan las redes virtuales creadas. Allí, *"percentage"* indica el porcentaje de recursos asignado a cada *Slice*. En la columna ***UE asociado a cada Network Slice***, *"dlSliceId"* y *"ulSliceId"* indica la asociación del UE a un *Slice* para el enlace descendente y ascendente, respectivamente.

Network Slices	**UE asociado a cada Network Slice**

...
sliceConfig": {
"dl": [
{
"id": 1,
"label": "Slice1",
"percentage": 20,
"maxmcs": 28
}
{
"id": 2,
"label": "Slice2",
"percentage": 50,
"maxmcs": 28
}
...
	...
	"UE": {
	"ueConfig": [
	{
	"rnti": 24385,
	"capabilities": {
	"halfDuplex": 0,
	"intraSFHopping": 0,
	"resAllocType1": 1
	},
	"imsi": "208950000000001",
	"dlSliceId": 2,
	"ulSliceId": 1,
	...

Tabla 2 – Resumen de resultado de creación de dos Network Slices.

Una vez configurada la red, un UE es conectado a esta para realizar pruebas de conectividad y rendimiento. Para ello, se utilizaron las aplicaciones nperf (*Test velocidad WiFi, 3G, 4G, 5G & cobertura de red - Apps en Google Play*, 2020) y Pingtools (*PingTools Network Utilities - Apps en Google Play*, 2020). En la Figura 5, se observan datos de la red tomados desde la perspectiva del UE. Allí, se puede observar el identificador de la Red móvil terrestre pública (PLMN, Public Land Mobile Network) en la que está registrado el UE, niveles de intensidad de señal y las direcciones IP asociadas a la conexión.

En la Figura 6, se muestran los resultados de un test de velocidad realizado con nperf. Estos resultados, arrojaron una tasa promedio de carga y descarga de 1.98 Mb/s y 17.81Mb/s para el *Slice 1* y el *Slice 2* respectivamente, acordes a los porcentajes de RB asignados para cada enlace y las velocidades pico total aproximada de la tabla 1. El test también brinda valores promedio entre los dos slice para la latencia de 60ms y para el *jitter* de 39ms.

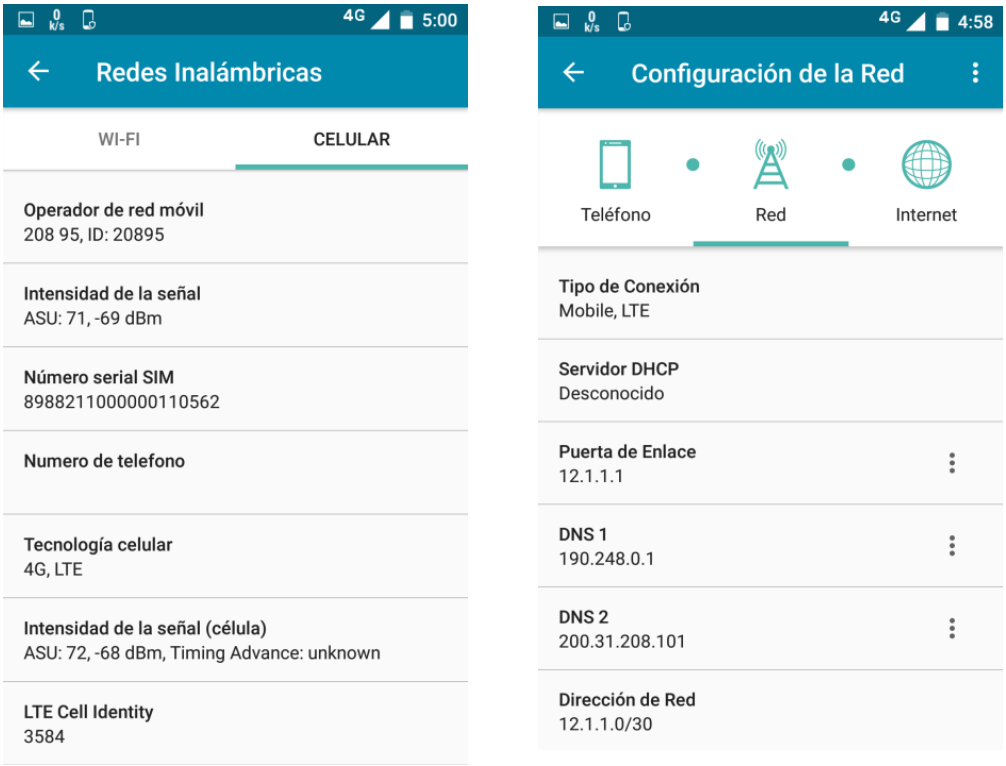


Figura 5 – Prueba de conectividad tomada desde el UE.

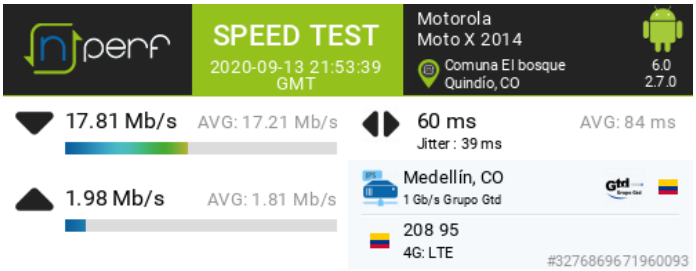


Figura 6 – Test de velocidad realizado desde el UE.

6. Conclusiones

El presente artículo propone como aporte, el diseño e implementación de un banco de pruebas para el desarrollo de servicios y experimentación con redes 5G, teniendo en cuenta los conceptos de redes definidas por software (SDN) y radio definida por software (SDR). Este banco de pruebas busca responder a nivel académico al creciente interés por la industria en las redes móviles 5G, por lo que pretende servir de referencia para el desarrollo de servicios sobre estas redes en universidades y centros de investigación.

El banco de pruebas propuesto en el presente artículo fue diseñado y configurado teniendo en cuenta hardware de propósito general como es el caso de las USRP, en conjunto con las herramientas más adecuadas del software de código abierto para la implementación del núcleo de la red (CN) y acceso radio (RAN) mediante OpenAirInterface, así como para para la implementación de la tecnología Network Slicing y la monitorización de la red mediante FlexRAN. En este sentido se pretende que el banco de pruebas pueda ser fácilmente replicado en el contexto académico con el fin de propiciar el desarrollo de servicios de telecomunicaciones sobre redes móviles 5G.

El estudio de caso desarrollado y presentado en este artículo permitió verificar la pertinencia de las herramientas de hardware y software de código abierto seleccionadas de cara a la implementación de la infraestructura base para el soporte de redes 5G bajo los conceptos de SDN y SDR. En este sentido se pudo evidenciar la funcionalidad del banco de pruebas donde se obtuvieron parámetros como las velocidades del enlace de subida y de bajada, así como la latencia y el jitter, los cuales corresponden a parámetros de calidad de servicio, de interés para los operadores.

Como trabajo futuro derivado de la presente investigación, se pretende implementar servicios de distribución de video por ser los que mayor ancho de banda demandan y otros servicios de telecomunicaciones sobre la infraestructura desplegada a partir del banco de pruebas propuesto. Así también, se desarrollará un modelo de calidad sobre el banco de pruebas donde se puedan observar diferentes variables de ingeniería (costo, rendimiento, gasto computacional) que permitan establecer las ventajas que éste pueda presentar con respecto a otros bancos de prueba.

Referencias

A., M., Mohammed, A., & Yamani, M. (2017). A Brief Survey on 5G Wireless Mobile Network. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *8*(11). https://doi.org/10.14569/ijacsa.2017.081107

Bolivar, L. T., Tselios, C., Mellado Area, D., & Tsolis, G. (2018). On the Deployment of an Open-Source, 5G-Aware Evaluation Testbed. *Proceedings - 6th IEEE International Conference on Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering, MobileCloud 2018*, *2018-January*, 51–58. https://doi.org/10.1109/MobileCloud.2018.00016

Bonati, L., Polese, M., D'oro, S., Basagni, S., & Melodia, T. (2020). *Open, Programmable, and Virtualized 5G Networks: State-of-the-Art and the Road Ahead*.

Cisco. (n.d.). *Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper*. Retrieved March 11, 2020, from https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html

Condoluci, M., & Mahmoodi, T. (2018). Softwarization and virtualization in 5G mobile networks: Benefits, trends and challenges. *Computer Networks*, *146*, 65–84. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.09.005

Control and User Plane Separation of EPC nodes (CUPS). (n.d.). Retrieved September 9, 2020, from https://www.3gpp.org/news-events/1882-cups

CRUSAFON, C. (2018). La industria audiovisual ante el despliegue del 5G: el caso de la Unión Europea. *Fonseca, Journal of Communication*, *0*(17), 11. https://doi.org/10.14201/fjc2018171122

Dahmen-Lhuissier, S. (2020). *ETSI - Multi-access Edge Computing - Standards for MEC*. Etsi. https://www.etsi.org/technologies/multi-access-edge-computing

Ericsson Mobility Report June 2020. (n.d.). Retrieved July 11, 2020, from https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2020

ETSI. (n.d.). *Technical Specifications and Technical Reports for a 5G based 3GPP system*.

Foukas, X., Eurecom, N. N., Kassem, M. M., Kassem@sms, M. M. M., Marina, M. K., & Kontovasilis, K. (n.d.). *FlexRAN: A Flexible and Programmable Platform for Software-Defined Radio Access Networks*.

Hassani, S. El, Haidine, A., & Jebbar, H. (n.d.). *Road to 5G: Key Enabling Technologies*. https://doi.org/10.12720/jcm.14.11.1034-1048

Keith, M. (2016, May 10). *The path to 5G: as much evolution as revolution*. https://www.3gpp.org/news-events/1774-5g_wiseharbour

López Rodríguez, F., Silva Dias, U., Campelo, D., Oliveira Albuquerque, R., Lim, S.-J., & García Villalba, L. (2019). QoS Management and Flexible Traffic Detection Architecture for 5G Mobile Networks. *Sensors*, *19*(6), 1335. https://doi.org/10.3390/s19061335

Makris, N., Korakis, T., Maglogiannis, V., Naudts, D., Nikaein, N., Lyberopoulos, G., Theodoropoulou, E., Seskar, I., Garcia Perez, C. A., Merino Gomez, P., & others. (2016). FLEX Testbed: a platform for 4G/5G wireless networking research. In *FLEX Testbed: a platform for 4G/5G wireless networking research* (Issue October 2018).

Mosaic5G. (n.d.). Retrieved August 26, 2020, from http://mosaic-5g.io/

OpenAirInterface – 5G software alliance for democratising wireless innovation. (n.d.). Retrieved August 29, 2020, from https://www.openairinterface.org/

Osseiran, A., Parkvall, S., Persson, P., Zaidi, A., Magnusson, S., & Balachandran, K. (n.d.). *Get an overview for the 5G wireless access|Whitepaper - Ericsson*.

PingTools Network Utilities - Apps en Google Play. (n.d.). Retrieved September 13, 2020, from https://pingtools.org/

Shorov, A. (2019). 5G testbed development for network slicing evaluation. *Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019*, 39–44. https://doi.org/10.1109/EIConRus.2019.8656861

Test velocidad WiFi, 3G, 4G, 5G & cobertura de red - Apps en Google Play. (n.d.). Retrieved September 13, 2020, from https://www.nperf.com/es/

Tikhvinskiy, V. O., & Bochechka, G. (2015). Prospects and QoS requirements in 5G networks. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, *2015*(1), 23–26.

Toosi, A. N., Mahmud, R., Chi, Q., & Buyya, R. (2019). Management and Orchestration of Network Slices in 5G, Fog, Edge, and Clouds. In *Fog and Edge Computing* (pp. 79–101). John Wiley & Sons, Inc. https://doi.org/10.1002/9781119525080.ch4

Valastro, G. C., Panno, D., & Riolo, S. (2018, August 7). A SDN/NFV based C-RAN architecture for 5G mobile networks. *2018 International Conference on Selected Topics in Mobile and Wireless Networking, MoWNeT 2018*. https://doi.org/10.1109/MoWNet.2018.8428882

Yau, K. L. A., Qadir, J., Wu, C., Imran, M. A., & Ling, M. H. (2018). Cognition-inspired 5G cellular networks: A review and the road ahead. *IEEE Access*, *6*, 35072–35090. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2849446

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 27/10/2020
Aceitação/Acceptance: 16/12/2020

Explorando la relación entre Gestión del Conocimiento y el Rendimiento Organizativo en Instituciones de Educación de Fuerzas Armadas

Sergio Araya-Guzmán[1], Eduardo Palacios-Fuentealba[1], Cristian Salazar-Concha[2]

saraya@ubiobio.cl; eduardopalaciosfuentealba@gmail.com; cristiansalazar@uach.cl

[1] Universidad del Bío-Bío, avenida Collao 1202, 4051381, Concepción, Chile.

[2] Universidad Austral de Chile, Independencia 631, 5090000, Valdivia, Chile.

Pages: 438-451

Resumen: Este artículo presenta los resultados preliminares de un estudio que tiene como objetivo determinar la incidencia de la gestión del conocimiento en el rendimiento organizativo en el contexto de planteles de educación superior de Instituciones Armadas. Considerando que la creación, el almacenamiento, la transmisión y el uso del conocimiento están involucrados en la gestión del conocimiento, se han aplicado encuestas a personal directivo y administrativo pertenecientes a estas organizaciones. Los resultados del análisis de ecuaciones estructurales indican que existen relaciones significativas entre las variables del modelo propuesto y que el uso del conocimiento afecta el desempeño de la institución, principalmente en aspectos relacionados con la rapidez en la toma de decisiones, la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios del entorno, y evolucionar más rápidamente que sus competidores.

Palabras-clave: Gestión del Conocimiento; Instituciones de Fuerzas Armadas; Rendimiento Organizativo.

Exploring the relationship between Knowledge Management and Organizational Performance in Educational Institutions of the Armed Forces

Abstract: His article presents the preliminary results of a study that aims to determine the incidence of knowledge management on organizational performance in the context of higher education schools of Armed Institutions. Considering that the creation, storage, transmission and use of knowledge are involved in knowledge management, surveys have been applied to managerial and administrative personnel belonging to these organizations. The results of the analysis with structural equations indicate that there are significant relationships between the variables of the proposed model and that the use of knowledge affects the performance of the institution, mainly in aspects related to the speed of decision-making, the ability to adapt quickly to changes in the environment, and evolve faster than its competitors.

Keywords: Knowledge Management; Institutions of the Armed Forces; Organizational Performance.

1. Introducción

El conocimiento constituye una mezcla de experiencias, valores, información y saber hacer (Davenport & Prusak, 1998; Hernández, 2016), donde su gestión puede colaborar en la generación de nuevos conocimientos (Arboníes, 2001) y el desarrollo y mejora de los niveles de competitividad (Drucker, 2002), desempeño o rendimiento de la organización. Esta gestión del conocimiento contempla un conjunto de etapas a través de un proceso continuo, considerando por ejemplo la creación, adquisición, transmisión, utilización del conocimiento (Davenport & Prusak, 2001; Pallarès, 2014), para incrementar el aprendizaje de la organización (Lakomski, 2011), su valor (Ríos, 2012), su competitividad, desempeño, su rendimiento (Nonaka & Takeuchi, 1995).

Entre los estudios sobre este fenómeno, la investigación de Joglar (2010) sobre un modelo de gestión del conocimiento se destaca por su análisis holístico. En ese estudio se presenta un modelo en organizaciones militares que centra su atención en la identificación de aspectos asociados a la gestión del conocimiento, involucrando la creación, almacenamiento, transferencia y utilización del conocimiento.

Un tipo particular de organizaciones que permanentemente se ha preocupado por mejorar sus niveles de competitividad y rendimiento, son las Instituciones de Educación Superior Universitaria, las que, siendo entidades generadoras de conocimiento a través de la ejecución de proyectos e investigaciones en distintas disciplinas, utilizan conocimiento para su funcionamiento y desarrollo de sus actividades habituales, donde, según Ríos (2012) se presenta un bajo nivel de desarrollo de la gestión del conocimiento.

En este contexto, a partir de lo establecido por Joglar (2010), este trabajo busca explorar si la gestión del conocimiento puede tener un efecto en el rendimiento de las Planteles de Educación Superior de Instituciones Armadas, entendiendo que en dicha gestión intervienen la creación, almacenamiento, transmisión y utilización del conocimiento.

2. Antecentes

El conocimiento, según Davenport & Prusak (1998), es una mezcla de experiencia, valores, información y saber hacer, que sirve como marco para la incorporación de nuevas experiencias e información, siendo útil para la acción, se origina y aplica en la mente de las personas, encontrándose dentro de las organizaciones por medio de documentos, bases de datos, procesos, prácticas, normas y rutinas organizativas. En la misma línea, Hernández (2016), especifica que el conocimiento es "información valiosa y subjetiva que ha sido validada y organizada en un modelo mental, que permite a las personas darle sentido a su mundo, que procede de sus experiencias, percepciones, convicciones y valores".

El conocimiento es considerado un recurso, el que debe, como todo recurso, ser adecuadamente gestionado. En este sentido, la gestión del conocimiento puede entenderse como "la manera de administrar los activos intangibles que aportan valor a la organización para conseguir capacidades o competencias esenciales distintivas como son los procesos, prácticas, saberes y destrezas de los individuos" Drucker (2002), cuya finalidad radica en transferir el conocimiento desde el lugar donde se genera hasta el

lugar en dónde se va a emplear, lo que comprende el desarrollo de las competencias necesarias al interior de las organizaciones para compartirlo y utilizarlo entre los demás miembros (Fuentes, 2010), enfocándose, en el ámbito organizativo, en que cada uno de los miembros en la organización sepa lo que el otro conoce, con el objetivo de mejorar los rendimientos de las organizaciones (Belly, 2008).

La Gestión del Conocimiento ha sido utilizada por diferentes organizaciones, como una herramienta para aumentar la competitividad, utilizando el conocimiento como el insumo que les permite crear innovación, transfiriéndolo desde el lugar en donde se genera, hasta el lugar en donde se empleará (Fuentes, 2010).

Diversos autores plantean la gestión del conocimiento como un conjunto de procesos relacionados con el tratamiento del conocimiento al interior de las organizaciones. Para Davenport & Prusak (2001), por ejemplo, la gestión del conocimiento como un proceso lógico, organizado y sistemático para producir, transferir y aplicar en situaciones concretas una combinación armónica de saberes, "experiencias, valores, información contextual y apreciaciones expertas que proporcionan un marco para su evaluación e incorporación de nuevas experiencias e información". En la misma línea, para Ríos (2012), la gestión del conocimiento es "el conjunto de procesos que dirigen el análisis, diseminación, utilización y traspaso de experiencias, información y conocimientos entre todos los miembros de una organización para generar valor", mientras que autores como Lakomski (2011) y Pallarès (2014), plantean la gestión del conocimiento como un conjunto de etapas a través de un proceso continuo, contemplándose la creación, adquisición, captura, transmisión y utilización del conocimiento, independientemente de donde se encuentre, con el fin de incrementar el aprendizaje y los resultados de las organizaciones. De igual forma, Davenport, De Long & Beers (1997) manifiestan que "la gestión del conocimiento es el proceso de captura, distribución y utilización eficaz de los conocimientos".

La gestión del conocimiento se ha ligado al éxito de las empresas, como lo plantean estudios conocidos como el de Nonaka & Takeuchi (1995), quienes, al analizar el motivo del éxito de las empresas japonesas, concluyen que el uso de la gestión del conocimiento incrementa el desempeño de la organización, ya que permite la innovación, la creatividad y la imaginación.

Este concepto también ha sido aplicado en las instituciones de educación, así como lo indica Rodríguez-Gómez & Gairín (2015), las organizaciones educativas requieren de estrategias que les permita responder adecuadamente a las necesidades de su entorno y que precisamente, la gestión del conocimiento es una herramienta eficaz para afrontar este requerimiento, pudiendo generar nuevo conocimiento, mejorando el rendimiento de la organización.

Del mismo modo, existen estudios, como, por ejemplo, Araya-Guzmán & otros (2018) y Araya-Guzmán & otros (2019), que han analizado la relación existente entre la gestión del conocimiento y el desempeño de organizaciones educativas de nivel superior y primaria-secundaria, respectivamente.

En el contexto de organizaciones educacionales, es posible encontrar un tipo particular de establecimientos de educación superior, ligadas a la formación técnico-profesional

en las Fuerzas Armadas y de Orden. Estas instituciones poseen un sistema propio de educación y perfeccionamiento, compuesto por planteles que se encuentran habilitados para entregar títulos técnicos y profesionales, cuyos egresados pasan a continuar sus labores dentro de la misma institución que les entregó este nivel educacional.

No obstante, la importancia de estas instituciones Armadas y de Orden como fundamentales para el Estado, por su rol estratégico y de seguridad nacional, existe poca revisión bibliográfica que den cuenta de su gestión interna o del rendimiento organizativo de los planteles de educación que, de manera exclusiva, forman y perfeccionan a sus miembros.

Consecuente con lo anterior, este estudio, considerando la investigación y modelo propuesto por Joglar (2010), busca aportar a reducir esta brecha, y se enfoca en el análisis de la relación existente entre la gestión del conocimiento y su posible incidencia en el rendimiento organizativo, de instituciones de educación superior de Fuerzas Armadas y de Orden.

3. Hipótesis de Investigación

En una organización, el conocimiento generado puede ser de utilidad para generar nuevo conocimiento, que permita que la organización aprenda, lo que motiva que este conocimiento sea almacenado correctamente para facilitar su retención y posterior recuperación (Fainholc, 2006). Este conocimiento almacenado, se transforma en consecuencia en la memoria organizativa que posee una organización (Stein, 1995, Hernández, 2016, Pereira 2014), que permite que la organización recuerde, logrando identificar, aprender, retener y reproducir conocimiento (Pereira, 2014). El conocimiento generado, las experiencias y eventos ocurridos en el pasado, pueden influir en las actividades del presente (Stein, 1995). Este conocimiento existente, almacenado en una memoria organizativa, puede ser aprovechado en el futuro en beneficio de la organización, siendo relevante en el momento de querer perfeccionar los productos y/o servicios, y a su vez facilitar el proceso de toma de decisiones (Hernández, 2016). Estos planteamientos sustentan la primera hipótesis de investigación: (H1) La creación del conocimiento presenta una incidencia en la memoria organizativa (asociada al almacenamiento del conocimiento), en planteles de educación superior de instituciones armadas.

La memoria organizativa es relevante para que el conocimiento pueda estar disponible para distribuirlo, siendo utilizado en los procesos de toma de decisiones o en la generación continua de nuevo conocimiento (Pereira, 2014), no es suficiente que este conocimiento se encuentre almacenado en la organización, es necesario que se difunda y transmita entre sus miembros, basando su integración en el logro de los objetivos definidos (Barker & Camarata, 1998), ya que el conocimiento creado y almacenado no reviste ninguna utilidad si no es transmitido a otros miembros de la organización para ser utilizado (Nonaka y Takeuchi, 1995).

La memoria organizativa está compuesta por varios depósitos de conocimiento en los cuales son almacenadas y conservadas las ideas, adquiridas en el pasado, que influyen en la forma de conducir las acciones en el presente, donde, en la mayor parte

de organizaciones, se consideran tres depósitos de conocimientos: las personas, los sistemas de información y la cultura organizacional (Joglar, 2010).

En relación a las personas, el conocimiento organizativo se genera a través de las interacciones entre los miembros de la organización, los individuos construyen su conocimiento y aprenden de la interacción social que experimentan dentro de un marco socio-cultural específico (Vivas, 2010); la gestión del conocimiento busca asegurar que las empresas dispongan de la información y las capacidades necesarias para su adaptación continua a los cambios internos y externos, que afectan a la organización (Aja, 2002). Una forma que puede garantizar la retención del conocimiento es mantener actualizada la memoria organizativa (Santos, 2009), y posibilitar su transmisión, aspectos donde los sistemas y tecnologías de información juegan un papel fundamental; la retención del conocimiento se hace a través de la cultura (que recoge las experiencias pasadas que pueden ser de utilidad para tratar el futuro, almacenando conocimiento en el lenguaje, en las estructuras compartidas, en los símbolos y en las historias), también se hace a partir de los procesos de transformación que generan conocimiento, almacenado en procedimientos, reglas y sistemas formalizados, así mismo, puede hacerse a través de las estructuras que representan codificaciones de comportamientos "correctos", logrados por el consenso y el reconocimiento colectivo (Cardona y Calderón, 2006). Según Moreno, Pelayo y Vaca (2007), una Gestión del Conocimiento que combine los tres enfoques mencionados (humano, tecnológico y organizacional) facilitará en la organización la generación de un nuevo tipo de capital, el Capital Intelectual.

Los planteamientos anteriores, en torno a la cultura organizativa, sustentan la segunda hipótesis de investigación: (H2): La memoria organizativa (asociada al almacenamiento del conocimiento) presenta una incidencia en la transmisión interna del conocimiento, en planteles de educación superior de instituciones armadas.

El desarrollo de nuevas ideas o proyectos requiere de una transmisión eficaz del conocimiento debido a que las ideas nuevas, vienen de impulsos anteriores, donde una comunicación o transmisión eficiente del conocimiento significa en sí misma una ventaja competitiva, que le permitirá a la organización una mejor efectividad al momento de tomar decisiones (Fontalvo, Quezada & Puello (2011). Estos planteamientos sustentan la tercera hipótesis de investigación: (H3) La transferencia interna del conocimiento presenta una incidencia en la efectividad organizativa (asociada a la utilización del conocimiento), en planteles de educación superior de instituciones armadas.

Para Nonaka y Takeuchi (1995), el éxito de las empresas japonesas, fue debido a una adecuada utilización de la gestión del conocimiento, que los llevó a tomar ventajas competitivas, al lograr crear, almacenar, transmitir, utilizar y transformar el conocimiento. La creación del conocimiento ha sido definida por Nonaka y Takeuche (2000), como un factor clave para mejorar el rendimiento de las organizaciones. En este sentido, Wiig (1997) indica que el conocimiento puede ser utilizado para mejorar la efectividad de las organizaciones, al aplicar innovaciones que permitan mejorar la calidad del trabajo, reducir errores, mejorando la forma de hacer las cosas, donde, como señala Joglar (2010), la utilización del conocimiento se refiere al uso real del conocimiento disponible que ha sido generado en la organización, con el fin de mejorar la eficiencia y efectividad de la organización. Valhondo (2003) señala que la efectividad

de una organización no es sólo por sus recursos financieros, sino en cómo esa efectividad traducida en el uso eficiente del conocimiento, le permite a una organización alcanzar mejores rendimientos. Lo anteriormente planteado sustenta la cuarta hipótesis de investigación: (H4): La Efectividad Organizativa (asociada a la utilización del conocimiento) presenta una incidencia en el Rendimiento Organizativo, en Planteles de Educación Superior de Instituciones Armadas.

4. Metodología

Este estudio es de carácter exploratorio, donde la validación de las hipótesis propuestas considera un estudio empírico efectuado en la Escuela de Suboficiales de Carabineros de Chile (Sede Concepción), aplicando instrumentos de medición a personal uniformado y civil de la Escuela, con por lo menos un año de antigüedad en la institución, por medio de un formulario de Google, link que fue enviado a través de correos electrónicos y redes sociales.

Los instrumentos de medición utilizados corresponden a instrumentos ya definidos y utilizados en otros estudios, utilizando una escala Likert de cinco puntos, donde uno es el valor más bajo y cinco el valor más alto.

El análisis estadístico de los datos contempla la aplicación de modelo de ecuaciones estructurales basado en PLS y la utilización del software SmartPLS (versión 3.2.7).

5. Análsisis de Datos y Resultados

Esta investigación se encuentra en desarrollo, presentándose los resultados para 50 casos de encuestas válidas obtenidas.

El modelo de investigación contempla cuatro constructos de primer orden: Creación ce Conocimiento (CC), Transmisión Interna de Conocimiento (TIC), Efectividad Organizativa (EO), Rendimiento Organizativo (RO); y un constructo de segundo orden, Memoria Organizativa (MO), que considera los constructos de primer orden Personas, Sistemas de manejo de información y Cultura Organizativa.

El análisis en PLS se realiza en dos fases, en la primera se evalúan los tres constructos de la Memoria Organizativa, cuyos resultados permiten establecer una variable de segundo orden utilizada en la segunda fase. En la segunda fase se evalúan los modelos de medida y estructural, asociados al modelo de investigación.

La Memoria Organizativa fue tratada considerando el procedimiento utilizado por el método de construcción por medio de latent variables score (Cepeda & Roldán, 2004). Las puntuaciones de las variables latentes de los componentes de orden inferior (primer orden) se utilizaron como variables manifiestas (segundo orden) en el modelo de medición de orden superior, continuando con la evaluación del modelo de investigación.

La evaluación del modelo de medida contempló la medición de la validez y fiabilidad del modelo de orden superior, encontrándose que las cargas de los indicadores cumplen con la fiabilidad individual del modelo (valor mínimo exigido 0,65). Los índices de fiabilidad compuesta (ρc) y de varianza media extraída (AVE) superan los valores

generalmente aceptados (mínimo 0,7 para fiabilidad compuesta y AVE mayor que 0,5), cumpliéndose en consecuencia la fiabilidad de los constructos y la validez convergente, respectivamente. Los resultados obtenidos en esta medición se presentan en la Tabla 2.

La Tabla 3 presenta el análisis de validez discriminante utilizando el criterio de Fornell-Larcker, cumpliéndose satisfactoriamente esta evaluación. Luego, los resultados apoyan la bondad del modelo de investigación, cumpliendo la evaluación del modelo de medida en forma satisfactoria.

Los datos obtenidos, una vez finalizado el proceso de aplicación de PLS se presentan en la Tabla 2 y Tabla 3. El proceso de aplicación de PLS, considerando la evaluación o bondad de ajuste del modelo global, indicó que, de las tres variables contempladas en la Memoria Organizativa, sólo la correspondiente a Sistemas de Información se visualiza, lo que finalmente fue considerado para continuar con el proceso, cuyos resultados son los que se presentan.

La evaluación o bondad de ajuste del modelo global de investigación busca medir la precisión de dicho modelo, y se lleva a cabo por medio de la medición de SRMR (Standarized Root Mean Square Residual), Unweighted Squares Discrepancy (dULS), o Geodesic Discrepancy (dG) (Albort-Morant, Henseler, Cepeda-Carrion y Leal-Rodríguez, 2018), donde se considera que el valor obtenido de las pruebas debe ser inferior de percentiles del 99% basados en bootstrap o re-muestreo, ya que si se excede de ello es dudoso que el modelo de investigación sea preciso (para el modelo saturado y el modelo estimado). Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 1, donde se aprecia que se cumple con la condición exigida.

La evaluación del Modelo Estructural se lleva a cabo por medio de tres indicadores: los coeficientes path (β), la varianza explicada (R2) y los t-estadísticos. Los coeficientes path deben presentar un valor igual o superior a 0.2, la varianza explicada deber ser mayor o igual a 0.1. Los datos obtenidos para la evaluación de dicho modelo se muestran en la Tabla 4 y Tabla 5.

	SRMR		**dULS**		**dG**	
		99%		99%		99%
Modelo Saturado	0,105	0,122	2,296	3,132	1,154	3,511
Modelo Estimado	0,131	0,164	3,619	5,648	1,222	3,655

Tabla 1 – Evaluación o Bondad de Ajuste del Modelo Global de Investigación

Constructo/Ítem	**Cargas**	**Fiabilidad Compuesta (P_c)**	**Varianza Extraída Media (AVE)**
Creación Conocimiento (CC)		0,953	0,910
CC4	0,947		
CC5	0,961		
Memoria Organizativa-Sistemas de Información (MOSI)		0,884	0,604

Constructo/Ítem	Cargas	Fiabilidad Compuesta (P_c)	Varianza Extraída Media (AVE)
MOSI3	0,836		
MOSI4	0,809		
MOSI5	0,770		
MOSI6	0,714		
MOSI7	0,749		
Transmisión Interna del Conocimiento (TIC)		0,801	0,573
TIC1	0,745		
TIC2	0,749		
TIC4	0,776		
Efectividad Organizativa (EO)		0,873	0,634
EO1	0,698		
EO2	0,807		
EO3	0,880		
EO4	0,791		
Rendimiento Organizativo (RO)		0,932	0,695
RO6	0,784		
RO7	0,794		
RO8	0,847		
RO9	0,789		
RO10	0,885		
RO11	0,893		

Tabla 2 – Cargas, Fiabilidad Compuesta, Alfa de Cronbach y AVE

Constructo	Creación Conocimiento (CC)	Efectividad Organizativa (EO)	Memoria Organizativa (MOSI)	Rendimiento Organizativo (RO)	Transmisión Interna Conocimiento (TIC)
Creación Conocimiento (CC)	0,954				
Efectividad Organizativa (EO)	0,478	0,797			
Memoria Organizativa-SI (MOSI)	0,503	0,305	0,777		

Constructo	Creación Conocimiento (CC)	Efectividad Organizativa (EO)	Memoria Organizativa (MOSI)	Rendimiento Organizativo (RO)	Transmisión Interna Conocimiento (TIC)
Rendimiento Organizativo (RO)	0,415	0,603	0,170	0,833	
Transmisión Interna Conocimiento	0,497	0,542	0,633	0,283	0,757

Tabla 3 – Validez Discriminante (criterio Fornell-Larcker)

Relación		Coeficiente Path (β)	t-estadísticos/ Valor P	Significancia Estadística
Creación Conocimiento (CC)	Memoria Organizativa (MOSI)	0,503	6,045 / 0,000	***
Memoria Organizativa (MOSI)	Transmisión Interna Conocimiento (TIC)	0,633	6,064 / 0,000	***
Transmisión Interna Conocimiento (TIC)	Efectividad Organizativa (EO)	0,542	4,025 / 0,000	***
Efectividad Organizativa (EO)	Rendimiento Organizativo (RO)	0,603	4,025 / 0,000	***

Para n=500 submuestras: *p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 (basado en una distribución $t_{(499)}$ de Student de una cola)
$t_{(0.05;\ 499)}$=1.64791345; $t_{(0.01;\ 499)}$=2.333843952; $t_{(0.001;\ 499)}$=3.106644601

Tabla 4 – Coeficiente Path y significancia estadística

Constructo	Varianza Explicada (R^2)
Efectividad Organizativa (EO)	0,294
Memoria Organizativa (MOSI)	0,253
Rendimiento Organizativo (RO)	0,364
Transmisión Interna Conocimiento (TIC)	0,400

Tabla 5 – Varianza Explicada (R^2)

Considerando el análisis efectuado, y el constructo Memoria Organizativa-Sistemas de Información (MOSI), se soportan las cuatro hipótesis H1, H2, H3 y H4. La Figura 1 muestra esquemáticamente el resultado de análisis del modelo estructural.

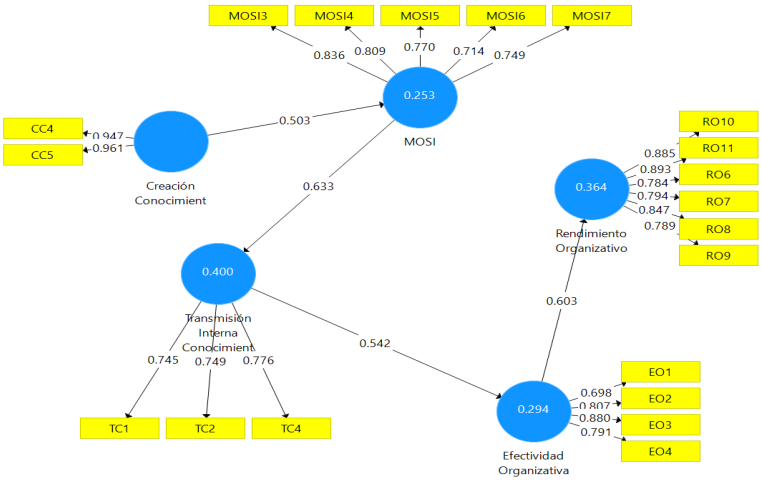


Figura 1 – Modelo Estructural

6. Discusión

En relación a la Creación del Conocimiento de los cinco aspectos se visualizan dos de ellos: (i) Mi organización tiene mecanismos para crear nuevos conocimientos a partir de conocimiento existente, (ii) Mi organización utiliza las lecciones aprendidas y las mejores prácticas de los proyectos para mejorar los proyectos sucesivos. Lo anterior puede interpretarse en el sentido que en los planteles de educación superior de instituciones armadas se proyectan principalmente las fuentes internas para la creación de conocimiento organizativo (a partir del conocimiento existente, lecciones aprendidas y mejores prácticas), lo que podría estar asociado al aprendizaje que estas instituciones han desarrollado sobre la forma de hacer las cosas en su gestión y desarrollo como organización.

En relación a la Memoria Organizativa-Sistemas de Información, de los siete aspectos contemplados, se visualizan cinco de ellos, siendo los tres más reconocidos: (i) La organización dispone de bases de datos que le permiten almacenar sus experiencias y conocimientos, para que puedan ser utilizados con posterioridad, (ii) Las bases de datos, en caso que existan, son actualizadas en forma continua, y (iii) Todas las personas en la organización tienen acceso a las bases de datos disponibles de acuerdo a las necesidades de su cargo y trabajo. Lo anterior muestra que en estas instituciones se otorga más relevancia a la disponibilidad a bases de datos actualizadas de experiencias y conocimientos, su actualización y facilidad de acceso a las personas según la función que desarrollan (cargo y trabajo).

En relación a Transmisión Interna de Conocimiento, de los cuatro aspectos contemplados se visualizan tres de ellos: (i) Mi organización tiene simposios regulares, conferencias y sesiones para compartir conocimientos, (ii) Mi organización envía informes oportunos

con la información apropiada a los empleados, clientes y otras organizaciones relevantes, y (iii) Mi organización tiene conocimiento en la forma que es fácilmente accesible para las necesidades de los empleados (intranet, internet, etc.). Lo anterior puede reflejar que en estas instituciones se da mayor relevancia al desarrollo de eventos que difundan el conocimiento, la disponibilidad de informes oportunos con información adecuada, y la disponibilidad de medios que permiten acceder fácilmente al conocimiento existente.

En relación con la Efectividad Organizativa, de los ocho aspectos contemplados se visualizan cuatro de ellos, siendo los tres de mayor relevancia: (i) Mi organización está constantemente reajustando o re-alineando metas y objetivos para satisfacer cambios en el ambiente, (ii) Mi organización se ha adaptado rápidamente a los cambios en el mercado, y (iii) Mi organización utiliza contantemente nuevos conocimientos para crear nuevos productos y servicios para aumentar su ventaja competitiva. Lo anterior puede significar que en estas instituciones se da mayor relevancia a aspectos asociados con la rápida capacidad de ajustar los objetivos y metas para responder adecuadamente a los cambios del entorno, y la creación de nuevos productos o servicios utilizando el conocimiento existente para mantenerse vigentes en su ámbito.

En relación al Rendimiento, de los trece aspectos contemplados se visualizan seis de ellos, siendo los tres donde más se refleja: (i) Nuestra organización reacciona con rapidez a la toma de decisiones en forma proactiva e informada, (ii) Nuestra organización reacciona con rapidez a los cambios del entorno, y (iii) Nuestra organización evoluciona más rápidamente que sus competidores. Lo anterior muestra que se da mayor importancia a aspectos relacionados a la rapidez en la toma de decisiones, a la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios del entorno, y evolucionar más rápidamente que sus competidores.

7. Conclusiones

Se aprecia una fuerte relación entre las variables estudiadas y con una alta significancia estadística: Creación del Conocimiento y Memoria Organizativa-Sistemas de Información, Memoria Organizativa y Transferencia Interna de Conocimiento, Transmisión Interna de Conocimiento y Efectividad Organizativa, y Efectividad Organizativa y Rendimiento Organizativo, lo que ha motivado que se soporten las hipótesis H1, H2, H3 y H4.

Es posible visualizar que efectivamente al interior de Planteles de Educación Superior de Instituciones Armadas existe un desarrollo de la gestión del conocimiento involucrado en su gestión y funcionamiento, presentando relevancia aspectos como la creación de conocimiento a partir del conocimiento existente, lecciones aprendidas y mejores prácticas, la disponibilidad a bases de datos actualizadas de experiencias y conocimientos, su actualización y facilidad de acceso a las personas según la función que desarrollan (cargo y trabajo), la disponibilidad de medios que permiten acceder fácilmente al conocimiento existente, la creación de nuevos productos o servicios utilizando el conocimiento existente para mantenerse vigentes en su ámbito, con lo cual es posible incidir positivamente en el rendimiento organizativo, principalmente en aspectos relacionados con la rapidez en la

toma de decisiones, la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios del entorno, y evolucionar más rápidamente que sus competidores.

Este trabajo ha considerado 50 casos de encuestas válidas, siendo su principal limitación, por lo que es necesario llevar a cabo un análisis con una mayor cantidad de datos de las instituciones analizadas, de manera de verificar los resultados obtenidos, especialmente en relación al comportamiento de determinados constructos considerados, resguardando la bondad de ajuste del modelo global. Los resultados finalmente obtenidos podrían ser comparados con otros estudios similares aplicados en otro tipo de instituciones de educación.

Referencias

Aja, L. (2002). Gestión de información, Gestión del Conocimiento y Gestión de la Calidad en las Aja, L. (2002). Gestión de información, Gestión del Conocimiento y Gestión de la Calidad en las Organizaciones. ACIMED, 2002, 10(5), 7-8.

Albort-Morant, G. Henseler,J., Cepeda-Carrión, G. y Leal-Rodríguez, A.L. (2018). Potential and Realized Absorptive Capacity as Complementary Drivers of Green Product and Process Innovation Performance, *Sustainability*, 10, 381, 1-20.

Araya-Guzmán, S., Salgado, C., Grandón, E., Ramírez-Correa, P. & Alfaro-Pérez, J. (2019). *Explorando la relación entre Gestión del Conocimiento y rendimiento organizativo en Organizaciones Educativas*. Proceedings of the 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Coimbra, Portugal, 2019, pp. 1-4. (DOI: 10.23919/CISTI.2019.8760781) (http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8760781&isnumber=8760589).

Araya-Guzmán, S., Henríquez, C., Ramírez-Correa, P. & Barra, A. (2018). Explorando la relación entre Gestión del Conocimiento y Rendimiento Organizativo en Instituciones de Educación Superior Universitaria. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 2018, E17(01), 947-959.

Arboníes, A. (2001). Las dificultades para construir la empresa del conocimiento. *Harvard Deusto Business Review*, 0(104), p. 46-51.

Barker, R. & Camarata, M. (1998). The role of communication in creating and maintaining a learning organization: Preconditions, indicators, and disciplines. *Journal of Business Communication*, 35 (4), 443-467.

Belly, P. L. (2008). *Emprender el camino de la gestión del conocimiento*. Editorial Temas.

Cardona, J. y Calderón, G. (2006). El impacto del aprendizaje en el rendimiento de las organizaciones. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, Facultad de Administración, grupo de Cultura Organizacional y Gestión Humana, 18.

Cepeda, G. Roldán, J.L. (2004). *Aplicando en la práctica la técnica PLS en la administración de empresas*. Congreso de la Asociación Científica de Economía y Dirección de la Empresa, ACEDE. Septiembre 19, 20 y 21, Murcia, España.

Davenport, T. & Prusak, L. (1998). *Working Knowledge*. Harvard Business Scholl Press. Boston.

Davenport, T. & Prusak, L. (2001). *Cómo las organizaciones manejan lo que saben*. Buenos Aires: Pearson Education.

Davenport, T., De Long, D. & Beers, M. (1997). *Building successful knowledge management projects*. Center for Business Innovation. Worker Paper. Ernst & Young LLP.

Drucker, P. (2002). *Los desafios de la gerencia para el siglo XXI*. Bogota. Editorial Norma.

Fainholc, B. (2006). Rasgos de las Universidades y de las Organizaciones de Educación Superior para una Sociedad del Conocimiento, según la Gestión del Conocimiento. *RUSC. Universities and Knowledge Society JournaL*. vol. 3, núm. 1, abril, 2006, p. 0 Universitat Oberta de Catalunya Barcelona, España. (http://www.redalyc.org/pdf/780/78030104.pdf).

Fontalvo, Herrera, T., Quejada, R, y Puello Payares, J. (2011). La gestión del conocimiento y los procesos de mejoramiento. Dimensión empresarial, 9(1), 80-87.

Fuentes, B. (2010). *La gestión de conocimiento en las relaciones académico-empresariales. Un nuevo enfoque para analizar el impacto del conocimiento académico*. Tesis Phd. España. Universitat Politècnica de València. Departamento de Organización de Empresas - Departament d'Organització d'Empreses: 278.

Hernández, V. (2016). *La Gestión del Conocimiento en las Organizaciones*. Editorial Marcombo.

Joglar, H. (2010). *Elaboración de un Modelo para el Diseño de Estrategias de Gestión del Conocimiento en Organizaciones Militares*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Lakomski, G. (2011). Saber cómo aprender: Liderazgo, gestión del conocimiento y el reto de crear comunidades de aprendizaje. *Educar*, 47(1), 13-30.

Moreno, M., Pelayo, Y. y Vaca, R. (2007). La Gestión Interna del Conocimiento en las Organizaciones: Un Modelo de Indicadores para el Control de su Gestión. *Revista Conocimiento, innovación y emprendedores: Camino al futuro*, Ayala Calvo, J.C. y grupo de investigación FEDRA, Universidad de Huelva.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dinamics of Innovation*. NY- Oxford: Oxford University Press.

Nonaka, I., y Takeuchi, H. (2000). La empresa creadora de conocimiento. Gestión del conocimiento. *Revista Harvard Business Review América Latina*, 1–9.

Pallarès, M. (2014). Los medios de comunicación y tecnológicos como ejes de canalización y gestión del conocimiento. *Educar*, 50, 207-229.

Pereira, C. (2014). Memoria organizacional y gestión del conocimiento. Saberes, Vol 6, 1–22.

Ríos, T. (2012). La Gestión del Conocimiento y la Educación Superior Universitaria. Gestión en el Tercer Milenio, *Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas,* UNMSM Lima, Perú. Vol. 15, Nº 30.

Rodríguez-Gómez, D., & Gairín, J. (2015). Innovación, aprendizaje organizativo y gestión del conocimiento en las instituciones educativas. Educación, 24(46), 73–90.

Santos, M. (2009). Medición del conocimiento en las organizaciones de información. Potencia, 19(6), 1–17.

Stein, E. (1995). Organizational memory: review of concepts and recommendations for management. International Journal of Information Management, 15(2), 17-32.

Valhondo, D. (2003). *Gestión del conocimiento: del mito a la realidad*. Ediciones Díaz de Santos, 2003.

Vivas, S. (2010). Aprendizaje, Creación y Gestión del Conocimiento: Evidencias en la Gran Empresa Española. Tec Empresarial, Vol 4, N° 2, 31-38.

Wiig, KM (1997). Gestión del conocimiento: ¿de dónde viene y adónde irá? *Sistemas expertos con aplicaciones*, 13 (1), 1-14.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 03/10/2020
Aceitação/Acceptance: 05/12/2020

Framework de seguridad para desarrollo de aplicaciones móviles y su aporte a la CiberResiliencia

Danilo Jaramillo H[1], Karla Romero G[2], Consuelo Ramos[3]

djaramillo@utpl.edu.ec; krromero@utpl.edu.ec; cielito.ramos@gmail.com

[1]Universidad Técnica Particular de Loja, Loja Ecuador; Universidad Politécnica de Madrid, Madrid España

[2]Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

[3]Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

Pages: 452-468

Resumen: La trasformación digital integra tecnologías en las áreas de una organización. Las organizaciones están considerando este enfoque para reinventarse. La transformación digital conduce al uso de aplicaciones móviles, integrando procesos en las actividades diarias con el uso de estos dispositivos. La seguridad de aplicaciones móviles se convierte en un aspecto importante puesto que los empleados almacenan datos confidenciales. Este trabajo analiza las medidas y mecanismos de seguridad de otros framework utilizados en el desarrollo de aplicaciones selecciona los lineamientos de seguridad más utilizados y propone un nuevo framework de desarrollo de aplicaciones móviles seguras. Un lineamientos que aportaría a la continuidad de las operaciones ante procesos disruptivos es la CiberResiliencia que debe incluirse al momento de desarrollar aplicaciones móviles. El resultado es un marco centrado en las medidas de seguridad que deben considerarse para el desarrollo de aplicaciones móviles, que permitan a las empresas administrar los datos de manera segura.

Palabras claves: Aplicación móvil, seguridad, CiberResiliencia.

Security framework for mobile application development and its contribution to CyberResilience

Abstract: Digital transformation integrates technologies in the areas of an organization. Organizations are considering this approach to reinvent themselves. Digital transformation prioritizes the use of devices and their applications in daily activities. Mobile application security becomes an important aspect by safeguarding the data that is stored in the company. This work analyzes the security measures and mechanisms of other frameworks used in application development, prioritizes and selects the most widely used security guidelines, proposing a new framework for the development of secure mobile applications. One guidelines that would contribute to the continuity of operations in the face of disruptive processes is Cyber Resilience. Cyberresilence must be included when developing mobile applications. The result

is a framework focused on the security measures that should be considered in the development of mobile applications, allowing companies to manage data.

Keywords: Mobile application, security, CyberResilience.

1. Introducción

El trabajo hace referencia a la creación de un Framework de Seguridad para el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles, presentando un marco de trabajo para los desarrolladores, que permita crear un software o aplicación segura, para que la información empresarial estratégica que se transmite a los dispositivos móviles sea segura.

La característica principal del framework es presentar un modelo que permita desarrollar aplicaciones que integren medidas y mecanismos de seguridad, en la información que almacena o maneja un dispositivo móvil de posibles intromisiones de terceros que perjudiquen a un cliente o empleado o talvez de forma más general a la empresa. Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas, una de ellas es el crecimiento de la tecnología móvil que permite estar conectado a internet en cualquier lugar sin las precauciones debidas para evitar posibles ataques a la información personal efectuada por la débil seguridad que proporcionan las aplicaciones sobre todo si se conecta a redes públicas de internet. Este trabajo presenta como solución la creación de un framework de seguridad basado en un estudio, análisis y comparación de normas de seguridad disponibles que permita desarrollar el framework mencionado.

A pesar de la importancia de mantenerse comunicado en todo momento, las aplicaciones para dispositivos móviles presentan la desventaja de ser vulnerables al robo de información o implantación de virus que deterioren el artefacto o filtren información, así el INCIBE[1] advierte fallos de seguridad en los dispositivos moviles que pueden ser atacados aprovechándose de las redes gratuitas, aplicaciones débiles, falta de seguridad de los dispositivos, etc.

El acceso a redes de libre acceso aumenta el riesgo de pérdida de la información de los dispositivos, considerando que no se fomenta una cultura de seguridad informática, así pues, se han detectado ciertos casos importantes de robo de información de entidades privadas y públicas. Tomando en cuenta este riesgo es necesario que tanto quien desarrolla aplicaciones, como los usuarios tomen precauciones para no ser víctimas del robo de información.

Estos problemas, relacionados con las aplicaciones destinadas para las pequeñas y medianas empresas (PYMES) pueden ocasionar el robo de información o pérdidas económicas a los empresarios, puesto que estos buscan software libre, sin conocer los riesgos a los que se exponen los datos manipulados por las aplicaciones. (INCIBE 2020)

La CiberResiliencia debe ser una prioridad para afrontar el aumento de problemas que se han presentado en los sistemas de las empresas por el número elevado de hackers que están en búsqueda de información.(Lee et al. 2018)

[1] Instituto Nacional de Ciberseguridad de España

2. Marco Referencial

2.1. Lineamientos para el desarrollo de aplicaciones móviles.

Existen algunos lineamientos a tomar en cuenta en el momento de desarrollar aplicaciones móviles incluidos aspectos legales para poderlas lanzar al mercado. En el presente trabajo vamos a tomar en cuenta algunos puntos referentes a estos lineamientos:(Ballantyne et al. 2018)

- **Funcionalidades:** que funcionalidades se pueden desarrollar y cuales no desde la app.
- **Derechos propios y de terceros:** las licencias de los recursos que se utilizarán.
- **Licencia y condiciones de uso:** las licencias y condiciones de uso que el usuario deba aceptar para usar la app.
- **Información y permisos:** si la app móvil va a acceder a información del móvil.
- **Política de Cookies:** la app móvil utiliza cookies de los dispositivos donde va a funcionar.
- **Informar al usuario:** tipo de app móvil que es ya que una gran parte de las aplicaciones móviles pueden ser consideradas como "servicios de la sociedad de la información".(Soto 2014)

2.2. Estándares en el desarrollo de aplicaciones móviles

Existen varios criterios o estándares a considerar para el desarrollo de aplicaciones móviles de acuerdo a algunas categorías en la construcción de la aplicación móvil, describiremos las más importantes:

En el desarrollo de la App móvil

- La app debe soportar las distintas resoluciones de los distintos tipos de dispositivos.
- El instalador de la app no debe superar los 10 MB.
- No embeber imágenes y videos como contenido estático que hagan que los instaladores sean más pesados.
- El código fuente de la app deberá ser simple, fácil de comprender, escalable, flexible y deberá ser acompañado de la documentación necesaria.
- Generar y proveer los manuales de uso necesarios para el ciudadano que utiliza la aplicación móvil.
- Control de Versiones, de ser posible utilizar software para el control de versiones.
- Las app con sistemas de registro deben seguir los lineamientos definidos por la Coordinación de Identidad Digital y Tarjeta Inteligente de Servicios Digitales(Mburu, Nderu, and Tobias 2019).
- La app debe brindar la posibilidad de operar en forma total o parcial en modo offline (sin conexión).
- La app debe ser compatible con la última versión más estable del sistema operativo y contemplando las versiones previas que aún siguen siendo populares. (GitHub 2017)

En el diseño de la app móvil.

- En base al diseño de la app móvil que es su estructurase determina la manera como debe estar elaborado el software teniendo en cuenta los permisos respectivos según el organismo de control pertinente para evitar copias sin autorización y posibles problemas legales. (GitHub 2017)

En la usabilidad de la app móvil

- La usabilidad comprende la manera cómo se va a desempeñar la aplicación cuando el usuario la utilice. Algunas características se señalan(Enriquez et al. 2018)
- Diseñar para todas las resoluciones de pantalla de computadoras, tabletas y celulares posibles.
- Usar convenciones de estética y funcionamiento de cada plataforma o sistema operativo.
- Entender qué funcionalidades son las más usadas para hacerlas más fácil de acceder en futuras versiones.
- Mostrar al usuario el estado del sistema en todo momento, como dónde está lo que está haciendo y de que se trata.
- Brindar una respuesta inmediata a cada interacción.
- Los botones o áreas interactivas deben ser grandes, estas necesidades deben ser basadas en la Ley de Fitts.(Law and Mackenzie 2018)
- Los campos de formularios deben mostrar su etiqueta al estar completos.

En la seguridad de la app móvil

Una aplicación móvil tiene que tener un buen control de seguridad, ya que alguna vulnerabilidad en cualquiera de sus aspectos, sean estos, código, diseño, comunicación de servicios, pueden ser aprovechados por terceras personas y obtener importante información del usuario.(Veracode 2017) Para asegurar la aplicación móvil esta debe estar estructurada de tal manera que la misma se pueda monitorizar para saber quién accede a qué información tanto de la aplicación como del dispositivo. Los principales aspectos que se refiere a la seguridad son:

- La comunicación de web services debe ser encriptado usando un certificado SSL/TLS.(Deng et al. 2017)
- Todas las URL que lanza una aplicación deben ser mediante protocolo https. (Michclinakis et al. 2018)
- El usuario debe dar a la aplicación solo los permisos mínimos y estrictamente necesarios.
- La información que el usuario use en el registro de la aplicación o en alguna parte de esta, deben ser guardados con seguridad.
- La cantidad de intentos de login debe ser limitado.
- Los framework de desarrollo deben estar actualizados para evitar vulnerabilidades de seguridad(Hydara et al. 2018)(Meng et al. 2018).

- Verificar cada tipo de ataque a la que la aplicación puede ser sometida y contener cada una con una estrategia de seguridad.

2.3. OWASP

Otra de las bases específicas para el desarrollo de este framework es tomar en cuenta lo que propone OWASP[2], para asegurar el desarrollo de software de una aplicación móvil, desde la estructura de su diseño hasta su codificación.

De manera resumida se considera lo que el proyecto OWASP (OWASP 2016) integral recomienda:

- Un sistema tendrá un número de funciones predefinidas y un conjunto de actores que puedan orientar razonablemente instancias del sistema en desarrollo.
- Al igual que en los casos de uso tradicionales, se debe establecer qué actores interactúan con un caso de uso y cómo lo hace mostrando su comunicación y asociación.
- Los casos de mal uso importantes detectados deben estar representados visualmente, en el formato típico de casos de uso, con pasos específicos del mal uso(Li 2020).
- Los casos de mal uso que no se representan visualmente, pero siguen siendo importantes para comunicar al usuario, debe ser documentado, al igual que cualquier problema no manejado por el modelo de casos de uso(By et al. 2018).

2.4. Aseguramiento de la Aplicación

Conforme se ha desarrollado este framework y se avanza en el nivel de aseguramiento de la aplicación móvil (Gil, Baquero, and Hernández 2018), existen más puntos a considerar:

- Utilizar las directrices de codificación segura para proteger la aplicación contra los riesgos de seguridad en el código nativo, basado en framework de desarrollo seguro.
- Utilizar métodos o herramientas para validar los datos procedentes de los servicios web de terceros y otras fuentes.
- Uso de un permiso específico de la plataforma para proporcionar sólo los conjuntos mínimos de capacidades requeridas para que una aplicación pueda cumplir con su uso previsto.
- Evitar escribir la información de identificación personal (PII) y otros datos sensibles al dispositivo cuando sea posible(Posey et al. 2017)store, or purchase information that links individuals' identities to other data. Termed personally identifiable information (PII. Si esto no puede deben evitarse:
  - Asegúrese de que todos los datos escritos en el dispositivo se cifran.
  - Prestar especial atención a la gestión de claves de cifrado.

[2] Open Web Application Security Projectes. proyecto de código abierto dedicado a determinar y combatir las causas que hacen que el software sea inseguro.

- ◦ No almacenar información sensible como contraseñas y la información de tarjeta de crédito en el dispositivo.
- ◦ Guarde todos los datos de las plataformas fijas que están bajo su control administrativo.
- No permita que los archivos confidenciales sean en modo de lectura y escritura.

Se debe tomar en cuenta que las aplicaciones móviles, así como otras aplicaciones necesitan un diseño y arquitectura seguros para mitigar los riesgos de seguridad, pero la exposición de información de un móvil es más alta que la de un computador de escritorio o de una aplicación normal. Para disminuir arduamente las vulnerabilidades las aplicaciones móviles necesitan una arquitectura y diseño seguros.

También es importante que adicional al aseguramiento de la aplicación se considere que las aplicaciones móviles deben considerar las características del entorno de ejecución de la aplicación que dispone el teléfono, para garantizar el correcto funcionamiento de la misma (Gil, Baquero, and Hernández 2018)

Las etapas de la metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles consideradas en este framework se muestran en la Figura No. 1 . El aseguramiento debe estar incluido en cada una de las etapas que tiene esta metodología.

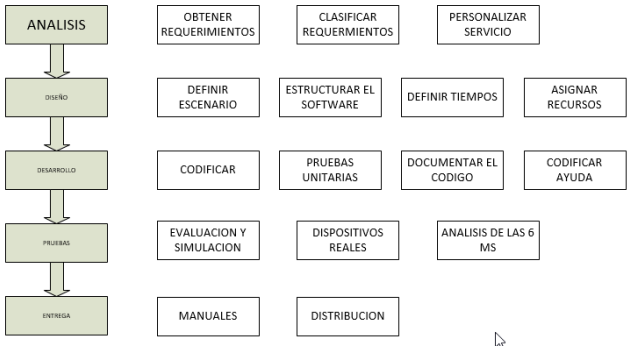


Figura 1 – Etapas de la metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles
Fuente: Adaptado de (Gasca, Maira; Camargo, Luis; Medina 2014)
Elaborado por: Autores (2020)

Es alto el riego de que los datos puedan ser interceptados, pues no solamente podría haber atracos a la intimidad, sino también extorciones e incluso espionaje, no solamente los dispositivos móviles están expuestos a esto, sino también las grandes centrales informáticas privadas y públicas que pueden ser vulnerables a ataques informáticos. Se debe considerar que un Smartphone comprometido, automáticamente pone en riesgo los siguientes puntos: la clave de la/s red/es a la que el dispositivo se conecta; el usuario de la cuenta de correo utilizada; el usuario de la cuenta de mensajería instantánea utilizada; accesos VPN que puedan haber configurados; Información de contactos personales; Información de acceso en distintas aplicaciones: Facebook, LinkedIn, etc. (Macía et al. 2014)

Desarrollar una aplicación móvil implica desarrollar software y al desarrollar un software se presentan algunos problemas siendo uno de los principales los defectos en código pues es necesario tener entrenamiento continuo y experiencia para comprender de manera extensa su funcionamiento integral, así como tomar en cuenta que los más simples y básicos errores en el código puede ser aprovechado por terceros y de esta manera ser atacados y explotados de varias maneras. Para evitar este panorama es recomendable tomar en cuenta algunas propiedades del software seguro.

2.5. Propiedades del Software Seguro

En su estudio (Assal and Chiasson 2018) concluyen que se debe tomar en cuenta propiedades fundamentales y conducentes para el desarrollo de software. Las Propiedades Fundamentales son aquellas que se refieren principalmente a los atributos de seguridad del Software, es decir aquellas cuyo objetivo es proteger al software como tal en todos los aspectos de su desarrollo.

Las propiedades fundamentales son: confidencialidad, integridad, disponibilidad. Para las entidades que actúan como usuarios se requieren dos propiedades adicionales: Responsabilidad y no Repudio(Murray, Christ, and Vine 2019).

2.6. Ciber Resiliencia

La resiliencia es la capacidad de los sistemas a regresar a un estado normal después de un proceso disruptivo sobre todo sistemas que se encuentran en el Ciber espacio. Este espacio se considera como una red que cuenta con una infraestructura interrelacionada de sistemas de información y comunicaciones.

La CiberResiliencia hace relación entonces a la capacidad que un sistema tiene de soportar diversos procesos disruptivos en el Ciber espacio, con una capacidad de disminuir los cambios soportados y principalmente poder seguir funcionando con normalidad. Este concepto llega a ser aplicado considerando que por alguna razón el sistema en este caso la aplicación móvil deja de funcionar, quizá por un ataque o por un error no descubierto a tiempo(Lee et al. 2018), en ambos casos la aplicación de los objetivos y técnicas de la CiberResiliencia son importantes divididos en etapas.

Se consideran 4 metas para la CiberResiliencia en un sistema como son: anticipar, resistir, recuperar, evolucionar(Ross et al. 2019)Volume 1, \"Systems Security Engineering—Considerations for a Multidisciplinary Approach in the Engineering of Trustworthy Secure Systems\" and NIST SP 800-37, \"Risk Management Framework for Information Systems and Organizations—A System Life Cycle Approach for Security and Privacy.\" It can be viewed as a handbook for achieving the identified cyber resiliency outcomes based on a systems engineering perspective on system life cycle processes in conjunction with risk management processes, allowing the experience and expertise of the organization to help determine what is correct for its purpose. Organizations can select, adapt, and use some or all of the cyber resiliency constructs (i.e., objectives, techniques, approaches, and design principles. Cada una de estas metas tienen sus propios objetivos y técnicas que permiten conseguir el objetivo, esto se muestra en la tabla Nro. 1

Metas			
Anticipar	Resistir	Recuperar	Evolucionar
Objetivos			
Comprender	Preparar	Prevenir	Contener
Recuperar	Cooperar	Transformar	Rediseñar
Técnicas			
Segmentación	Restricción de privilegios	Defensa coordinada	Señuelos Redundancia

Tabla 1 – Metas objetivos y técnicas de ciber resiliencia

Las metas que se presentan están relacionados con los dominios funcionales de resiliencia en la gobernanza de las organizaciones, en la Tabla 2 se muestra los dominios con sus indicadores.

Dominio	Indicador
Detección	# de eventos considerados como críticos
Respuesta	Nro. de incidentes contenidos y mitigados
Recuperación tras el incidente	Comunicación del incidente
Continuidad del negocio	Tiempo de Recuperación

Tabla 2 – Gobernanza de ciber resiliencia: Dominio-Indicador

Cada una de estas metas son fundamentales para que la recuperación de un sistema en una organización funcione, es por ello que son aplicables a que una aplicación sea CiberResiliente, cada una de las fases de desarrollo seguro de la aplicación debe contener sus metas de ciberResiliencia como se lo podrá observar en la figura 3, del framework propuesto.

3. Framework de Seguridad para Desarrollo de APP Móviles

3.1. Metodología para el Desarrollo

Los métodos relacionados con el desarrollo de aplicaciones móviles deben incluir un marco de lineamientos a aplicar fase a fase durante todo el progreso de desarrollo. Si bien estas medidas no garantizan una seguridad en su totalidad, pues no son aplicables todas las normas de seguridad a las aplicaciones que se pretende crear, debido a que cada aplicación varía según las necesidades que pretende satisfacer, por lo tanto, lo que propone este framework es un marco de normas

Lineamientos de framework

Con el objetivo de reducir las vulnerabilidades del software, se identifican los siguientes lineamientos por cada etapa del framework.

FRAMEWORK				
IDENTIFICACIÓN	**PROTECCIÓN**	**DETECCIÓN**	**RESPUESTA**	**RECUPERACIÓN**
1. Manejo de accesos 2. Ambiente de negocios 3. Administración 4. Valoración del riesgo 5. Estrategia de Gestión de Riesgos	1. Control de acceso 2. Seguridad de datos 3. Información de Protección, Procesos y Procedimientos 4. Mantenimiento 5. Protección tecnológica	1. Eventos y anomalías 2. Monitoreo Continuo de seguridad 3. Detección de procesos	1.Plan de respuesta 2.Comunicaciones 3.Análisis 4.Mitigación 5.Mejoras	1. Plan de recuperación 2. Mejoras 3. Comunicaciones

Figura 2 – Lineamientos del framework propuesto y sus fases.
Elaborado por: Autores (2020)

Analizados los framework disponibles para el desarrollo de aplicaciones, se ha organizado las medidas de seguridad utilizadas por cada uno de los mismos según los lineamientos indicados anteriormente para proceder a modelar el framework de seguridad. A continuación, se presenta la tabla nº 3 con las medidas de seguridad más utilizadas de cada framework analizada y entre paréntesis se muestra la característica relacionada con el lineamiento.

Lineamiento	**Mecanismos utilizadas por framework**	**1**	**2**	**3**	**4**
Identificación	Validar a través de usuario y contraseña	X		X	
	Determinar permisos para tareas	X		X	
	Autentificar usuario	X		X	
Protección	Solicitar prueba de ingreso de un humano	X	X		X
	Determinar tiempo máximo para ingreso de clave	X	X		X
	Restringir ingreso si se falla en la clave y usuario varios intentos	X	X		X
	Administrar la información de acceso según usuario	X	X		X
	Incluir un botón de regresar	X	X		X
	Crear copias de seguridad	X	X		X
	Incluir preguntas adicionales para usuario administrador	X	X		X
	Solicitar autentificación después de cierto tiempo	X	X		X
	Incluir protección contra Cross-site	X	X		X
Detección	Incluir auditoría por cambios no autorizados (1)	X		X	
	Prevención de ataque de cookies	X		X	
	Determinar visitantes a la aplicación	X		X	
	Ejecutar actualizaciones semanales de visitas	X		X	
Respuesta	Expirar las sesiones apropiadamente		X	X	
	Validar los datos de cookie y detectar alteraciones (3)		X	X	
	Enlistar anidados (4)		X	X	

Lineamiento	Mecanismos utilizadas por framework	1	2	3	4
Recuperación	Generar URL para recuperar cuenta (1)	X	X		
	Crear funcionalidad para recuperar estados anteriores en las aplicaciones (2)	X	X		
	Agregar validación entre clientes y formularios (1)				X

(1) DJANGO, (2) JQUERY MOBILE (3)YII (4)METEOR
Fuente: Análisis de framework.
Elaborado por: Autores

Tabla 3 – Mecanismos de seguridad utilizadas en frameworks analizados.

3.2. Modelado del framework por lineamientos

Identificación

En este lineamiento se realizará un análisis a los requisitos de la aplicación a desarrollar, es de suma importancia comprender bien los mismos, pues en ocasiones el usuario final prefiere tener una brecha de seguridad, pero que el software satisfaga sus necesidades. Para identificar los riesgos a los que está expuesta con respecto al acceso de uso de la aplicación, este lineamiento estará compuesto por las siguientes fases

- **Análisis de ambiente de negocios:** Realizar una observación del negocio para el cual se está desarrollando la aplicación para determinar cuál es el entorno principal de la organización que utilizara el software, cuáles son los usuarios principales y cual es fin principal de la aplicación.
- **Administración de accesos a la aplicación:** En esta fase se procura determinar el número de usuarios que tendrá acceso a la aplicación para el uso de la misma.
- **Evaluación de los riesgos:** Efectuar un análisis para determinar los riesgos de seguridad derivados de la administración de accesos.
- **Medidas de seguridad a aplicar:** en este punto se debe seleccionar las normas de seguridad que se utilizaran para proteger a la aplicación de los riesgos encontrados. Entre las medidas de seguridad analizadas las que se deben tener en cuenta son:
  - Gestión de usuarios
  - Autenticación
  - Autorización
- **CiberResiliencia:** en esta etapa, se debe establecer principalmente en el establecimiento de políticas, aplicación de controles, supervisión y una mejora continua de las mismas con una gestión de gobernanza. En CiberResiliencia está presente el tema referente al Análisis de riesgos en la mayoría de los estándares que manejan el tema.
  - Dominio: Detección
  - Técnica: Segmentación para poder llevar un control del número de eventos considerados críticos

Protección

En esta fase se aplicará un análisis para implementar medidas que permitan proteger la información manipulada por la aplicación, pues una vez que los usuarios tengan acceso a la misma, la seguridad de los datos puede verse vulnerada,

- **Gestión de sesiones:** una vez determinada la forma de acceso de los usuarios se debe gestionar la sesión que tendrá la aplicación, de forma que se puedan aplicar medidas de seguridad para evitar brechas en la seguridad de la aplicación.
- **Gestión de permisos:** es importante predeterminar los permisos que tienen los usuarios de la aplicación, de esta forma se puede controlar que es lo que realiza cada usuario.
- **Medidas de protección de datos:** en este punto se deben tomar en cuenta las siguientes medidas de seguridad,
  - Según requiera la aplicación: solicitar prueba de ingreso de un humano.
  - Evitar almacenar contraseñas.
  - Bloqueo de acceso tras un determinado número de intentos de accesos fallidos.
  - Gestionar la caducidad de las sesiones.
  - Administrar la información de acceso de usuario.
- **CiberResiliencia:** relacionado con el dominio de Detección, pues permitirá anticipar un intento de ataque y permite anticiparse al proceso disruptivo

Detección

Este lineamiento se encarga de detectar los cambios o intrusiones no autorizadas que pueda sufrir la aplicación, para ello se completaran las siguientes fases

- **Mapeo:** esta fase implica entender cómo funciona, las relaciones y la estructura que tiene la aplicación, conocimiento que facilitara la detección de cualquier intrusión.
- **Monitoreo continuo:** Este es un proceso que verificara el funcionamiento de las actividades más vulnerables, para verificar que su ejecución no varíe de la forma estándar de funcionamiento.
- **Detección de procesos o eventos no autorizados:** Esta fase cuando detecta una vulnerabilidad debe recopilar toda la información disponible hasta este momento para determinar las medidas que se tomaran.
- **Medidas de seguridad a aplicar en esta fase:**
  - Realizar una auditoría periódica para revisar los cambios no autorizados
  - Notificar y solicitar permisos al usuario final para la utilización de cookies propias y de terceros.
- **CiberResiliencia:** Este es un proceso importante puesto que se debe registrar los procesos disruptivos ocurridos, muchas de las veces al no comunicar esta información a la gobernanza no se realizan procesos de mitigación. El objetivo que se debe considerar es el de cooperar. El sistema debe estar diseñado para guardar un log de sucesos.

Respuesta

Este lineamiento es importante porque deberá presentar soluciones a las intrusiones, ataques o cualquier anomalía detectada en la aplicación. La eficacia y la rapidez con la que se responda a un ataque permitirá salvaguardar la información del usuario. Para esta fase se realizará:

- **Mitigación:** Esta fase se encarga de aplicar normas de seguridad para mitigar los riesgos inherentes a la aplicación.
- **Análisis,** Si la aplicación ha recibido un ataque no previsto se deberá realizar un análisis exhaustivo del ataque a la aplicación. para poder determinar que partes son las afectadas y tomar las medidas necesarias para que la aplicación vuelva a funcionar de forma correcta.
- **Medidas de seguridad:** una aplicación debe prever los riesgos a los que es vulnerable y aplicar medidas de seguridad de respuesta para actuar en caso de que la aplicación lo requiera.
    - Expirar sesiones. Aplicar tiempos preestablecidos de cierre de la aplicación si esta esta inactiva.
    - Validar datos de cookies y detectar alteraciones.
    - Verificar que los datos que se almacenen en las cookies sean los estrictamente necesarios de esta forma será más factible detectar cuando los datos almacenados están siendo manipulados.
    - Enlistar anidados. Las funciones anidadas contienen una función dentro de ellas, es decir tienen como elemento necesario otra función para poder realizar una operación.
- **CiberResiliencia,** relacionado con el dominio de Respuesta, se debe poder determinar el número de incidentes, además el diseño debe permitir una monitorización de lo solucionado**.**

Recuperación

Ser capaz de recuperarse de una brecha importante (o menor) de datos (u otro desastre de datos) de forma rápida y confiable es lo que dará confianza a los usuarios finales. Los planes de recuperación necesitan ser documentados y probados, luego revisados al menos anualmente. Esta fase consta de los puntos:

- **Plan de recuperación** El principal objetivo de esta fase es garantizar la capacidad de recuperación de la información y reducir las consecuencias una vez sufrido un ataque. Una vez preparado el plan se debe guardar en lugar seguro y accesible, en este plan se enumerará las funciones predefinidas que la aplicación pueda realizar para determinar el grado de vulnerabilidad de la aplicación, y las potenciales exposiciones del software para introducir controles que eviten la filtración de la información o manipulación de la misma, pues al tratarse de información confiable puede acarrear problemas serios con el desarrollo empresarial y toma de decisiones.
- **Comunicaciones.** La estrategia de comunicación tiene por objetivo propiciar la participación de los involucrados para tomar las decisiones necesarias en caso de presentarse un desastre.

- **Medidas de seguridad**. En este punto se aplicarán las siguientes medidas de seguridad que utilizan las metodologías analizadas:
  - **Generar URL para recuperar cuenta.**
  - **Proveer un botón automático** para recuperar un estado anterior de la aplicación, en las aplicaciones que lo permitan se debe proporcionar medios para volver a un estado anterior, restaurando la última copia guardada.
  - **Agregar validación entre clientes y formularios.** Para autenticar y validar es necesario establecer un protocolo de comunicación entre las partes de forma **que** la parte verificadora (normalmente) prueba validar que la parte que se identifica (normalmente un usuario) realmente es quien dice que es.
  - **Realizar copias de seguridad. Proporcionar** medios para realizar copias de seguridad.
- **CiberResiliencia,** un punto de importancia en el diseño de la aplicación. Relacionado con los Dominios de Recuperación y Continuidad. Se debe poder comunicar el incidente y el tiempo de recuperación del mismo, son indicadores muy valiosos para la gobernanza de la organización. Se debe hacer los procesos de forma coordinada técnicamente. Las metas que se deben considerar son principalmente la Evolución, donde se permita readaptar los procesos críticos.

3.3. Framework de seguridad de aplicaciones móviles y etapas de ciber resiliencia

El framework de seguridad para aplicaciones presentado anteriormente debe formar parte de cualquier metodología de desarrollo de software que se utilice para crear una aplicación, esto permitirá que la misma sea confiable. De una manera resumida se puede decir que la integración del framework de seguridad en el ciclo de desarrollo se relacionaron las etapas de CiberResiliencia sobre las fases del ciclo de desarrollo, el resultado se muestra en la figura 3.

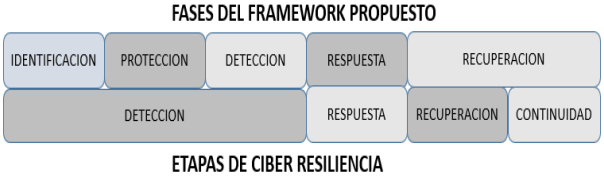


Figura 3 – Incorporación del framework de seguridad en un ciclo de desarrollo
Fuente: Investigación
Elaborado por: Autores (2020)

La fase de identificación integrada en la fase de inicio aplicara un análisis a los requisitos para poder utilizar las medidas de seguridad que ayuden a prevenir los problemas de autenticación. La fase de protección una vez incluida en la fase de elaboración ayudara a incluir medidas que protejan la información que manipula la aplicación. La fase de detección integrada en la fase de desarrollo permitirá que se detecte las partes más

vulnerables de la aplicación y se apliquen normas de desarrollo para intentar mitigar los posibles efectos que pueda causar una falla de seguridad. La fase de respuesta y recuperación una vez incluidas en la fase de transición permitirá que se apliquen normas de seguridad que tomen medidas para responder a un fallo, a recuperar la información o el estado de la aplicación.

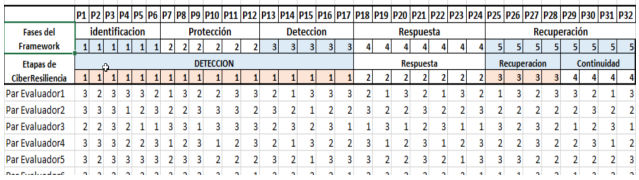
Se asume que los ataques de seguridad son inevitables, conforme pasa el tiempo van apareciendo nuevas formas de vulnerar la seguridad, por lo que se debe incluir un framework de seguridad para poder contrarrestar los efectos que esto pueda ocasionar, incrementado de esta forma la calidad del producto final.

4. Evaluación del framework

4.1. Modelo utilizado para la evaluación

Para la evaluación del framework se trabajó con evaluación a pares determinando el nivel de aceptación de cada uno de los lineamientos propuestos. El nivel de aceptación se realizó en 3 categorías considerando la ley de Pareto. El rango de mayor aceptación esta entre 100-80%. A la distribución restante (80-0) para encontrar el segundo rango se volvió a aplicar la ley de Pareto, donde se encontró como rango de no aceptación el 20% de la segunda distribución lo que representa 25%. Para una aceptación de los lineamientos se considera el rango central de la distribución. Es decir 80-25%.

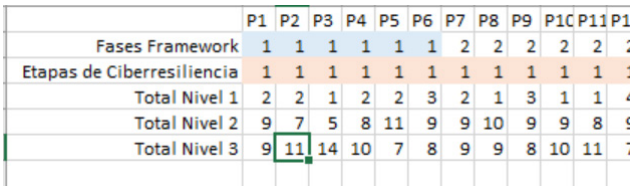
De esta manera el modelo de evaluación donde se evalúan los lineamientos a través de 32 preguntas (p1,P2,P3, ...), clasificando cada pregunta de acuerdo a la fase del Framework y la etapa de Resiliencia, mostrado en la figura 4.



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32
Fases del Framework	Identificacion						Protección						Deteccion					Respuesta							Recuperación							
	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Etapas de CiberResiliencia	DETECCION																	Respuesta							Recuperacion				Continuidad			
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
Par Evaluador1	3	2	3	3	3	2	1	3	2	2	3	3	2	1	3	3	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	3	3	2	1	3
Par Evaluador2	3	3	3	1	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2
Par Evaluador3	2	2	3	2	1	1	3	3	1	3	3	3	2	3	2	3	1	1	3	1	2	3	1	1	3	2	3	2	1	2	3	1
Par Evaluador4	3	3	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3	2	1	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3	2	2	3	2	2	3	1	2
Par Evaluador5	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	2	1	3	3	3	2	2	3	2	1	3	3	3	2	2	2	2	2	3

Figura 4 – Evaluación del framework de seguridad y Etapas de CiberResiliencia
Fuente: Investigación
Elaborado por: Autores

A partir de estos datos y en base al modelo se obtiene el resumen mostrado en la figura 5.



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P1
Fases Framework	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	
Etapas de Ciberresiliencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Total Nivel 1	2	2	1	2	2	3	2	1	3	1	1	
Total Nivel 2	9	7	5	8	11	9	9	10	9	9	8	
Total Nivel 3	9	11	14	10	7	8	9	9	8	10	11	

Figura 5 – Valoración del framework de seguridad en un ciclo de desarrollo
Fuente: Investigación
Elaborado por: Autores

4.2. Resultados

Los resultados de Evaluación del Framework se consideran en dos aspectos:

La primera el nivel de aceptación sobre cada uno de los lineamientos de framework en cada una de las fases de la CiberResiliencia, que nos permite determinar que a medida que avanzan las etapas de CiberResiliencia el cumplimiento de las mismas disminuye, pues las aplicaciones de los lineamientos para llegar a un cumplimiento eficiente no se aplican por diferentes razones como el tiempo, los recursos y la definición adecuada de los procesos como se muestra en la figura Nro. 6

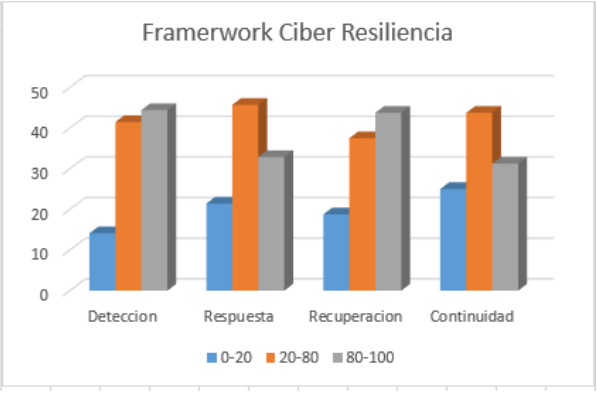


Figura 6 – Valoración de lineamientos de acuerdo a fases de Ciberresiliencia
Fuente: Investigación
Elaborado por: Autores

En la segunda apreciación de este estudio de forma similar refleja que el cumplimiento óptimo de cada uno de los lineamientos del framework es menor a medida que se avanza por cada etapa de la CiberResiliencia como se muestra en la Fig. 7

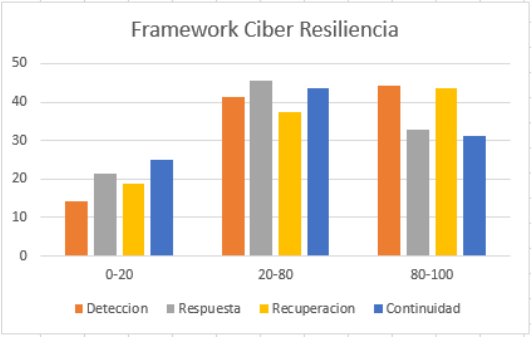


Figura 7 – Valoración de lineamientos de acuerdo a niveles de aceptación
Fuente: Investigación
Elaborado por: Autores

5. Conclusiones

Utilizar medidas de seguridad en la creación de las aplicaciones, permite en mayor medida atenuar los riesgos de seguridad informática, pues una vez que el usuario final empieza a utilizar la aplicación no se puede contrastar el impacto que tendrán los ataques.

El framework desarrollado reúne y organiza según los lineamientos las medidas de seguridad obtenidas del análisis realizado, proporcionado al desarrollador una utilidad esencial para establecer los medios que permitan evitar ataques o que la aplicación sea mínimamente vulnerable ante problemas de seguridad.

La utilización de técnicas, objetivos y metas de ciber resiliencia en el desarrollo de las aplicaciones permitirán tener los indicadores que permitan llegar a cumplir con los dominios de ciber-resiliencia.

Referencias

Assal, Hala, and Sonia Chiasson. 2018. "Motivations and Amotivations for Software Security." *SOUPS Workshop on Security Information Workers (WSIW). USENIX Association*: 1–4. https://wsiw2018.l3s.uni-hannover.de/papers/wsiw2018-Assal.pdf.

Ballantyne, Mars et al. 2018. "Study of Accessibility Guidelines of Mobile Applications." *ACM International Conference Proceeding Series*: 305–15.

By, Foreword et al. 2018. "The Mobile Aplication Security Verification Standard."

Deng, Shuiguang et al. 2017. "Mobility-Aware Service Composition in Mobile Communities." *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems* 47(3): 555–68.

Enriquez, Lic, Juan Gabriel, Dra Casas, and Sandra Isabel. 2018. "Usabilidad En Aplicaciones Móviles." : 25–47.

Gasca, Maira; Camargo, Luis; Medina, Byron. 2014. "Metodología Para El Desarrollo de Aplicaciones Móviles." *Tecnura*: 20–35.

Gil, Celio, Luis Baquero, and Miguel Hernández. 2018. "A Conceptual Exploration for the Safe Development of Mobile Devices Software Based on OWASP." 13(18): 13603–9.

GitHub, Inc. 2017. "Estándares de Apps Móviles." : 1–37.

Hydara, Isatou, Abu Bakar Md Sultan, Hazura Zulzalil, and Novia Admodisastro. 2018. "Towards Cross-Site Scripting Vulnerability Detection in Mobile Web Applications." *International Journal of Engineering and Technology(UAE)* 7(4): 18–21.

INCIBE. 2020. "Ciberresiliencia: La Clave Para Sobreponerse a Los Incidentes." *Volver Desarrollo seguro de aplicaciones para dispositivos móviles*. https://www.incibe-cert.es/blog/ciberresiliencia-clave-sobreponerse-los-incidentes.

Law, Fitts, and I Scott Mackenzie. 2018. "Fitts' Law." 1: 349–70.

Lee, Seongkee et al. 2018. "Resiliency of Mobile OS Security for Secure Personal Ubiquitous Computing." *Personal and Ubiquitous Computing* 22(1): 23–34.

Li, Jinfeng. 2020. "Vulnerabilities Mapping Based on OWASP-SANS: A Survey for Static Application Security Testing (SAST)." 4(3): 1–8. http://arxiv.org/abs/2004.03216%0Ahttp://dx.doi.org/10.33166/AETiC.2020.03.001.

Macía, Nicolás et al. 2014. "Seguridad En Dispositivos Móviles: Un Enfoque Práctico." *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*: 837. http://hdl.handle.net/10915/43678.

Mburu, Zabron Githongo, Lawrence Nderu, and Mwalili Tobias. 2019. "Review of Digital Identity Management System Models." *International Journal of Technology and Systems* 4(1): 21–33.

Meng, Xianyong et al. 2018. "Secure Mobile IPC Software Development with Vulnerability Detectors in Android Studio." *Proceedings - International Computer Software and Applications Conference* 1: 829–30.

Michclinakis, Foivos et al. 2018. "The Cloud That Runs the Mobile Internet: A Measurement Study of Mobile Cloud Services." *Proceedings - IEEE INFOCOM* 2018-April(Section IV): 1619–27.

Murray, Andrew, Here Christ, and The True Vine. 2019. *Effective Cybersecurity. A Guide to Using Best Practices and Standards*.

OWASP. 2016. "Mobile Security Project Top 10 Mobile."

Posey, Clay, Uzma Raja, Robert E. Crossler, and A. J. Burns. 2017. "Taking Stock of Organisations' Protection of Privacy: Categorising and Assessing Threats to Personally Identifiable Information in the USA." *European Journal of Information Systems* 26(6): 585–604.

Ross, Ron et al. 2019. "NIST Special Publication 800-160 Volume 2 - Developing Cyber Resilient Systems:" *NIST Special Publication* 2: 224. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-160v2%0Ahttps://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-160v2.pdf.

Soto, Mrgaret. 2014. "Legalidad En Appsmóviles : Prácticas y Aspectos Legales a Tener En Cuenta." http://tecnobitt.com/legalidad-en-apps-moviles/.

Veracode. 2017. "State of Software Security 2017." : 1–44.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 08/09/2020
Aceitação/Acceptance: 10/11/2020

Identificación de oportunidades en las competencias de aprendizaje a nivel superior bajo una propuesta de modelo basado en agentes

María del Consuelo Salgado Soto[1], Ismael Plascencia López[1], Esperanza Manrique Rojas[1], Ricardo Rosales Cisneros[1], Hilda Beatriz Ramírez Moreno[1]

csalgado@uabc.edu.mx; ismael@uabc.edu.mx; emanrique@uabc.edu.mx, ricardorosales@uabc.edu.mx; ramirezmb@uabc.edu.mx.

[1] Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, Baja California, México.

Pages: 469-481

Resumen: En este trabajo se presenta la propuesta de un modelo basado en agentes que permita identificar las oportunidades en las competencias de los programas educativos de las instituciones de educación superior; por otra parte, se realiza un análisis bajo la perspectiva de los sistemas complejos y así demostrar la estrecha relación del ecosistema conformado por el entorno laboral y el educativo, también se define los actores principales del modelo: Mercado Laboral, Plan de Estudio, Alumno y Profesor, las interacciones en el modelo para detectar patrones de comportamiento, brindar la oportunidad de fortalecer las debilidades, detectar oportunidades, proponer mejoras, reforzar los conocimientos, contenidos, el proceso educativo y otros factores que intervienen de alguna manera en el incremento o decremento en la competitividad de los futuros profesionistas.

Palabras-clave: Sistema; complejidad; educación superior; mercado laboral; modelo basado en agentes.

Identification of opportunities in higher-level learning competencies under an agent-based model proposal

Abstract: This paper presents the proposal of an agent-based model that allows identifying opportunities in the competencies of the educational programs of higher education institutions; On the other hand, an analysis is carried out from the perspective of complex systems and thus demonstrate the close relationship of the ecosystem made up of the work and educational environment, the main actors of the model are Labor Market, Study Plan, Student and Teacher, the interactions in the model to detect behavior patterns to provide the opportunity to strengthen weaknesses, detect opportunities, propose improvements, reinforce knowledge, content, the educational process and other factors that somehow intervene in the increase or decrease in the competitiveness of future professionals.

Keywords: *System; complexity; higher education; working market; agent-based model.*

1. Introducción

La educación debe permitir al ser humano el logro del desarrollo de competencias, actitudes, conocimientos, alcanzar oportunidades de crecimiento personal y profesional, así como dar respuesta a retos sociales, económicos y ecológicos, además de que juega un rol importante en la sociedad, en el entendimiento que esta última está conformada por gobierno, universidad, empresas y ciudadanía. La educación es responsabilidad de todos, por lo cual es preciso desarrollar mecanismos de relación entre los agentes económicos-sociales y las instituciones responsables de la educación a todos sus niveles (Baena, 1999). Por otra parte, Salgado (2005), comenta que una de las funciones de la educación es la preparación de las futuras generaciones para el desempeño de una actividad en el sector laboral, como la forma más habitual en que los adultos participan en el desarrollo de la sociedad, obteniendo una compensación por ello; Salgado, (2005) también expone que los egresados o futuros profesionistas empiezan a tener problemas para encontrar un trabajo de acuerdo con sus características profesionales, o se ven obligados a emplearse en actividades consideradas normalmente por debajo de sus capacidades y expectativas, aunado a esto la falta de esas capacidades tiene como consecuencia el incremento en los índices de desempleo.

El mercado laboral es un sistema donde surgen nuevas tareas, se dan cambios de prácticas debido a las tecnologías digitales, actividades complementarias o temporales, se implementan las nuevas tecnologías de información, se presenta la automatización en sectores de ese mercado. En el surgimiento de esos cambios es donde las Instituciones de Educación Superior (IES) deben poner atención para establecer las políticas y los mecanismos de adaptación en el proceso de enseñanza aprendizaje para la inserción de las personas en el mercado laboral.

Con un sistema computacional basado en agentes se puede modelar las interacciones individuales para simular el proceso de emergencia de un patrón de comportamiento, como el entorno laboral y escuela. La simulación social de este ecosistema permite representar los procesos de auto-organización y explorar la formación de estructuras a nivel social que emergen de la interacción entre agentes autónomos y heterogéneos para abordar el estudio de fenómenos complejos (Rodríguez, Roggero, y Rodríguez, 2015). Al Entorno Laboral – Escuela es importante definirlo como un sistema abierto debido a la vinculación que tiene en él y cómo mantiene un constante intercambio de información. Los sistemas afectan y son afectados por la realidad inmediata a ellos, pero esta realidad puede ser identificada como el ambiente del sistema. En este trabajo se incluye un análisis desde la teoría de sistemas y la relación con la complejidad para llegar a la propuesta de un modelo basado en agentes que simule un ecosistema artificial que logre identificar las oportunidades en las competencias de aprendizaje en los programas de estudio a nivel superior.

2. Objetivo general

Proponer un simulador social basado en agentes que simule la gestión de la base del conocimiento para identificar oportunidades en las competencias de aprendizaje.

3. Marco referencial

3.1. Sistemas

La Teoría General de Sistemas identifica a los sistemas como un fenómeno que ha invadido a todos los campos de la ciencia, incluso, el pensamiento del ser humano. Esta teoría considera que los sistemas pueden ser socioculturales, biológicos, físicos, tecnológicos, matemáticos, entre otros, y se propone encontrar las propiedades comunes en los sistemas que se presentan en todos los niveles de la realidad, (Von Bertalanffy, 1989).

La realidad de un fenómeno no puede ser abordada separando los componentes para observarlos debido a que se encuentran estrechamente relacionados y, el intentar hacerlo de esa manera no permitiría observar el panorama real del sistema, por lo que se debe poner atención al enfoque que propone Lara-Rosano et al, (2017) para estudiar un sistema. En este enfoque se comenta que se debe emplear un enfoque holístico, transdisciplinario y dinámico para observar y comprender el todo como un conjunto de elementos que están interactuando en una realidad compleja, este enfoque es el sistémico.

Los sistemas se encuentran dentro de un ecosistema que envía información como entradas, y recibe los productos del sistema como salida. Los elementos que los componen son entrada, salida, proceso, ambiente, retroalimentación; a partir de las entradas se realiza la actividad objetivo para generar nueva información, (Cohen & Asín, 2009). El entorno es principalmente el conjunto de variables que definen o controlan determinados aspectos de la ejecución del sistema en general, (IBM, 2015). El límite está dado por la frontera que depende básicamente del objetivo que se pretenda por que a través de él se intercambian datos y material con su medioambiente, (Alegsa, 2018), y por último la salida es el resultado de la actividad, es decir la nueva información que llegará y afectará al entorno.

3.2. Educación superior

La educación es un derecho humano y debe tener un efecto a lo largo de la vida, (UNESCO, 2020) y ser de calidad para dar acceso a oportunidades en los diferentes sectores de la sociedad, también se puede concebir como una meta de transformación y creatividad para la solución de problemas o situaciones de carácter social, ecológico, productivo, tecnológico, ideológico y cultural, de una manera más eficiente y eficaz, según Guerrero y Faro, (2012).

Las Instituciones de Educación Superior se dedican a formar en conocimientos específicos a los jóvenes prospectos a ingresar a un mercado laboral. Estas instituciones tienen como funciones la elaboración y actualización de los programas educativos para que atiendan necesidades emergentes de diferentes entornos que tienen sus características particulares y, también se dedican a la generación y transmisión de conocimiento, ciencia y tecnología a través de la investigación científica que atienda problemas de la sociedad.

3.3. Mercado laboral

El mercado laboral es el espacio donde se da la oferta y demanda de trabajo en un determinado territorio o sector de la sociedad, que está estrechamente vinculado con

la actividad económica, además, impacta en el desarrollo económico y en la sociedad a nivel regional, nacional, e internacional. (Mercado Laboral, 2020).

Este mercado tiene una estrecha relación con las IES, debido a que estas aportan a los profesionistas calificados para cubrir necesidades nuevas o ya existentes. Por otra parte el mercado laboral define, de cierta manera, el camino que deben seguir las IES en relación con la actualización o modificaciones de los planes o contenidos de estudio ofertados.

Así como se ofrece una ocupación exitosa de oportunidades bien remuneradas y con exigencia de ciertas cualidades, en el mercado laboral también se presenta una demanda de puestos donde las funciones desempeñadas tienen un desfase de conocimientos, o quizá puede darse la baja o casi nula coincidencia con las competencias en relación con lo ofertado en las Instituciones de Educación Superior, (Salgado, 2005).

3.4. Sistemas complejos

La complejidad es entender el comportamiento de un fenómeno desde diferentes aspectos o enfoques, igualmente, puede ser concebida como una disciplina que propone abordar y analizar las problemáticas de la realidad de una sociedad y la naturaleza. Es importante señalar que va en aumento en diversas área de conocimiento que a la vez propone el surgimiento de nuevas disciplinas. Pensar en complejidad es observar diferentes fenómenos o sistemas y comportamientos según si la crisis ya está presente y es inminente, o si la crisis aún no ha llegado pero podría llegar a suceder o si trabajamos con crisis incluso aunque jamás lleguen a tener lugar, como lo comenta Maldonado, (2015).

Como ya se mencionó anteriormente, un sistema está compuesto por partes unidas para lograr una meta, pero, para definir un sistema complejo no es tan sencillo debido a que depende de las propiedades del entorno y del fenómeno analizado, de la emergencia y la forma en que se da la retroalimentación y comunicación. En un esfuerzo por conceptualizar los sistemas complejos, Maldonado, (2014) comenta que se caracterizan por una dinámica invariable e impredecible, además de contener varios rasgos; y sobretodo poseer dos propiedades fundamentales: que están estructurados y la complejidad (Moyano, 2017).

4. Metodología

Para llegar a la propuesta del modelo basado en agentes y resolver un problema social complejo para identificación de oportunidades en las competencias de aprendizaje a nivel superior, se analizó la metodología presentada por Lara-Rosano, et al, (2017), la cual considera la intervención de cuatro agentes que son identificado en la primera etapa (ver la figura 1):

- El agente usuario que es el que tiene el problema.
- Los terceros involucrados con la situación.
- El decisor que tiene el poder y los recursos para tomar decisiones.
- El asesor que identifica y sugiere alternativas.

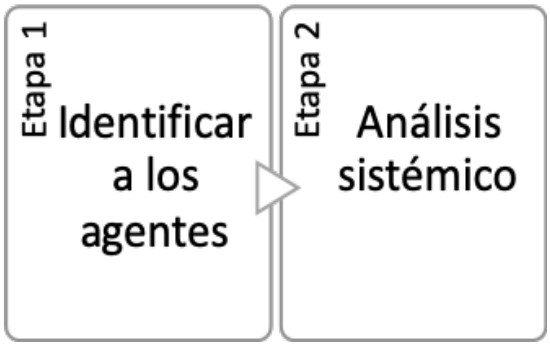


Figura 1 – Metodología para la solución de un problema social complejo. Fuente: Lara-Rosano, et al, (2017). Elaboración propia.

Después de tener identificado a los agentes, la segunda etapa en la metodología para la solución de problemas sociales, contempla la elaboración de un análisis sistémico adecuado, como se puede apreciar en la figura anterior, en esta etapa incluye las siguientes actividades:

1. Definición del usuario, del sistema, de su entorno.
2. Diagnóstico del problema
3. Construcción del modelo conceptual.
4. Planeación de la solución.
5. Implantación y seguimiento de la solución.

Para aplicar esta metodología se tiene que conocer al sistema y su entorno, además de definir un estado deseable donde converge el sistema en base a la dinámica interna, se tiene que identificar las acciones que intervienen para que desde ese punto la misma dinámica del sistema lleve a la solución.

5. Propuesta del modelo

5.1. Identificación de los agentes

En el escenario definido como ambiente laboral-escuela, el modelo propuesto está integrado por los agentes a continuación definidos:

- Mercado Laboral: Representa al sector laboral que se encarga de definir la cantidad, las oportunidades, características y necesidades laborales a cubrir.
- Plan de Estudios: Este agente se encarga de detectar las oportunidades laborales sus respectivas características para cubrirlas en el mercado laboral solicitante y a la vez solicitar las adecuaciones en el plan y para el docente, funge con tres roles de agente: usuario, tercero involucrado, decidor.
- Alumno: Este agente simboliza al estudiante, que tienen diferentes actitudes, habilidades, competencias, además del conocimiento adquirido en el programa educativo. Esta agente también puede ser identificado como agente usuario.

- Docente: Este agente representa al profesor en el entorno educativo, que es responsable de proveer el conocimiento, generar competencias y habilidades en el estudiante, y funge como agente tercero involucrado y agente asesor.

La interacción de estos agentes en el ambiente artificial complejo podría identificar las oportunidades en las competencias de aprendizaje a nivel superior y por consecuencia, lograr una colocación efectiva en el mercado laboral y a su vez atender las demandas y necesidades de este.

5.2. Análisis sistémico

5.2.1. Definición del usuario, del sistema, de su entorno.

En ésta etapa es imperante identificar al alumno como el sujeto que establece la discrepancia existente en una realidad y lo que se desea alcanzar de esa realidad. Por otra parte, se tienen que identificar las disciplinas que están relacionadas con el problema para la situación presentada se consideraron a la Educación, Ciencias Sociales, Economía, Ciencias Computacionales, y a la Innovación Tecnológica para integrar al equipo de trabajo de este proyecto de investigación.

La realidad compleja que da origen al problema esta definida por el sistema Entorno Laboral – Escuela, que a su vez esta caracterizado por las particularidades de las políticas, desarrollo económico, industria, avances en TIC, innovación, educación, sociedad y el mercado laboral de ese entorno activo. Por la parte pasiva de ese entorno, la realidad afectada por el sistema será la educación, sociedad, desarrollo económico y el entorno laboral, como se puede apreciar en la figura 2.

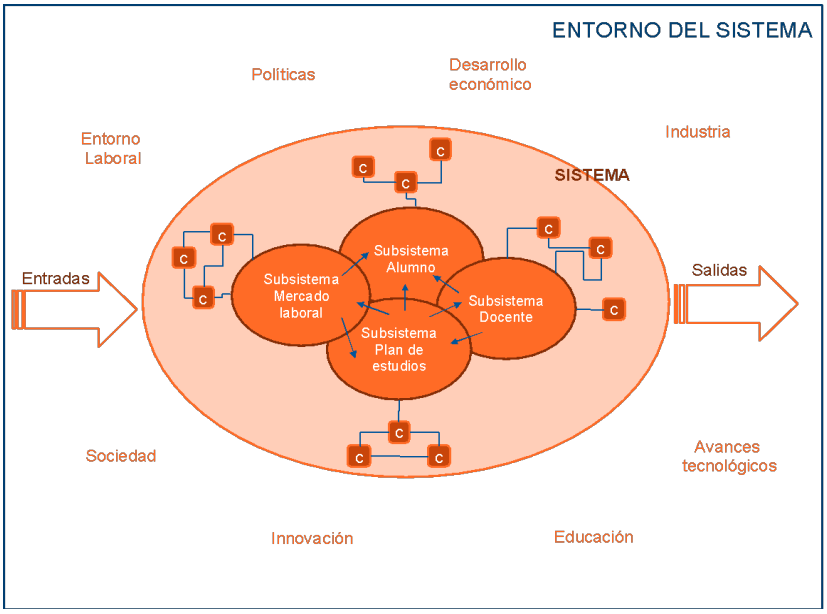


Figura 2 – Representación entorno del sistema. Fuente: Elaboración propia.

En esta figura 2 se puede apreciar a los atractores generados y detectados que provocan el comportamiento dinámico del sistema afectando la realidad, y a su vez afectar la realidad de esos elementos. En la dinámica de este sistema, los subsistemas Mercado Laboral, Alumno, Plan de Estudio y Docente son afectados por los insumos detectados del medio ambiente, y las acciones o cambios que se perciban en cada uno de estos subsistemas afectan a los otros subsistemas así como a toda la realidad que rodea a este sistema en general.

5.2.2. Diagnóstico del problema

La realidad del entorno laboral que se presenta en la actualidad a los futuros profesionistas, es la demanda de una cantidad reducida de puestos de empleo, la falta de conocimiento especializado para cubrir esas posiciones, o las características y competencias profesionales solicitadas de manera específica en las organizaciones.

Esta realidad es en parte dictada por el entorno laboral que se encuentra en una dinámica constante debido a la emergencia y las exigencias del propio ecosistema, así como las carencias de la sociedad, a la globalización, y a los grandes avances tecnológicos. En este mismo ecosistema se encuentra el sector de educación superior que al igual debe atender esas exigencias por medio de profesionales que entiendan la tendencias de la gestión del conocimiento, la adopción de las tecnologías de información en las organizaciones, la innovación, la atención a los problemas sociales, y un amplio conocimiento del desarrollo económico. La pregunta que hay que plantear y responder es ¿Cómo repercute esta realidad en la identificación de oportunidades en las competencias de aprendizaje a nivel superior? ¿La realidad puede se podría moldear para predecir las oportunidades en las competencias de aprendizaje?

5.2.3. Construcción del Modelo Conceptual

El ambiente laboral-educativo que se plantea, para identificar las oportunidades en las competencias de aprendizaje a nivel superior, puede ser entendido como un sistema complejo en el cual se presentan procesos sociales, económicos y ambientales, además de que se da el intercambio de información e ideas que determinan el ambiente, y se orilla a los elementos de esa realidad a desenvolverse en un entorno de competitividad. Este tipo de sistemas propone ciertas particularidades como el tiempo que perdura un proceso, el problema o situación que debe analizarse desde que surgió, la presencia, interacción y organización de un entorno de agentes, surgimiento de propiedades emergentes, así como la presencia de la no linealidad, dinamismo y transformación, comenta Lara-Rosano, gallardo, Almanza (2017).

Para presentar un acercamiento formal a la propuesta a la realidad planteada y la que se desea alcanzar y se logre la identificación de oportunidades en las competencias de aprendizaje a nivel superior, se construye el modelo conceptual a partir de la composición e integración de los subsistemas Mercado Laboral, Alumno, Plan de Estudio y Docente.

Este modelo permite comprender las interconexiones que se dan entre los componentes del entorno descrito con anterioridad y así disminuir las discrepancias existentes de la realidad, (ver figura 3).

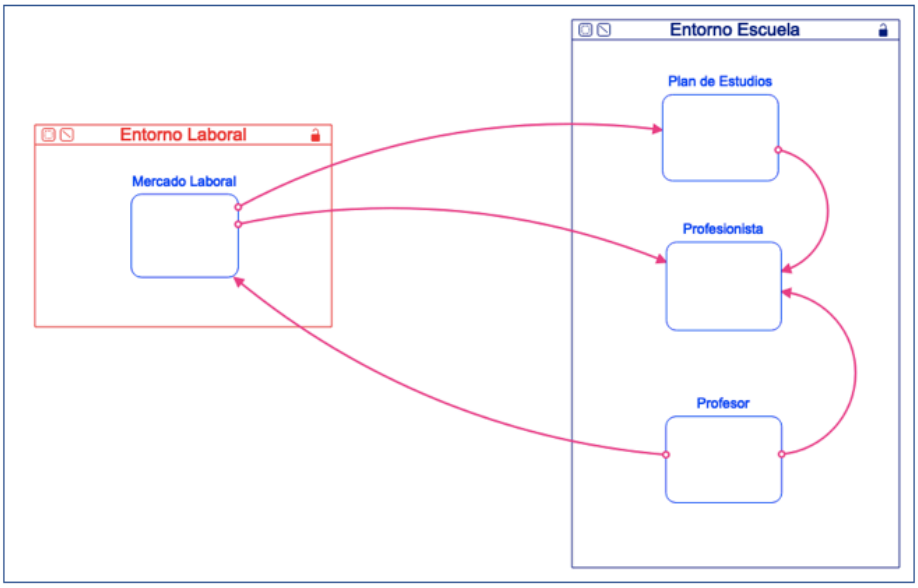


Figura 3 – Modelo conceptual entorno del sistema.
Fuente: Elaboración propia en Stella Architech.

El modelo conceptual entorno del sistema fue elaborado con Stella Architect, es un software para la ciencia e investigación social, también permite crear y simular modelos, analizar el flujo de las acciones y explorar los resultados de sistemas dinámicos y complejos, (Richmond, 2004).

5.2.4. Planeación de la solución

Para atender esta situación se propone la definición un modelo que simule socialmente el comportamiento de los actores principales que permita observar los nuevos comportamientos y los patrones para identificar las oportunidades en las competencias de aprendizaje, aplicar esas mejoras y tomar decisiones en tiempo o detectar situaciones que no se han considerado para la formación profesional e inserción en el mercado laboral de los futuros profesionistas.

En la figura 4, se puede observar como ejemplo del sistema dinámico cuyo comportamiento cambia en el tiempo, al que se le puede aplicar estímulos o entradas, observar las respuestas de cada uno los componentes principales para visualizar como afecta, de manera positiva o negativa, en el comportamiento de la variable principal. El estado del sistema contiene la información relevante a la dinámica del sistema, esta definido por una o más variables de estado y el numero de variables operativas mínimas para enfocar al sistema en toda la dimensión definida apoyar en la identificación de oportunidades en las competencias.

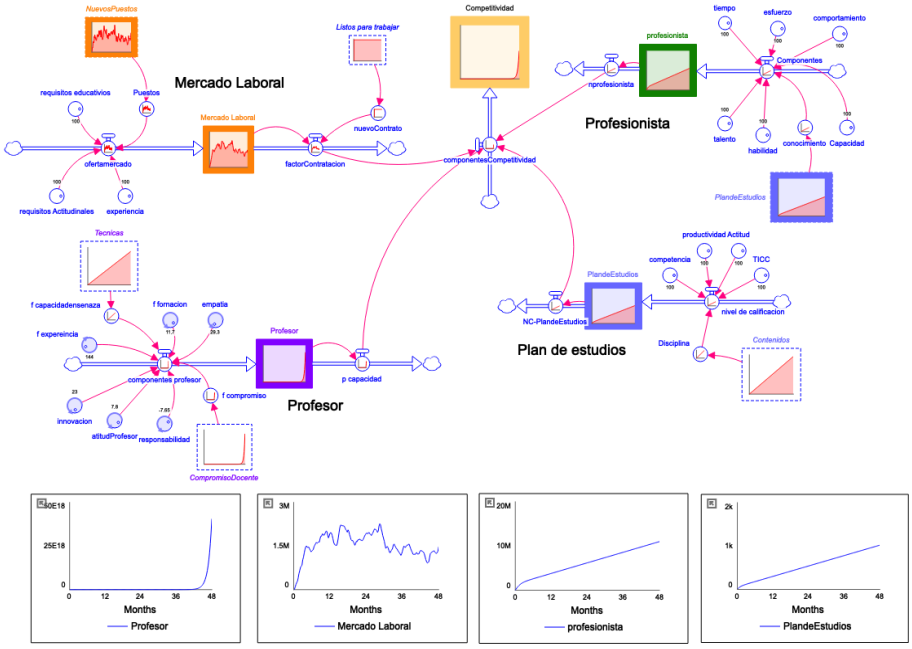


Figura 4 – Simulación social del Sistema Laboral-Escuela.
Fuente: Elaboración propia en Stella Architech.

6. Propuesta: Modelo Basado en Agentes

Los modelos permiten representar de manera artificial una realidad a partir del uso de lenguajes de programación, matemáticos, lógicos o teóricos (Rodríguez y Roggero, 2015).

Para la representación artificial de la propuesta se considera el beneficio de la simulación de modelos basados en agentes (MBA), por las características y ventajas similares al comportamiento de los sistemas complejos. Los MBA son un concepto aplicado en la simulación de acciones y comunicación entre los componentes que permite la combinación y adaptación de diferentes disciplinas, tales como la inteligencia artificial, ingeniería de software, base de datos, sistemas distribuidos así como aplicaciones en diversos campo del conocimiento. Por lo tanto, la combinación de modelar y simular desde el punto de vista de la complejidad permite enfocar la emergencia de propiedades de la interacción entre un número de agentes (Susamata, Ruiz y Arevalo, 2018).

El modelo propuesto es un simulador social dinámico basado en los agentes:

- AgenteMercadoLaboral.
- AgentePlanEstudios.
- AgenteAlumno.
- AgenteProfesor.

El comportamiento a lo largo del tiempo será provocado por las entradas detectadas en todos los factores que rodean al sistema y que son percibidas por ellos. Estas entradas contienen la información relevante a la dinámica del ambiente y en conjunto con las características propias de cada uno de los agentes, se podrían estimar resultados, detectar posibles comportamientos y patrones que al final llevarían a fortalecer las competencias y habilidades del futuro profesionista como parte de su formación, a través de la identificación de las oportunidades para lograr su ingreso de manera exitosa en el mercado laboral.

En la figura 5 se puede apreciar la propuesta del modelo para la identificación de oportunidades en las competencias, la interacción presente y la comunicación a través de peticiones, respuestas a ellas, así como la consulta la base de conocimiento de cada uno de los agentes.

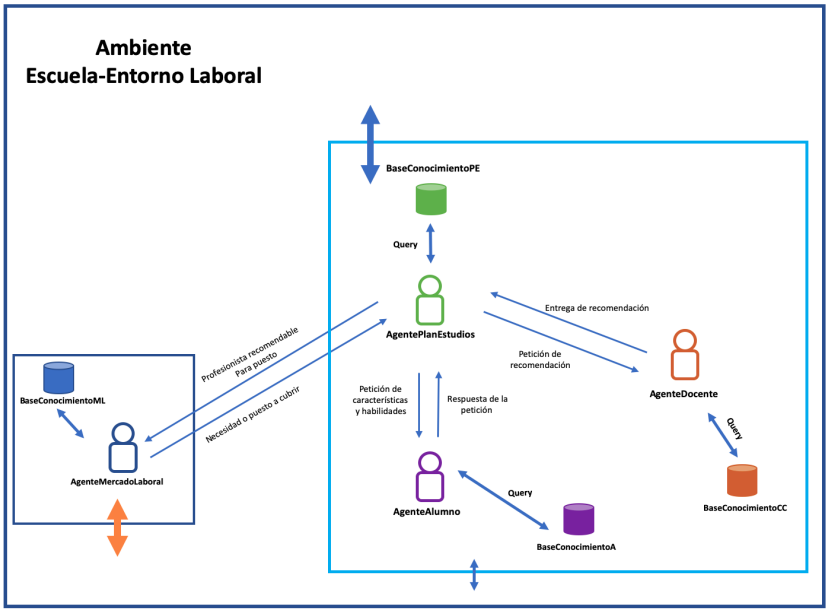


Figura 5 – Representación de la propuesta de modelo basado en agentes del sistema complejo Entorno Laboral – Escuela. Fuente: Elaboración propia.

6.1. Interacción de los agentes

La comunicación y socialización entre los agentes permite la generación de nuevo conocimiento basado en el comportamiento de cada uno, para identificar las oportunidades en las competencias de aprendizaje.

A continuación se describe la interacción que se da entre los agentes en el ambiente artificial propuesto:

1. AgenteMercadoLaboral: Se encarga de emitir la petición para cubrir un puesto de trabajo definiendo las características y habilidades del sustentante.
2. AgentePlanEstudios: Es quien detecta la oportunidad del puesto a cubrir.
3. AgentePlanEstudios: Consulta su base de conocimiento y recibe resultados.
4. AgentePlanEstudios: Realiza una petición al AgenteAlumno y AgenteDocente en base al resultado de la consulta.
5. AgenteAlumno: Busca en la base de conocimiento del estudiante las capacidades y habilidades.
6. AgenteAlumno: Actualiza su base y devuelve la consulta a AgentePlanEstudios.
7. AgenteDocente: Recibe la petición de habilidades, técnicas, experiencia y conocimiento.
8. AgenteDocente: Consulta la base de conocimiento de docente, recibe los resultados, así como las mejores capacidades y técnicas para devolverlas al AgentePlanEstudios.
9. AgenteDocente: Actualiza su base y envía el resultado a AgentePlanEstudios.

Las interacciones de los agentes en esta propuesta de modelo basado en agentes desde la óptica de sistema complejo se verían reflejadas en las propiedades emergentes y resultantes como: resiliencia, homeostasis, equilibrio, diversidad, escalabilidad, evolución, retroalimentación y estabilidad, para identificar las oportunidades en las competencias de aprendizaje.

7. Conclusiones

Las instituciones de educación superior deben estar al día en sus programas educativos, en las acciones para atender las demandas y necesidades emergentes que se pudieran presentar para hacer frente a los fenómenos sociales, económicos, tecnológicos, ambientales.

Desde la perspectiva de la complejidad se puede entender a los sistemas, el comportamiento individual de los entes que lo componen como un todo, las acciones de cada uno de ellos, la forma en que se adaptan a los cambios, la presencia de alguna o todas las propiedades emergentes o resultantes.

Con la simulación computacional se puede representar a una realidad que quizá el cerebro humano no puede captar debido a que ya da por hecho situaciones y no se detienen a analizar detalladamente. Este tipo de simulación permite analizar ecosistemas, subsistemas, componentes, los insumos y salidas, así como los procesos de retroalimentación hacia y dentro del mismo entorno, para establecer, prever patrones y atender escenarios futuros.

La propuesta de este proyecto presentado es llegar a desarrollar un simulador social en el cual se modele la realidad dinámica del Entorno Laboral y el Entorno Educativo siguiendo la transformación del contexto para lograr identificar las oportunidades en las competencias de aprendizaje a nivel superior, utilizando modelos basados en agentes debido a las características comunes que tienen con los sistemas complejos.

8. Trabajos futuros

El trabajo presentado es parte de un proyecto, en el cual todavía se tiene que elaborar una revisión con el equipo de trabajo. Las actividades que siguen son:

- Estudiar el ecosistema para proponer otros subsistemas para diversificar las actividades del sistema.
- Especificar las características de cada uno de los agentes que permita el aprendizaje especializado.
- Formalizar a los agentes en base a sus capacidades.
- Definir las variables de sistemas para almacenar los valores en la base de conocimiento.
- Desarrollar el modelo basado en agentes en un software especializado.

Referencias

Alegsa, L. (2018). Definición de ambiente de un sistema (entorno o contexto). Diccionario de Informática y Tecnología. https://www.alegsa.com.ar/Dic/ambiente_de_un_sistema.php

Baena, M. (1999). El papel de la educación superior en el crecimiento y desarrollo de los países iberoamericanos. Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona [ISSN 1138-9788]. Nº 45 (39), 1 de agosto de 1999. http://www.ub.edu/geocrit/sn-45-39.htm

Cohen, D., & Asín, E. (2009). Tecnologías de información en los negocios. México: McGraw-Hill.

Guerrero, J., Faro, M. (2012). Breve análisis del concepto de Educación Superior. In: Alternativas en Psicología. Tercera Época. Año XVI. Número 27. Agosto-Septiembre.

IBM. (2015). Componentes de subsistemas. Obtenido de IBM Knowledge Center: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw_aix_71/osmanagement/sysressubcom.html

Lara-Rosano, F., Gallardo, A., & Almanza, S. (2017). Teorías, métodos y modelos para la complejidad social. Ciudad de México: COLOFÓN Ediciones Académicas.

Maldonado, C. (2014) ¿Qué es un Sistema Complejo? Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia. 14 (29): 71-93, https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41438646004.

Maldonado, C., (2015). Pensar La Complejidad, Pensar Como Síntesis. [online] Facso.uchile.cl. http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/54/maldonado.html.

Mercado laboral (2020) Definición, qué es y concepto | Economipedia. https://economipedia.com/definiciones/mercado-laboral.html.

Moyano, R. (2017). La investigación académica de la comunicación en América Latina desde la perspectiva de los sistemas complejos. http://revistachasqui.org/index.php/chasqui/article/view/3043/2991

Richmond, B. (2004). An Introduction to system thinking. USA: ISEE Systems.

Rodríguez Zoya, Leonardo G., & Roggero, Pascal, & Rodríguez Zoya, Paula G. (2015). Pensamiento complejo y ciencias de la complejidad. Propuesta para su articulación epistemológica y metodológica. Argumentos, 28(78),187-206.[fecha de Consulta 13 de Septiembre de 2020]. ISSN: 0187-5795. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=595/59541545016Rocha, Á. (2012). Framework for a Global Quality Evaluation of a Website. Online Information Review, 36(3), 374-382. https://www.abc.com

Rodríguez, L., Roggero, P. (2015). Modelos basados en agentes: aportes epistemológicos y teóricos para la investigación social. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales 60(225), 227–261.

Salgado, C. (2005). Empleo y transición profesional en México. Papeles de población, 11(44), 255-285.

Susatama, K., Ruíz, K., Arévalo, L. (2018). Modelación y simulación basada en agentes como alternativa para el estudio de las organizaciones empresariales. https://revistas, ucc.edu.co/index.php/in/article/view/1838.

UNESCO. (2020). El Derecho a la Educación. https://es.unesco.org/themes/derecho-a-educacion.

Von Bertalanffy, L. (1989). Teoría General de los Sistemas. México: Fondo de Cultura Económica.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/10/2020
Aceitação/Acceptance: 03/12/2020

Videojuegos educativos para niñas y niños en educación preescolar utilizando robótica y realidad aumentada

Abel Méndez-Porras[1], Jorge Alfaro-Velasco[2], Rodolfo Rojas-Guzmán[3]

amendez@itcr.ac.cr; joalfaro@itcr.ac.cr; jrodolfo1010@gmail.com

[1] Escuela de Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 21001, San Carlos, Costa Rica

[2] Escuela de Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 21002, San Carlos, Costa Rica

[3] Escuela de Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 21001, San Carlos, Costa Rica

Pages: 482-495

Resumen: Los países en vías de desarrollo posiblemente tienen una mayor dificultad para adaptar la educación STEM en sus guías didácticas educativas. El objetivo del presente trabajo es ayudar a profesores de educación preescolar a fortalecer la educación STEM en las niñas y niños mediante el uso de **un** videojuego en temas de la Guía Didáctica de Educación Pública. Se propone la creación de un videojuego para niñas y niños en educación preescolar utilizando robótica y realidad aumentada. Los objetivos de aprendizaje se obtienen de dos temas de la Guía de Educación Preescolar de Costa Rica. Se ha diseñado un robot y desarrollado una aplicación en realidad aumentada para interactuar con un robot físico y con un robot virtual. Los primeros resultados demuestran que se puede desarrollar videojuegos funcionales empleando estas tecnologías y siguiendo la Guía Didáctica de Educación de Preescolar.

Palabras-clave: preescolar; videojuego, robótica, realidad aumentada

Educational video games for girls and boys in preschool education using robotics and augmented reality

Abstract: Developing countries may experience difficulties incorporating STEM education into their Educational Teaching Guides. The goal of this work is to help preschool teachers to strengthen STEM education in girls and boys through the use of a video game on topics from the public education didactic guide. We propose the creation of a video game for girls and boys in preschool education using robotics and augmented reality. The learning objectives derive from two topics in the Costa Rica preschool education guide. A robot has been designed and an augmented reality application has been developed to interact with a physical robot and with a virtual robot. The first results show that if you can develop functional video games using these technologies and following the educational guide for preschool education.

Keywords: preschool education; video game, robotics, augmented reality.

1. Introducción

La educación STEM (Science – Technology – Engineering – Mathematics, por sus siglas en inglés) propicia la imaginación, la resolución de problemas, el pensamiento crítico y aprendizaje cooperativo. El uso de la robótica, la realidad aumentada y la programación permiten crear experiencias STEM de forma divertida, para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en niñas y niños de edad preescolar.

La educación STEM se ha venido desarrollando en países como Estados Unidos, China, Corea del Sur, Singapur, Japón, Alemania, Francia e Inglaterra con el fin de liderar a nivel mundial la ciencia y tecnología. Por otra parte, los países en vías de desarrollo tienen posiblemente mayor dificultad para adaptar la educación STEM en sus Guiadas Didácticas de Educación.

El objetivo de este trabajo es ayudar a profesores de educación preescolar a fortalecer la educación STEM en las niñas y niños mediante el uso de un videojuego sobre temas de la Guía Didáctica de Educación de Preescolar de Costa Rica. Se han seleccionado dos temas de la Guía Didáctica de Educación, se ha diseñado un robot y se ha desarrollado una aplicación en realidad aumentada. Los primeros resultados demuestran que se pueden desarrollar videojuegos funcionales empleando estas tecnologías y siguiendo la Guía Didáctica de Educación Preescolar.

Este documento está organizado de la siguiente forma: la sección 2 aborda los trabajos relacionados, la sección 3 muestra la propuesta de utilizar de videojuegos educativos para niñas y niños en educación preescolar utilizando robótica y realidad aumentada, la sección 4 direcciona el diseño del robot, la sección 5 describe el desarrollo del videojuego, la sección 6 presenta los resultados obtenidos, la sección 7 analiza la evaluación de la propuesta y la sección 8 recopila las principales conclusiones y trabajo futuro.

2. Trabajos relacionados

Los robots de bajo costo comenzaron a utilizarse en el contexto educativo en proyectos y ferias científicas, así como una forma novedosa y atractiva de representar la tecnología. Aunque estos aspectos se mantienen en la actualidad, con el aumento de la educación STEM/STEAM, así como su preponderancia para abordar los desafíos de la Industria 4.0, se proyecta que el uso de robots en el aula vaya más allá de estas funciones y se conviertan en aliados estratégicos para mejorar la calidad de la educación (Tay et al., 2018).

En (Sullivan & Bers, 2016) se indica que en años recientes hubo un incremento en el énfasis de la Tecnología e Ingeniería de la educación STEAM, en procesos de aprendizaje y formación curricular infantiles. Tradicionalmente, en las aulas se exploran conceptos de ingeniería, manualidades y reciclaje, con el uso de equipos LEGO®. No obstante, los niños conviven en un mundo que fusiona electrónica, mecánica y tecnología. Los sensores se encuentran en consolas de videojuegos, dispensadores de agua y hasta en las luces de los hogares, pero no se enseña necesariamente a los niños sobre estos temas.

La educación STEAM no se dirige exclusivamente a la Industria 4.0, ya que propicia la imaginación, la resolución de problemas, el pensamiento crítico y aprendizaje cooperativo (Barnes et al., 2020, 2019; Chien et al., 2018; Jin et al., 2012), habilidades que impactan positivamente en la vida de los niños y posibilitan la innovación.

La oportunidad de practicar y experimentar valores afectivos como compartir y cuidar, son explorados por Jin et al. (2012). Los investigadores emplearon una variante de la herramienta SiCi (Smart ideas for Creative interplay), para crear campañas de recaudación de fondos. La dinámica integra un tópico o problemática susceptible de resolver o abordar mediante campañas de donación, la utilización de tecnologías (computadoras, sensores, actuadores y programación), el diseño y puesta en marcha de la campaña de recaudación (imagen, eslogan, proceso de difusión) a través de la interacción y trabajo conjunto en el aula.

Paradigmas o enfoques como Robot-theater (teatro con robots) Barnes et al. (2020, 2019); Das et al. (2018); Jeon et al. (2016); Ko et al. (2020) han surgido como medio para resolver las dificultades en relación al interés o compromiso de los estudiantes hacia STEM. Mediante un enfoque educativo multidisciplinario, se utilizan robots para llevar a cabo la representación de una obra de teatro, proporcionando oportunidades para que los niños exploren una variedad de artes y áreas STEM de manera agradable. Además, los principios de este paradigma facilitan la introducción de STEM en poblaciones rurales y/o de bajos recursos económicos.

Otros estudios Chung et al. (2014); Khanlari (2014); Martins et al. (2016); Park et al. (2015) reafirman la importancia de integrar tópicos relacionados con la música y robótica para facilitar la inserción e interés de STEM en las escuelas e inclusive, podrían representar nuevos ejemplos de teorías basadas en Constructivismo.

En términos de Innovación, en Eguchi (2016); Wong et al. (2019) se analiza el aporte de la RoboCupJunior, iniciativa educativa internacional que promueve STEM y el aprendizaje de habilidades desde el 2000. La innovación no puede cultivarse en las prácticas educativas que giran en torno a la memorización de contenidos y en ese sentido, iniciativas como RoboCupJunior favorecen un aprendizaje colaborativo, orientado a la solución de problemas y caracterizado por la creatividad e innovación. Además del aprendizaje basado en Tecnología (Arduino, reconocimiento de imágenes y programación), Electrónica y Robótica, las competiciones educativas reportan impactos positivos en habilidades de comunicación, trabajo en equipo y desarrollo personal.

Sin duda, la educación STEM permitirá desarrollar mejor las competencias de las niñas y niños. Fortalecer la enseñanza-aprendizaje de los contenidos didácticos mediante el uso de la tecnología (robótica y realidad aumentada), permitirá tener más y mejores recursos para que las niñas y niños aprendan mientras se divierten.

3. Propuesta de videojuegos educativos para niñas y niños en educación preescolar utilizando robótica y realidad aumentada

En esta sección se explica la metodología para crear la propuesta videojuegos educativos utilizando robótica y realidad aumenta. Se hace una breve descripción del Programa de Estudio de la Educación Preescolar de Costa Rica, ya que la presente propuesta se fundamenta en dicho programa. Luego, se describen los contenidos didácticos seleccionados para desarrollar los videojuegos educativos.

3.1. Guías didácticas del Ministerio de Educación Pública

El Programa de Estudio de la Educación Preescolar de Costa Rica tiene un enfoque curricular constructivista Garnier Rímolo (2014). En un enfoque constructivista el

proceso de enseñanza-aprendizaje se centra en el estudiante permitiéndole construir sus propios saberes. Además, el docente se convierte en un mediador o facilitador para que el proceso de enseñanza-aprendizaje gire en torno al estudiante. También es importante resaltar que la actividad de enseñanza-aprendizaje se debe dar mediante experiencias novedosas, atractivas, interesantes y sencillas.

El Programa de Estudio de la Educación Preescolar se compone de cuatro unidades denominadas "Conocimiento de sí mismo", "Interacción social y cultural", "Interacción con el medio" y "Comunicación, expresión y representación", que se desarrollan en los dos ciclos del nivel de la Educación Preescolar (Ciclo Materno Infantil: Grupo Interactivo II y Ciclo de Transición). Estas unidades se encuentran correlacionadas entre ellas y con las tres áreas de desarrollo humano (área psicomotriz, área cognitiva y área socioafectiva).

3.2. Selección de contenidos del Programa de Educación Preescolar

Mediante un ciclo de reuniones con una Licenciada en Educación Preescolar en ejercicio de su profesión, se seleccionaron dos contenidos (presentes en el Programa de Educación Preescolar de Costa Rica) a desarrollar mediante videojuegos educativos. A continuación, se describen los contenidos seleccionados:

Alimentación Saludable. El objetivo es que las niñas y niños sean capaces de identificar alimentos saludables, reconocer los beneficios de consumir alimentos saludables y que puedan tomar conciencia de la necesidad de mejorar su propia alimentación de manera saludable.

Reciclaje. El objetivo radica en que las niñas y niños puedan identificar las medidas de conservación y protección del ambiente comunal y aplicar algunas de las estrategias existentes.

Además, en estas sesiones de trabajo se seleccionaron las tecnologías a utilizar para los videojuegos. Ya que el equipo proponente contaba con experiencia en el área de robótica y realidad aumentada, se propuso el uso de estas tecnologías para la implementación de los videojuegos.

3.3. Robot

El equipo de trabajo diseñó y desarrolló un robot para el proyecto. Se aprovechó la experiencia en el desarrollo de robots pequeños que se tenía previamente Mendez-Porras et al. (2019).

3.4. Leyenda de las figuras y tablas

Las tecnologías utilizadas para el desarrollo de este videojuego son las herramientas Unity y Vuforia. Unity es un motor multiplataforma que permite el desarrollo de videojuegos. Vuforia es un kit de desarrollo de software que se utiliza para desarrollar aplicaciones de realidad aumentada, principalmente para dispositivos móviles. La herramienta Vuforia viene integrada en Unity a partir de la versión 2019.

4. Desarrollo del robot

Se diseñó un robot pequeño que permitiera interactuar en espacios reducidos. Los principales componentes del robot son: el chasis diseñado por el equipo de trabajo, un

Arduino, 4 motores Micro Gearmotors, 4 ruedas de hule de 42mm, una batería de litio y 2 matrices LED Adafruit Mini de 8x8.

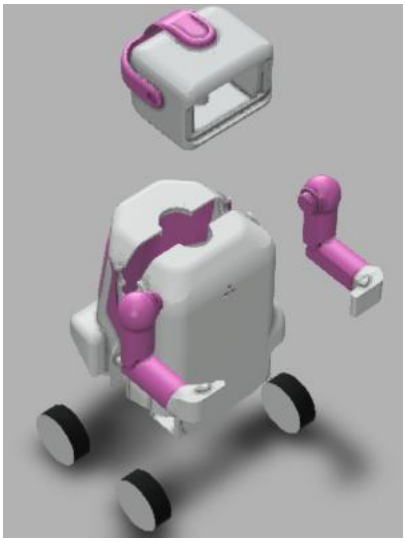


Figura 1 – Diseño del segundo prototipo del robot.

En la Figura 1 se aprecia el diseño del robot. El mismo se imprimió con una impresora 3D. La Figura 2 muestra el prototipo impreso en color blanco, no se había incluido el color rosa. En próximas impresiones se espera incluir ambos colores. Para efecto de las pruebas se ha utilizado pintura de color rosa en algunas partes del robot.

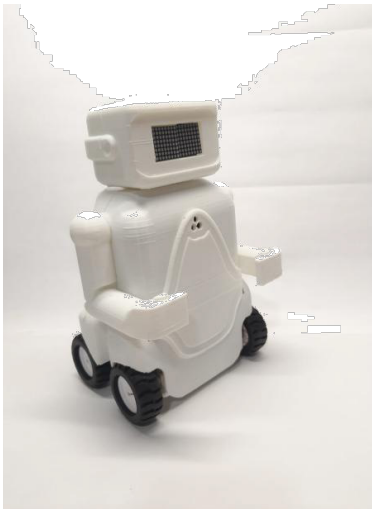


Figura 2 – Prototipo del robot impreso en 3D.

5. Desarrollo del robot

En esta sección se explica en detalle el desarrollo del videojuego utilizando la herramienta Vuforia.

5.1. Escanear Robot

Mediante la herramienta de Vuforia llamada Model Target Generator se creó un objeto (robot) reconocible para Unity a partir de un modelo 3D previamente creado. Esto permite que desde Unity se reconozca el robot como un objeto físico con la capacidad de interactuar con objetos virtuales.

En la figura 3 se muestra la forma de convertir el robot físico a un objeto virtual dentro de Unity mediante la herramienta Model Target Generator.

Figura 3 – Demostración de la creación de un objeto utilizando la aplicación Vuforia Model Target Generator.

5.2. Crear una base de datos en Vuforia y agregar un Image Target

Las bases de datos de Vuforia pueden ser de tres tipos Device, Cloud, VuMark. Device se basa en un almacenamiento local dentro de la aplicación en Unity que funciona de manera gratuita. Por otra parte, Cloud y VuMark son utilizados para almacenar información en la nube y son de pago. Para este videojuego se creó una base de datos de tipo Device con el nombre Objects.

Los Image Target funcionan como marcadores de objetos 3D, para ello, es necesario tenerlos de forma física con la finalidad de reconocer los marcadores dentro del ambiente virtual. Para agregar un Image Target a la base de datos de Vuforia, éste se

agrega como una imagen y Vuforia mediante puntos de referencia reconoce la imagen como un marcador dentro del ambiente virtual de Unity.

En la figura 4 se muestra una imagen siendo reconocida por Vuforia para crear un Image Target. Este Image Target es el objeto que se utiliza desde Unity para colocar objetos virtuales.

Figura 4 – Distribución de puntos de referencia Image Target.

5.3. Lógica de colisión entre objetos

En Unity, para que los objetos pueden colisionar entre sí, se necesita que cada objeto tenga su propio Box Collider. Además, los objetos de Vuforia de tipo Image Target deben tener asociado el componente de Rigibody el cual permite la física de objetos dentro de Unity. Para conocer si un objeto colisiona con otro, se utiliza un método de Unity llamado OnTriggerEnter (Collider other).

5.4. Colocar un objeto virtual sobre el robot

Una vez obtenido el Model Target del robot con la aplicación Vuforia Model Target Generator, lo que procede es colocar un objeto 3D como hijo del Model Target y ajustar el tamaño del objeto 3D con el Model Target para que coincidan. Cabe destacar que, el objeto hijo es quién colisiona con los demás objetos de Unity debido a que es un objeto virtual.

5.5. Comunicación del robot con la aplicación

La comunicación del robot con la aplicación en Unity se realiza mediante Bluetooth. Para que sea posible, tanto la conexión entre dispositivos como el envío y respuesta de datos de las dos partes, se utiliza un asset de pago llamado Arduino Bluetooth Plugin

https://assetstore.unity.com/packages/ tools/input-management/arduino-bluetooth-plugin-98960. Una vez instalado este asset en el proyecto de Unity, se pueden utilizar los métodos ya creados dentro de un script específico. En este script se realizan las verificaciones de conexión de dispositivos y con los botones previamente creados y la función On Click(), se envía el caracter correspondiente al movimiento deseado.

5.6. Robot virtual únicamente

Este videojuego tiene la posibilidad de poder jugar sin la necesidad de tener el robot físico, para ello se utiliza el objeto 3D como un GameObject. Sin embargo, la forma de mover el robot es diferente, para este caso, se utiliza un Asset llamado Lean Touch, que se puede encontrar en Unity Asset Store de forma gratuita. Lean Touch permite realizar funciones como trasladar y rotar objetos de forma táctil. El script utilizado para que el robot virtual se traslade alrededor de la pantalla se llama Lean Drag Translate.

6. Resultados

En esta sección se analizan los principales resultados obtenidos en el desarrollo del videojuego.

6.1. Lógica de alimentación saludable

El juego de alimentación saludable consiste en que la niña o el niño a través del robot, identifica los alimentos saludables y no saludables. Para llevar a cabo esta actividad, el robot colisiona con los diferentes objetos 3D, aumentando o disminuyendo la puntuación dependiendo del tipo de objeto (saludable o no saludable). El objetivo principal de cada uno de los niveles consiste en distinguir frutas, verduras, proteínas y carbohidratos, de aquellos alimentos no saludables.

Este juego consta de tres niveles:

- Nivel 1. el objetivo es identificar frutas y verduras. En la figura 5 se puede apreciar el entorno de juego para este nivel.
- Nivel 2. el objetivo es identificar carbohidratos. La figura 6 muestra el entorno de juego correspondiente a este nivel.
- Nivel 3. el objetivo es identificar proteínas. La figura 7 presenta parte del entorno de juego para el nivel.

6.2. Lógica de reciclaje

El juego de reciclaje se basa en que la niña o el niño a mediante el robot recoge material reciclable de diferentes tipos y los deposita en los contenedores correspondientes, según los colores ya establecidos en Costa Rica. Si lo deposita en el lugar correcto aumenta puntos, de lo contrario disminuyen.

Este juego consta de tres niveles:

- Nivel 1. el objetivo es recoger material plástico y aluminio para colocarlo en el recipiente correspondiente. En la figura 8 se puede apreciar el entorno para este nivel.

- Nivel 2. el objetivo es recoger material de tipo Tetrapak y orgánico para colocarlo en el recipiente correspondiente. En la figura 9 se puede apreciar el entorno de juego que corresponde a este nivel.
- Nivel 3. el objetivo es recoger material de todos los tipos para colocarlo en el recipiente correspondiente. En la figura 10 se muestra un detalle del entorno de juego el nivel.

Se cuenta con un sistema de puntaje y de vidas. Para el puntaje se suma 100 monedas cuando se realiza una acción correcta y se le restan 70 cuando se hace una acción incorrecta. Para restar vidas, cada dos fallos, se resta al usuario una vida, esto con la finalidad de que, por el momento, el puntaje y las vidas son acumulativas para un juego específico. Al final del nivel, se aplica una fórmula para calificar el nivel de estrellas, la cual es: puntajeObtenido + (cantidadVidas x 50). Si el puntaje es menor a 300 se le asigna 1 estrella, si el puntaje está en 300 y 600 2 estrellas y si el puntaje es mayor a 600, se le asigna 3 estrellas.

Los sonidos se obtuvieron de la página https://freesound.org. Son utilizados para la música del menú principal si el robot colisiona con objetos 3D y cuando algo es correcto o incorrecto. La figura 11 muestra una pantalla de la puntuación y la figura 12 muestra la pantalla principal del videojuego.

Figura 5 – Nivel 1: frutas y verduras

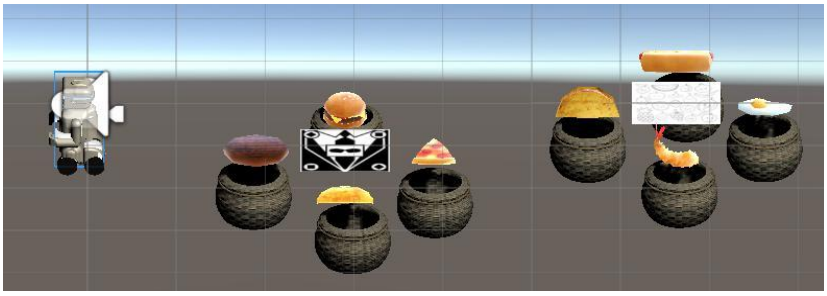


Figura 6 – Nivel 2: carbohidratos.

Figura 7 – Nivel 3: proteínas

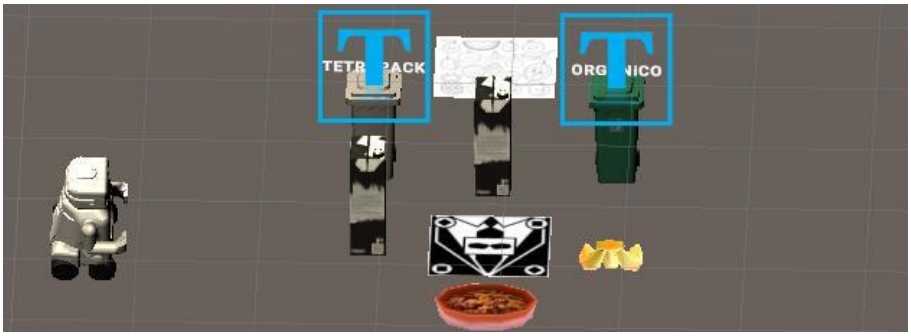


Figura 8 – Nivel 1: plástico y aluminio.

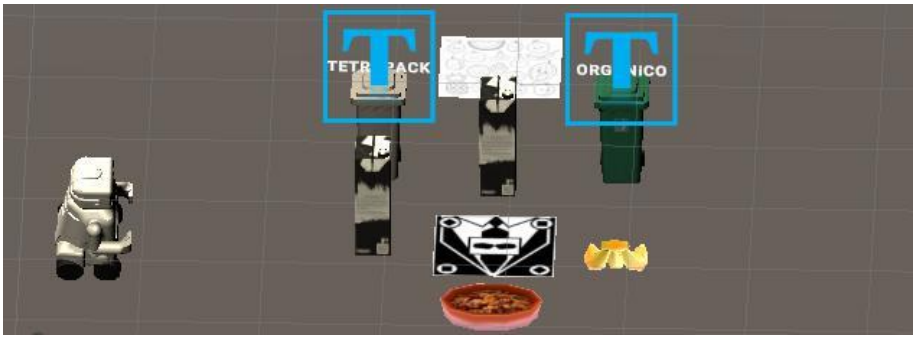


Figura 9 – Nivel 2: Tetrapak y orgánico.

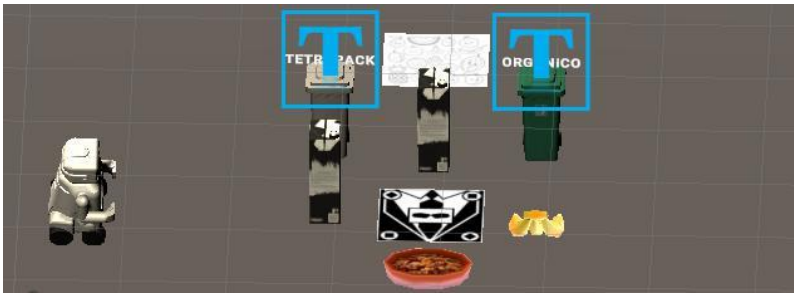


Figura 10 – Nivel 3: material reutilizable de todos los tipos.

Figura 11 – Sistema de puntación.

Figura 12 – Menú principal.

7. Evaluación

La tabla 1 muestra la evaluación de funcionalidad que se realizó al videojuego, tanto para el tema de alimentación saludable como para el tema de reciclaje. Los resultados fueron satisfactorios. Sin embargo, aún existen temas de diseño gráfico a mejorar, tanto para la parte de software como de hardware. En el siguiente enlace se puede apreciar un video de algunas de las funcionalidades del videojuego en el tema de reciclaje.

(https://drive.google.com/file/d/13SyF3zw1nhsIALYwRbKPgJoiv791FrUH/view?usp=sharing).

Acción	Estado	Comentario
Nivel 1. Seleccionar frutas y verduras	Completado	Se realizó una prueba 3 minutos a este nivel, seleccionando de forma aleatoria las diferentes frutas y verduras, alimentos saludables y no saludables. El funcionamiento fue el esperado.
Nivel 2. Seleccionar carbohidratos	Completado	Se realizó una prueba 3 minutos, seleccionando aleatoriamente alimentos de tipo carbohidratos, alimentos saludables y no saludables. El funcionamiento fue el esperado.
Nivel 3. Seleccionar proteínas	Completado	Se realizó una prueba 3 minutos a este nivel seleccionando de forma aleatoria las proteínas, alimentos saludables y no saludables. El funcionamiento fue el esperado.
Nivel 1. Recoger plástico y aluminio.	Completado	Se realizó una prueba 3 minutos a este nivel recogiendo de forma aleatoria los materiales de tipo plástico y aluminio. Recogiendo los materiales, colocándolos en el recipiente correspondiente. El funcionamiento fue el esperado.
Nivel 2. Recoger Tetrapak y material orgánico.	Completado	Se realizó una prueba 3 minutos a este nivel recogiendo de forma aleatoria los materiales de tipo Tetrapak y material orgánico. Recogiendo los materiales, colocándolos en el recipiente correspondiente y el funcionamiento fue el esperado.
Nivel 3. Recoger todo tipo de material.	Completado	Se realizó una prueba 3 minutos a este nivel recogiendo de forma aleatoria los materiales de diferentes tipos. Recogiendo los materiales y colocándolos en el recipiente correspondiente. El funcionamiento fue el esperado.

Tabla 1 – Evaluación de las acciones que realiza el robot

8. Conclusiones y Trabajo Futuro

Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje contenga una experiencia de juego, el docente debe proporcionar un tema de estudio anticipado (preparar el contenido y el objetivo de aprendizaje). Luego, invitar a los estudiantes a jugar (sin decir que es un juego educativo). Por último, invitar a los estudiantes a trabajar en un proyecto colaborativo o realizar una conversación sobre lo que aprendieron de la experiencia. El contexto del aprendizaje es fundamental y una conversación o proyecto después de finalizar el juego ayuda a comprender mejor lo estudiado.

Deben unirse tres componentes: contexto del aprendizaje, la experiencia de juego y la discusión o proyecto posterior al juego. Estos tres elementos darán como resultado una experiencia completa de aprendizaje.

Los juegos educativos deben incorporar intencionalmente un problema o varios a resolver, un propósito de aprendizaje y las reglas para jugar. En este videojuego se han definido los dos problemas a incorporar (la alimentación saludable y el reciclaje), también se ha definido el propósito de aprendizaje (que las niñas y los niños sean capaces de identificar alimentos saludables y a organizar material reciclable) y también las reglas (escoger los alimentos saludables o depositar el material reciclable en el recipiente correcto permiten ganar puntos y vidas).

Para que un juego educativo sea utilizado muchas veces, debe contar al menos con tres elementos: 1) una acción, una respuesta y el resultado, 2) incorporar un objetivo por alcanzar y 3) incorporar niveles de dificultad que permitan alcanzar el objetivo. En este videojuego se han incorporado estos tres elementos. Sin embargo, aún está pendiente la evaluación con niñas y niños para analizar los resultados.

En el futuro se espera agregar propiedades al videojuego para que los usuarios puedan personalizar el robot (seleccionar diferentes formas y objetos para el robot, cambiarle el color al robot, seleccionar la música de fondo). También agregar una base de datos para llevar el registro e historial de los usuarios. Además, mejorar la apariencia física del robot e imprimirlo en una mejor calidad.

Se espera mejorar o agregar más objetos para hacer más rico el espacio de juego. La funcionalidad de las matrices LED de los ojos aún está pendiente de incluir y aprovechar para una mejor experiencia de juego.

Un tema pendiente es la evaluación de usabilidad con niñas y niñas. Debido a la emergencia mundial por el COVID-19, aún no se ha podido realizar. Se espera que pronto se tenga la posibilidad de realizar estas pruebas.

Referencias

Barnes, J., Fakhrhosseini, S., Vasey, E., Park, C., & Jeon, M. (2020). Child-robot theater: Engaging elementary students in informal steam education using robots. *IEEE Pervasive Computing*, *19(1)*, 22-31. https://doi.org/10.1109/MPRV.2019.2940181

Barnes, J., Vasey, E., Jeon, M., Maryam FakhrHosseini, S., & Park, C. (2019). Informal steam education case study: Child-robot musical theater. https://doi.org/10.1145/3290607.3312890

Chien, Y.-H., Chang, Y.-S., Hsiao, H.-S., & Lin, K.-Y. (2018). Steam-oriented robot insect design curriculum for k-12 *students*. *In (p. 1-4)*. https://doi.org/10.1109/WEEF.2017.8466970

Chung, C., Cartwright, C., & Chung, C. (2014). Robot music camp 2013: An experiment to promote stem and computer science. https://doi.org/10.1109/ISECon.2014.6891012

Das, A., Doelling, K., Sevil, H., & Greer, J. (2018). Robot theatre to boost excitement, engagement, and expression (e3) of STEM. *In (Vol. 1, p. 76-81)*.

Eguchi, A. (2016). Robocupjunior for promoting stem education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems, 75*, 692-699. https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.05.013

Garnier R molo, L. (2014). Programa de estudio educación preescolar. Ministerio de Educación Pública, San José, Costa Rica.

Jeon, M., Fakhrhosseini, M., Barnes, J., Duford, Z., Zhang, R., Ryan, J., & Vasey, E. (2016). Making live theatre with multiple robots as actors: Bringing robots to rural schools to promote steam education for underserved students. *In (Vol. 2016-April, p. 445-446)*. https://doi.org/10.1109/HRI.2016.7451798

Jin, Y.-G., Chong, L., & Cho, H.-K. (2012). Designing a robotics-enhanced learning content for steam education. In (p.433-436). https://doi.org/10.1109/URAI.2012.6463032

Khanlari, A. (2014). E ects of educational robots on learning stem and on students' attitude toward stem. *In (p. 62-66)*. https://doi.org/10.1109/ ICEED.2013.6908304

Ko, S., Swaim, H., Sanghavi, H., Dong, J., Nadri, C., & Jeon, M. (2020). Robot-theater programs for different age groups to promote steam education and robotics research. *In (p. 299-301)*. https://doi.org/10.1145/3371382.3378353

Martins, F., Gomes, I., & Santos, C. (2016). Junior soccer simulation: Providing all primary and secondary students access to educational robotics. *In (p. 61-66)*. https://doi.org/10.1109/LARS-SBR.2015.16

Mendez-Porras, A., Alfaro-Velasco, J., Cardinale-Villalobos, L., & Esquivel-Sancho, L. M. (2019). A robotic assistant using speech recognition to create appointments and provide reminders. *2019 IV Jornadas Costarricenses de Investigacion en Computacion e Informatica (JOCICI) (p. 1-6)*.

Park, I., Kim, D., Oh, J., Jang, Y., & Lim, K. (2015). Learning effects of pedagogical robots with programming in elementary school environments in Korea. *Indian Journal of Science and Technology, 8(26)*. https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i26/80723

Sullivan, A., & Bers, M. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education, 26 (1), 3-20*. https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5

Tay, T., Lim, Z., & Chua, Y. (2018). Utilizing autonomous mobile robot to increase interest in stem. *In (Vol. 2018-January, p. 161-165)*. https://doi.org/10.1109/ ICSITech.2017.8257103

Wong, A., Jeffery, R., Turner, P., Sleap, S., & Chalup, S. (2019). Robocup junior in the hunter region: Driving the future of robotic stem education. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 11374 LNAI, 362-373*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27544-0_30

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: xx/10/2020
Aceitação/Acceptance: xx/12/2020

Control de Velocidad de Motor de Inducción con Observador Difuso y Controlador Neuronal

Samuel Bustos[1,2], Evelin Banchon[3], José Ramírez[4], José Sanchez[2], Walter Orozco[1,2], Ivan Sanchez[1,2], Freddy Villao[1,2], Andres Villao[1,2]

ing.samuelbustos@yahoo.com; evelinbanchon@yahoo.es; josercastro@hotmail.es; jose_sa28@hotmail.com; worozco@upse.edu.ec; fvillao@upse.edu.ec; avillao@upse.edu.ec

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador

[2] CIST – Centro de Investigación en Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador

[3] Instituto Superior Tecnológico "Centro Tecnológico Naval"

[4] CELEC EP Santa Elena

Pages: 496-505

Resumen: En este artículo se realiza el control de velocidad de los motores de inducción, utilizando Lógica Difusa como observador de estados y las Redes Neuronales Artificiales como controladores, empleando los modelos matemáticos no lineales de los motores como plantas complejas. El controlador neuronal diseñado se encuentra en el espacio de las redes neuronales artificiales del tipo perceptrón multicapa, con una capa de entrada, una escondida y una de salida. El observador difuso utilizado es de tipo Takagi y Sugeno, se considera el universo discurso en función de la varianza del ruido de la potencia del encoder, la función de pertinencia elegida es triangular con consecuentes del tipo ecuaciones diferenciales lineales, la estrategia de observación filtrada se lleva a cabo con una ley ponderada normada adaptativa. Los resultados obtenidos in silico permiten observar que la información recogida desde un encoder óptico ruidoso, empleando un estimador difuso adaptativo, disminuye la amplitud de la componente de señal ruidosa a la salida del sistema de control neuronal de velocidad.

Palabras-clave: DTC, Controlador de Red Neuronal, Observador Takagi-Sugeno.

Speed Control of Induction Motor with Fuzzy Observer and Neural Controller

Abstract: In this article the intelligent control of the induction motors is realized, using the Fuzzy Logic as state observer and the Artificial Neural Networks as controllers using nonlinear mathematical models of the motors as complex plants. The neural controller designed is in the space of artificial neural networks of the multi-layer perceptron type, with an input layer, a hidden layer and an output layer, The diffuse observer used is of the Takagi and Sugeno type, the discourse universe is considered as a function of the variance of the noise of the encoder

power, the chosen relevance function is triangular with consequent of the linear differential equations type, the filtered observation strategy is carried out with a normalized weighted law adaptive. The results obtained in silico allow to observe that the information collected from a noisy optical encoder using an adaptive fuzzy estimator decreases the amplitude of the noisy signal component at the output of the speed neuronal control system.

Keywords: DTC, neural network controller, Takagi-Sugeno observer.

1. Introducción

La complejidad y variedad del control de los sistemas no lineales, tales como los motores de inducción y en particular los motores de inducción de jaula de ardilla, provoca que no exista una metodología única que permita resolver los problemas de identificación y de control de estos motores (Chapman, 2012) (Mohan, 2003) (Lyshevski, 1999).

La estrategia de control vectorial Control Directo del Par (DTC por sus siglas en inglés) surgió en 1986 propuesta por Takahashi y Noguchi. Su aceptación se debe a que es mucho más simple y robusta que la anterior llamada de control por orientación del campo (FOC).

En (Rai, D., Sharma, S. and Bhuria, V., 2012) se presenta un control de velocidad avanzado e inteligente basado en la técnica de la lógica difusa para lograr el par máximo y eficiencia. Un controlador difuso del tipo Mamdani se aplica al modelo del motor de inducción a lazo cerrado se emplea el método escalar de control de velocidad, el artículo de Mihai (Lyshevski, 1999), presenta algunos aspectos de diseño referentes la aplicación de un controlador neuro-difuso para el lazo de velocidad de un sistema de accionamiento eléctrico de motor de inducción y una estrategia de control directo del par. El enfoque se hace comparando con una estructura de control similar basado en el Control por orientación del campo. Los resultados demuestran que incluso una estructura muy simple para el controlador difuso (una entrada – una salida) es capaz de garantizar un buen comportamiento del sistema, el tema central de Control Vectorial (VC) es desacoplar la corriente del estator del motor de inducción en dos componentes ortogonales y controlar estas dos componentes individualmente a fin de lograr una independencia del control de flujo y del par del motor de inducción. En el artículo de Malla and Rao Malla (Malla, S. G. and Rao Malla), se realiza el modelado de un accionamiento eléctrico motor de inducción empleando el Control Directo del Par con la aplicación difusa

Aunque los controladores convencionales en los accionamientos eléctricos han mostrado buenos resultados, todavía necesitan ser afinados para obtener resultados óptimos. Los recientes sistemas de control propuestos utilizan controladores de lógica difusa (FLC) para mejorar el rendimiento de los accionamientos eléctricos de motor de inducción.

El motor de inducción es, sin duda, el motor eléctrico más utilizado debido a sus características únicas. La mayoría de sus aplicaciones necesitan un sistema de control de velocidad inteligente y de accionamiento rápido, es por esto que se realiza esta investigación con el fin de aportar soluciones en el campo del control inteligente.

Este artículo se desarrolla como sigue: en (II) se exponen brevemente los materiales y método. En (III) se dan los resultados por simulación del sistema completo y la

comparación con el accionamiento de control de velocidad con controlador proporcional. Siguen las conclusiones y el trabajo futuro a desarrollar por los autores.

2. Materiales y Métodos

Para controlar la velocidad del motor de inducción, se utilizó un controlador neuronal con observador difuso Takagi Sugeno para esto se estableció el siguiente procedimiento: se diseñó el controlador neuronal, el observador difuso, para este diseño se utilizó la herramienta de Matlab – Simulink.

2.1. Diseño del controlador neuronal para el motor de inducción

El controlador neuronal a diseñar se busca en el espacio de las redes neuronales artificiales del tipo perceptrón multicapa, con una capa de entrada, una escondida y una de salida. Se selecciona esta configuración considerando las observaciones de simplicidad dadas en [Isasi y Galván, 2004], la capa de salida tiene una sola neurona ya que la salida es solo el control. En la capa de entrada se han introducido solo tres valores: el error actual y dos pasados; e(t),e(t-1),e(t-2), y han demostrado ser suficientes para un buen comportamiento de la red. En la capa escondida se prefirió una neurona por proporcionar una programación simple y prácticamente una ejecución muy corta. Finalmente las funciones de activación son del tipo tangente hiperbólica para la capa escondida y lineal para la de salida, lo que permite considerar los signos negativo y positivo de la señal de control.

La inteligencia de la red está en los valores de los pesos los cuales fueron ajustados observando los datos de las prestaciones del controlador proporcional. La red neuronal seleccionada tiene la forma mostrada en la figura 1. (Isasi Vinuella. P. y Galván León, I.M., 2004).

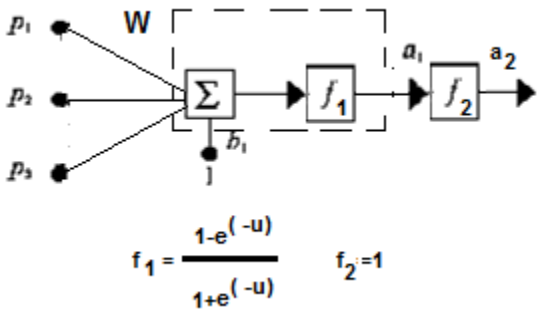


Figura 1 – Estructura de la red neuronal empleada como controlador

2.2. Diseño del observador Takagi-Sugeno

El observador de estado difuso se diseña considerando diferentes monografías de diseño de observadores con lógica difusa, entre las cuales se mencionan (Takagi, Sugeno, 1985), (Passino, K. M. and Yurkovich, 1997) y se busca en el campo de los observadores

difusos modelados según Takagi y Sugeno. Esto implica determinar el universo discurso para los antecedentes y las funciones de los consecuentes. Varios experimentos in sílico realizados por los autores de este trabajo demostraron que al emplear un bloque Band-Limited White Noise programando el campo potencia de ruido (Power Noise) a diferentes valores (0.1, 0.01 y 0.001) con periodo de muestreo 0.01 y alimentando un bloque de cálculo de RMS con la suma del ruido blanco limitado y la velocidad del motor se constató que el valor RMS depende de la potencia de ruido programada. Esta dependencia es la usada en la adaptación del observador-filtro de Takagi Sugeno de manera tal que se definió un universo discurso para la variable z que va desde cero hasta 16 rad/s. La descripción lingüística del universo permite dividir el universo de discurso de la variable lingüística z en tres partes, a saber: BPg, BPm y BPp que aluden a BP-banda de paso, g-grande, m-media y p-pequeña. La función de pertenencia elegida es la triangular y ellas se muestran en la figura 2.

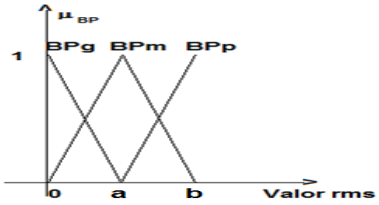


Figura 2 – Funciones de pertenencia escogidas

Se diseñó el filtro adaptativo difuso en programación orientada a bloques de Simulink de MATLAB® Simulink proporciona un bloque denominado Fuzzy Logic Controller el cual se vincula con el editor FIS para el diseño de las funciones de pertenencia para cada variable de entrada y de salida del controlador difuso de Mandani. Sin embargo este Editor FIS solo proporciona dos funciones para el consecuente de Takagi-Sugeno: constante y lineal, y no proporciona consecuentes del tipo ecuaciones diferenciales lo que obliga al investigador a hacer su propia base de reglas, consecuentes y motor de inferencia. Las ecuaciones desde la (4) a la (10), se desarrollan empleando los bloques de Simulink Gain, Sum, Product y el bloque integrador. Sin embargo será necesario crear un bloque que calcule los valores de las funciones de pertenencia $\boldsymbol{\mu_{BP}}$ y $\boldsymbol{h}$.

El valor representativo de la varianza del ruido está dado por la variable z y el valor de la velocidad del motor dado por la variable v, entonces la base de reglas del filtro candidato difuso de Takagi-Sugeno es:

$$R_1$$

$$Si\ z_1\ es\ BPg\ entonces\ \dot{x}^1(t) = A_1 x(t) + B_1 v(t) \tag{1}$$

$$R_2$$

$$Si\ z_1\ es\ BPm\ entonces\ \dot{x}^2(t) = A_2x(t) + B_2v(t) \tag{2}$$

$$R_3$$

$$Si\ z_1\ es\ BPp\ entonces\ \dot{x}^3(t) = A_3x(t) + B_3v(t) \tag{3}$$

Como se observa en las ecuaciones anteriores, para cualquier valor de z en el universo discurso se tendrán activadas dos reglas, por ejemplo para un valor de $z \in [0\ a] z \in [0\ a]$ los valores de pertenencia de los antecedentes pueden ser descritos como sigue:

$$\dot{\boldsymbol{x}}(\boldsymbol{t}) = \frac{\mu_{BPg}(z(t))[A_1x(t)+B_1u(t)]+\mu_{BPm}(z(t))[A_2x(t)+B_2u(t)]}{\mu_{BPg}(z(t))+\mu_{BPm}(z(t))} \tag{4}$$

$$\boldsymbol{y} = \frac{\mu_{BPg}(z(t))[C_1x(t)]+\mu_{BPm}(z(t))[C_2x(t)]}{\mu_{BPg}(z(t))+\mu_{BPm}(z(t))} \tag{5}$$

Para un valor de $\boldsymbol{z} \in [a\ b]$ los valores de pertenencia de los antecedentes pueden ser descritos como sigue:

$$\dot{\boldsymbol{x}}(\boldsymbol{t}) = \frac{\mu_{BPm}(z(t))[A_2x(t)+B_2u(t)]+\mu_{BPp}(z(t))[A_3x(t)+B_3u(t)]}{\mu_{BPg}(z(t))+\mu_{BPp}(z(t))} \tag{6}$$

$$\boldsymbol{y} = \frac{\mu_{BPm}(z(t))[C_2x(t)]+\mu_{BPp}(z(t))[C_3x(t)]}{\mu_{BPg}(z(t))+\mu_{BPp}(z(t))} \tag{7}$$

Los valores de los coeficientes h1, h2 y h3 se dan a continuación.

$$\boldsymbol{h_1} = \frac{\mu_{BPg}}{\mu_{BPg}(z(t))+\mu_{BPm}(z(t))+\mu_{BPp}(z(t))} \tag{8}$$

$$\boldsymbol{h_2} = \frac{\mu_{BPm}}{\mu_{BPg}(z(t))+\mu_{BPm}(z(t))+\mu_{BPp}(z(t))} \tag{9}$$

$$\boldsymbol{h_3} = \frac{\mu_{BPp}}{\mu_{BPg}(z(t))+\mu_{BPm}(z(t))+\mu_{BPp}(z(t))} \tag{10}$$

Así, la estrategia de observación filtrada se lleva acabo con una ley ponderada normada adaptativa. La adaptación está gobernada por el valor de la variable z.

Finalmente el valor z no es más que el valor medio cuadrático el cual varía según el valor de la potencia del ruido de medición.

Las expresiones de la (4) a la (10) se resumen en la figura 3

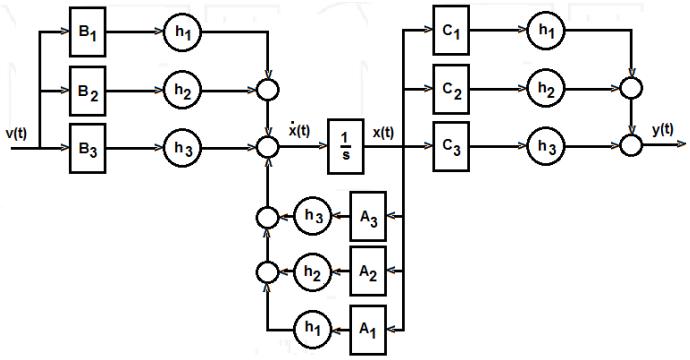


Figura 3 – Desarrollo en bloques del formalismo Takagi-Sugeno

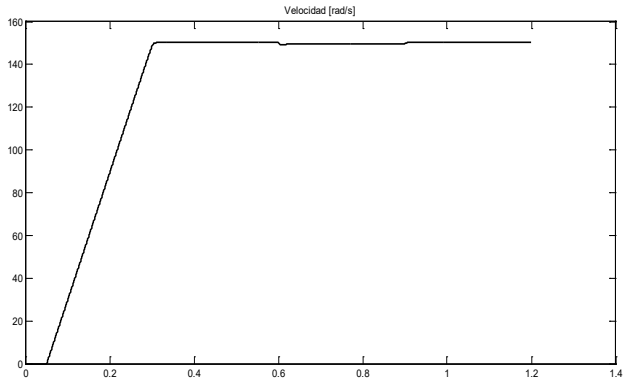
3. Resultados del control neuronal con observador difuso

El control proporcional de velocidad dado por Rahman Kashif, S. A. Direct Torque Control of an Induction Motor tomado de la página web de Mathworks, presenta problemas ante perturbaciones en la carga, el control neuronal tomando la información desde un encoder óptico ruidoso y empleando un estimador difuso adaptativo, permite disminuir la amplitud de la componente de señal ruidosa a la salida del sistema de control de velocidad.

3.1. Resultados de la simulación del control de la velocidad con controlador proporcional

Para la simulación del control de velocidad del motor de inducción considerando perturbaciones en la carga del tipo variaciones bruscas sistemáticas como se indica en la figura 4, se observa la influencia de la perturbación en el comportamiento del control proporcional de la velocidad como una disminución de su valor en el intervalo de 0.6 a 1 segundo.

a)



b)

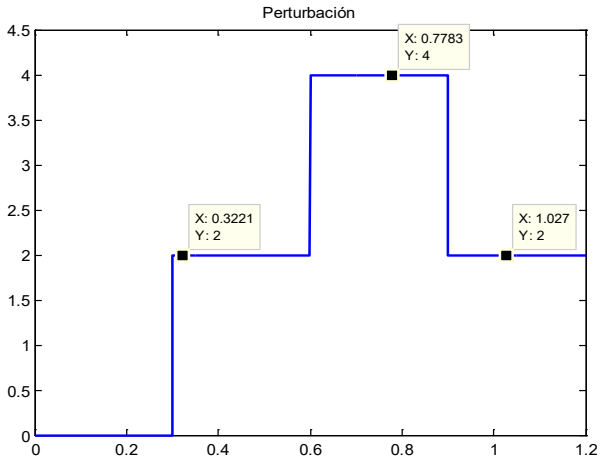


Figura 4 – a) Respuesta a la velocidad de referencia con controlador proporcional b) perturbación sistémica en la carga para control proporcional y control neuronal

3.2. Resultados de la simulación del control de la velocidad con controlador neuronal

Como se observa en la figura 5 los resultados del controlador neuronal artificial son ajustados de tal manera que igualen la respuesta de velocidad del controlador del tipo P, en la respuesta de velocidad con controlador neuronal no se observa la influencia de las perturbaciones entre los 0.6 a 1 segundo como lo presenta en el control proporcional.

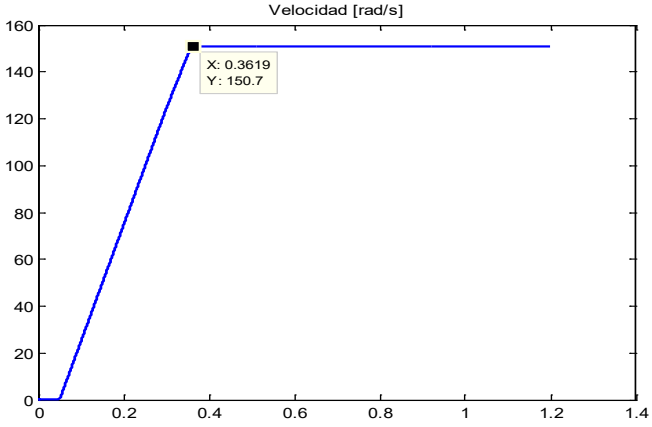


Figura 1 – a) Respuesta a la velocidad de referencia con controlador Neuronal

En la figura 6 se observa una comparación entre el control proporcional y el control neuronal artificial, el tiempo de estabilización del control proporcional esta alrededor de los 0,34 segundos para la velocidad de referencia seleccionada con una perturbación descendente de aproximadamente 1 rad/seg a diferencia del controlador neuronal que no presente variaciones en la velocidad pero si un tiempo de estabilización de 0.54 segundos.

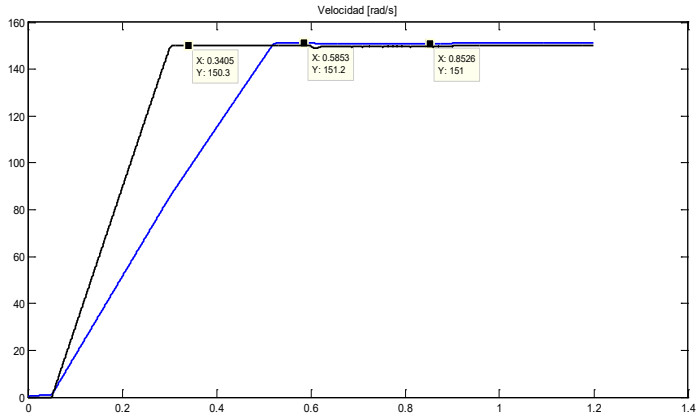


Figura. 2 – Respuestas de velocidad del control con DTC con controladores P (color negro) y neuronal (azul).

3.2. Resultados de la simulación del control de la velocidad con controlador nuronal y observador Takagi Sugeno

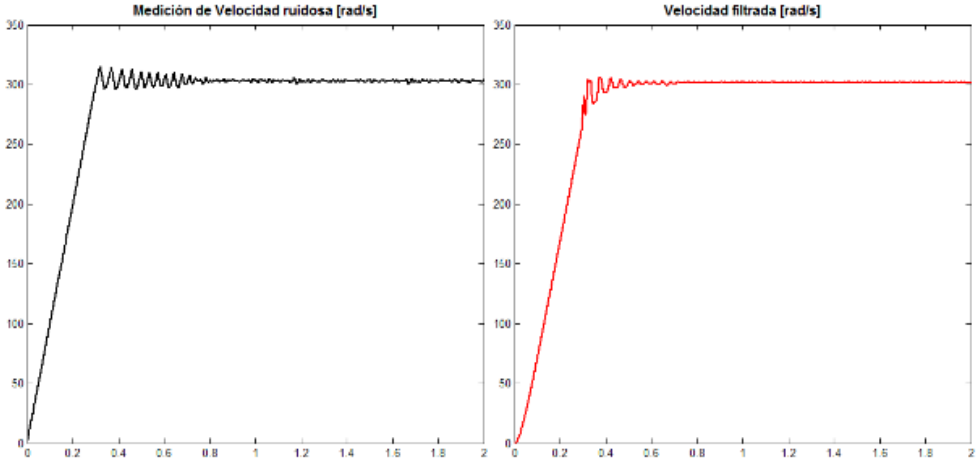


Figura 3 – Respuesta del sistema de control de velocidad, con controlador proporcional (izquierda) y neuronal y observador Takagi-Sugeno con filtros del tipo servo (derecha)

Los resultados mostrados en la figura 7 son el resultado de las simulaciones con el diagrama Simulink. Ellos muestran que: el control proporcional de velocidad dado por Rahman Kashif, S. A. Direct Torque Control of an Induction Motor, presenta problemas ante perturbaciones en la carga, el control neuronal tomando la información desde un encoder óptico ruidoso y empleando un estimador difuso adaptativo, permite disminuir la amplitud de la componente de señal ruidosa a la salida del sistema de control de velocidad.

4. Conclusiones

El controlador diseñado en el presente trabajo, en las simulaciones realizadas, ha demostrado muy buen comportamiento, proporcionando la exactitud requerida en el caso sin ruido de cuantificación. En todos los casos presenta buen rechazo a la perturbación en la carga del eje del motor de inducción trifásico del tipo jaula de ardilla. La presencia de ruidos de cuantificación en el encoder óptico conlleva a emplear estimadores de estado. La ventaja del estimador difuso es la ausencia de oscilaciones amortiguadas de corta duración además de una respuesta rápida. La desventaja es la presencia de restos de la señal ruidosa del encoder óptico durante el transitorio de un estado a otro, siendo más crítica en el momento de alcanzar el valor de establecimiento.

Como línea futura se propone extender el alcance del presente trabajo a los controladores neuronales, difusos y neuro-difusos, empleando filtros de Kalman adaptativos.

Referencias

Alnasir, Z.A. and Almarhoon A.H. (Apr-May de 2012). Design of Direct Torque Controller of Induction Motor (DTC). *International Journal of Engineering and Technology., 4*. doi:ISSN : 0975-4024

Buso, S. and Mattavelli, P. (s.f.). Digital Control in Power Electronics. *Morgan & Claypool Publishers*, 2006.

Chapman, S. J. (2012). *S. J. Máquinas Eléctricas*. McGraw-Hill.

Chourasia, A., Srivastava, V., Choudhary, A. and Praliya, S. (2014). Comparison study of Vec-tor Control of Induction Motor Using Rotor Flux Estimation by Two Different Methods. En *International Journal of Electronic and Electrical Engineering*. (Vol. 7, págs. 201-206). doi:ISSN 0974-2174

Isasi Vinuella. P. y Galván León, I.M. (2004). Redes Neuronales Artificiales. Un enfoque Prác-tico. Madrid: Pearson Education S.A.

Kumar, R., Gupta, R. A. and Surjuse. (2009). R. S. Adaptive Neuro-Fuzzy Speed Controller for Vector Controlled Induction Motor Drive. Asian Power Electronics Journal.

Leonhard, W.,. (1985). Control of Electric Drives. Springer-Verlag.

Lyshevski. (1999). *S. E. Electromechanical Systems, Electric Machines, and Applied Mecha-tronics*. CRC Press.

Malla, S. G. and Rao Malla, J. M. (April de 2014). Direct Torque Control of Induction Motor with Fuzzy Controller: A Review. *International Journal of Emerging Trends in Electrical and Elec-tronics (IJETEE - ISSN: 2320-9569), 10*(3).

Maloth, R. (2012). Speed control of induction motor using fuzzy logic controller. *National Conference on Electrical Sciences (NCES-12) ISBN: 978-93-81583-72-2*.

Mihai, D. (2013). Neuro-fuzzy DTC for an Electrical Drive System with Induction Motor. A SISO controller for the velocity loop. En *Department for Engineering in Electromechanics, Environment and Industrial Informatics University of Craiova, Craiova, Romania. An-nals of the University of Craiova, Electrical Engineering series* (Vol. Nº 37). doi:ISSN 1842-480

Mohan, N. (2003). *Electric Drives an Integrative Approach*. MNPERE.

Novotny, D. W., Lipo, T. A. (1996). Vector Control and Dynamics of AC Drives. Oxford Science Publications.

Orlowska-Kowalska, T. and Dybkowski. (2010). M. Stator-Current-Based MRAS Estimator for a Wide Range Speed-Sensorless Induction-Motor Drive. En I. T.-t. Electronics.

Passino, K. M. and Yurkovich. (1997). S. Fuzzy control. Addison-Wesley.

Rai, D., Sharma, S. and Bhuria, V. (Mayo de 2012). Fuzzy speed controller design of three phase induc-tion motor. *Volume 2, Issue 5*. doi:ISSN 2250-2459

Reyes, A. B. (2005). Control Inteligente. En D. d. ISPJAE. Ciudad de la Habana, Cuba.

Takagi, Sugeno. (1985). Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control. En *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* (Vols. SMC-15).

Trzynadlowski. (2001). A. Control of induction motor. *Academic Press Series in Engineering*.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 21/10/2020
Aceitação/Acceptance: 01/12/2020

Comportamiento en el uso de Redes Sociales en estudiantes de enseñanza media: Los casos de un colegio particular y uno público en Chile

Cristian Salazar-Concha[1], Darío Barros Cárdenas[2], Joseph Quinn Krarup[2]

cristiansalazar@uach.cl; dariobarros@gmail.com; josephquinnk@gmail.com

[1] Instituto de Administración, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Austral de Chile. Independencia 631, 5110566, Valdivia, Chile.

[2] Escuela de Ingeniería Comercial, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Austral de Chile. Independencia 631, 5110566, Valdivia, Chile.

Pages: 506-519

Resumen: Este estudio tuvo como objetivo general explorar el comportamiento de estudiantes de enseñanza media con respecto al uso de las Redes Sociales Virtuales (RS). Se utilizó el cuestionario de Adicción a Redes Sociales (ARS) de Escurra & Salas (2014), utilizando tres dimensiones propuestas por estos autores: obsesión, falta de control personal y uso excesivo de las RS. La muestra participante estuvo conformada por 225 estudiantes educación secundaria que cursan primero a cuarto medio, matriculados en un colegio particular y uno público pertenecientes a la ciudad de Valdivia, Chile. Los resultados presentan bajos niveles en los tres indicadores evaluados. Se concluye que los estudiantes del colegio particular tienen un mayor nivel uso de RS respecto a los que estudian en el colegio público.

Palabras-clave: Uso de Redes Sociales; Adicción a Redes Sociales; Estudiantes; Chile.

Behavior in the use of Social Networks in high school students: The cases of a private school and a public school in Chile

Abstract: This study had the general aim of exploring the behavior of high school students with respect to the use of social networks. We used the Social Network Addiction Questionnaire by Escurra & Salas (2014), using three dimensions proposed by these authors: obsession, lack of personal control and excessive use of social networks. The sample consisted of 225 high school students from first to fourth grade, enrolled in a private school and a public school in the city of Valdivia, Chile. The results show low levels in the three indicators evaluated. It is concluded that students in the private school have a higher level of social network use compared to those who study in the public school.

Keywords: *Use of Social Networks; Social Media Addiction; Students; Chile*

1. Introducción

En cada generación, los jóvenes tienen la necesidad de adecuarse lo más rápido posible a los cambios sociales, económicos, nuevas tendencias, modas, hitos y nuevas generaciones de tecnologías. Hoy en día Internet, las RS, los smartphones y en especial, las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) son altamente utilizadas por esta población ya que permiten mayor movilidad, ubiquidad y disponibilidad de la información en cualquier lugar o momento, tanto para el desarrollo de su vida social como académica.

Las nuevas TIC y en especial la interconectividad que ofrece internet y las RS han tomado gran influencia en la vida de los adolescentes pudiendo presentar muchos beneficios como, por ejemplo, a nivel general la mejora en ámbitos de comunicación (Díaz, 2011), y particularmente en el ámbito académico, potenciando el desarrollo grupal y el trabajo colaborativo, favoreciendo de manera considerada el aprendizaje de los estudiantes (Echeburúa & de Corral, 2010).

No obstante, el desarrollo de Internet y de las RS, ha supuesto dar una nueva visión a los diferentes aspectos que están presentes en la vida humana, siendo uno de ellos las adicciones en torno a las TIC (Marín, Sampedro, & Muñoz, 2015). Echeburúa & de Corral (2010) mencionan que las personas más jóvenes pueden llegar a estar obsesionadas con las posibilidades que ofrece Internet, siendo incapaces de controlar su uso, poniendo en peligro su rendimiento académico y sus relaciones personales. Así mismo mencionan que las RS pueden contribuir a crear una falsa identidad en un adolescente distorsionando el mundo real en el que está situado, afectando su vida social, familiar, su salud y también su rendimiento académico.

A nivel educativo, Internet y las RS pueden generar conflictos o situaciones de riesgo en esta población, ya que Internet puede dispersar la atención, potenciar conductas individualistas, degradación del lenguaje y reducir el rendimiento académico, entre otros (Marín et al., 2015). La literatura asociada a estudiar el comportamiento de los estudiantes secundarios en el uso de RS en Chile, especialmente en regiones, es escasa y por lo tanto adquiere importancia la realización de este estudio.

El uso de Internet y en particular de las RS presenta interesantes beneficios de comunicación, sociales y académicos, no obstante, su excesivo uso podría generar consecuencias no deseadas. En este contexto, este trabajo tiene por objetivo explorar el comportamiento de estudiantes secundarios en el uso RS y si este se puede considerar como adictivo cuando presentan un alto nivel de obsesión, falta de control y uso excesivo. Además, exploraremos si los indicadores de RS pueden variar en la población en estudio en función del tipo de establecimiento (público o privado).

2. Marco teórico e hipótesis

En Sudamérica, en particular, sobresale un instrumento, desarrollado por Escurra & Salas (2014) que permite medir ARS. Las dimensiones de este inventario pueden observarse en la Tabla 1.

Dimensión	Definición
Obsesión por las redes sociales (ORS)	Preocupación y fijación constante de la atención en lo que sucede en las RS, incluye también la ansiedad cuando no es posible la conexión
Falta de Control personal en el uso de redes sociales (FCPRS)	Incapacidad para regular la cantidad de tiempo dedicado a estar conectado y descuido de otras actividades importantes por causa de permanecer conectado.
Uso excesivo de las redes sociales (UERS)	Dependencia de las redes, afectando la relación con su entorno.

Tabla 1 – Dimensiones del Cuestionario Adicción a las RS de Escurra y Salas (2014)

Un estudio aplicado a adolescentes españoles, realizado por García-Jimenez, López de Ayala, & García (2013), señaló que los sitios web que ofrecen las RS son los más frecuentados por los adolescentes, alcanzando el 75,3% de la muestra. Respecto al comportamiento en las RS, el 73,4% de los estudiantes entre 15 y 17 años tiene una cuenta con algún perfil en Facebook. En cuanto al uso de las RS las tres cuartas partes reconoce que la utilizan con mucha frecuencia siendo esto más recurrente en los usuarios intensivos de las RS. Explorando la relación entre el tipo de usuario de RS y la creación de páginas webs y blogs, el estudio menciona que los usuarios intensivos son los que más crean estos espacios digitales (39,9%).

Martínez & González (2017) investigaron el comportamiento de adolescentes entre 15 y 18 años en Granada, reportando que el uso de las RS se ha convertido en una actividad diaria, definiéndolo como un claro uso excesivo empezando a formar parte de su vida cotidiana, así mismo señalan que la muestra estudiada le da mayor uso a las TIC en buscar información (un 34, 6%) seguido de la utilización y seguimiento de blogs y páginas webs (31,3%). Respecto a los posibles riesgos existentes en la utilización de RS, centrados en el uso excesivo de estas mismas, se expresa que un 39% menciona no creer depender de las RS. Por otro lado, referente a la preocupación por la posible dependencia de las RS, un 34,1 % manifiesta tener preocupación.

Un uso abusivo de las RS viene acompañado de una vulnerabilidad psicológica y, por lo tanto, tiene consecuencias en el ámbito relacional. La comunicación personal se mejora practicando lo que una adicción de este tipo frenaría su desarrollo facilitando la construcción de relaciones ficticias a través del ciber espacio (Echeburúa & de Corral, 2010).

Referente a las estrategias de supervisión y control, el manejo multidisciplinario entre la familia, el colegio y los profesionales de la salud puede llevar a un sin fin de beneficios respecto al uso de estas nuevas tecnologías (Arab & Díaz, 2015). (Rial, Gómez, Braña, & Varela (2014) advierten la necesidad de trabajar con los establecimientos educativos pensando que es allí donde los jóvenes pasan el mayor tiempo conectados. Deben ser una fuente relevante de información con relación a internet e interlocutores válidos para modular los conocimientos, actitudes y hábitos de uso en los adolescentes. Destacan que "más allá de las tradicionales clases de informática", sería recomendable establecer en los propios diseños curriculares una formación integral sobre Internet, bajo una

orientación psicosocial, que favorezca un uso saludable. Desde ahí la importancia de conocer el uso que los jóvenes den a estas herramientas digitales.

Los indicadores claves de que una actividad se ha convertido en una adicción para una persona son la pérdida de control sobre dicha actividad y que ésta se siga haciendo a pesar de sus consecuencias (West & Brown, 2013). Algunos individuos que utilizan excesivamente las RS pueden presentar signos como preocupaciones sobre el uso de las RS y cambios de humor cuando no tienen acceso a éstas, siendo estos signos considerados como indicativos de adicción (Kuss & Griffiths, 2011), en consecuencia, las primeras hipótesis de este estudio son:

H1: El uso de RS en estudiantes de educación secundaria se considera como adictivo cuando presentan un alto nivel de obsesión.

H2: El uso de RS en estudiantes de educación secundaria se considera como adictivo cuando presentan una alta falta de control.

H3: El uso de RS en estudiantes de educación secundaria se considera como adictivo cuando presentan un alto nivel de uso excesivo.

El trabajo de Indicadores de ARS en Universitarios de Lima de Araujo (2016) estudió los indicadores de la ARS (obsesión, falta de control y uso excesivo de las RS) en subgrupos extraídos de la población general, es decir, no en un grupo de personas previamente consideradas como adictas. La hipótesis que fue planteada por el autor fue de qué forma podrían variar estos indicadores de ARS en función de las características sociodemográficas de las personas en estudio (Araujo, 2016). En este sentido, nos interesa determinar cómo en función del tipo de colegio de procedencia de estos adolescentes (público o privado) puedan variar los indicadores de ARS y, por tanto, la cuarta hipótesis de este estudio es:

H4: Los indicadores de uso de RS pueden variar en la población en estudio en función del tipo de colegio de procedencia.

3. Metodología

3.1. Muestra

Para la realización de esta investigación se encuestó a una muestra no probabilística de 225 estudiantes de educación secundaria pertenecientes a una institución educacional pública y otra privada de la ciudad de Valdivia.

Para realizar esta investigación, primeramente, se envió una carta al Director de cada establecimiento indicando los objetivos del estudio y solicitándole una reunión con sus profesores. Los investigadores solicitaron el consentimiento a los profesores e indicaron que para realizar este tipo de estudios debía cumplirse un estricto protocolo ético. También se les informó que la participación de cada estudiante sería voluntaria y anónima y que la información obtenida sería analizada como un conjunto por los investigadores y se resguardaría el nombre de las dos instituciones participantes, de sus profesores, estudiantes y apoderados.

Como el instrumento a aplicar se elaboró en el Perú, se sometió a la validación cultural, gramatical, lingüística y semántica al contexto chileno, no encontrándose problemas en ninguno de sus ítems e instrucciones. De manera complementaria, se solicitó a los profesores de los establecimientos su revisión, concluyendo que tanto el lenguaje como las preguntas que incluía el instrumento, eran adecuadas para ser comprendidas por sus alumnos.

El instrumento de consulta se aplicó a los estudiantes de manera autoadministrada en presencia de los profesores jefes de cada curso. Previo a su aplicación, se siguieron y cumplieron los criterios éticos y de privacidad de la información, recomendados para este tipo de estudios. En el momento de la aplicación del cuestionario, se leyó un protocolo, indicando a cada estudiante que su participación era absolutamente voluntaria y que podían dejar de contestar las preguntas en cualquier momento sin dar explicaciones por la decisión tomada. También se indicó que la no participación no implicaba ninguna consecuencia, como, por ejemplo, obtener una baja calificación, una anotación negativa o reprobar una asignatura. De igual forma se indicó que su participación tampoco implicaba una calificación positiva, ningún premio y ninguna retribución en dinero ni en especies.

La Tabla 2 muestra las características demográficas de los participantes. En cuanto al género de los encuestados es bastante homogéneo (un 48,89% para hombres y un 48,44% para mujeres). El rango de edad de los participantes fue desde los 14 hasta los 19 años. Predominó el promedio general acumulado entre 5,1 a 6,0. Un 74,67% de los encuestados tuvieron una autopercepción de ellos como buenos estudiantes y un 54,22% dice que el uso de RS no afecta su rendimiento académico.

Variable	Opción	C. Público		C. Privado		Total	
		Frec.	Porc.	Frec.	Porc.	Frec.	Porc.
Género	Femenino	55	45,5	54	51,9	109	48,4
	Masculino	63	52,1	47	45,2	110	48,9
	Otro	3	2,5	3	2,9	6	2,7
Rango edad	14-15	46	38	46	44,2	92	40,9
	16-17	64	52,9	52	50	116	51,6
	18-19	9	7,4	6	5,8	15	6,7
	Más de 19	2	1,7	0	0	2	0,9
Curso	1º Medio	35	28,9	41	39,4	76	33,8
	2º Medio	33	27,3	31	29,8	64	28,4
	3º Medio	32	26,4	26	25	58	25,8
	4º Medio	21	17,4	6	5,8	27	12
Rango Promedio de notas	4,1-5,0	37	30,6	5	4,8	42	18,7
	5,1-6	66	54,5	53	51	119	52,9
	6,1-7	18	14,9	46	44,2	64	28,4
Autopercepción de buen alumno	Negativa	71	58,7	51	49	57	25,3
	Positiva	50	41,3	53	51	168	74,7
Percepción que RS afectan rendimiento	No	71	58,7	51	49	122	54,2
	Sí	50	41,3	53	51	103	45,8

Tabla 2 – Descripción de la muestra

3.2. Instrumentos y análisis de datos

El cuestionario aplicado se compuso de tres partes. La primera parte indaga sobre aspectos sociodemográficos y académicos (género, edad, curso, promedio general acumulado, etc.). La segunda está compuesta por preguntas sobre el uso de RS e Internet, con un formato de respuesta del tipo de selección múltiple. La tercera parte corresponde al cuestionario de Escurra & Salas (2014) el cual contiene las tres escalas que miden ARS (ver Tabla 1) y que se responden con un formato tipo Likert cuyas respuestas van de nunca a siempre (1 a 5 puntos), dándose a entender que un mayor puntaje en cada escala revela el nivel más alto en los indicadores de adicción (Araujo, 2016). De acuerdo con Escurra & Salas (2014), el cuestionario de ARS recoge las experiencias de instrumentos que miden las adicciones a internet y RS y los ítems que incorpora traen consigo todos los criterios de diagnóstico, de acuerdo con las reglas de construcción de ítems para cuestionarios tipo Likert. El ARS está formado por tres dimensiones latentes que son obsesión por las RS (ORS), falta de control personal (FCPRS) y uso excesivo de RS (UERS).

Los datos se analizaron a través del software IBM SPSS v.23 y Microsoft Excel 2016. Para comprobar las hipótesis, se consideraron las medidas de tendencia central y de desviación estándar, la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para las tres dimensiones y, finalmente, la comparación de dichas variables según género (U de Mann-Whitney) y establecimiento (Kruskal-Wallis).

4. Resultados

4.1. Establecimiento público

Esta muestra estuvo conformada por 121 estudiantes. El dispositivo digital preferido para conectarse a RS es el smartphone con un 61,98%. Cuando se les preguntó si ellos creían que el uso de RS afecta de manera negativa su rendimiento académico un 58,68% afirma que no se ven influenciados de manera negativa por éstas. Un 73,55% menciona que posterga muy poco sus actividades académicas por distraerse con el uso de RS. Un 52,89% declara que utiliza alguna RS como medio de comunicación para el desarrollo de actividades académicas. Al hablar de mensajería, las RS que más utilizan son *Instagram* con un 33,06% y *Whatsapp* con un 57,85%. En regularidad de uso de RS, la alternativa comunicación de relaciones personales fue la opción más marcada con un 38,84%. La reiteración de las conexiones a RS se produce mayoritariamente desde el *smartphone* con un plan de datos, donde un 59,55% utiliza esta modalidad. Los alumnos afirman que las RS permiten la comunicación con amigos y familiares, marcando la opción siempre en un 68,60%. Para ellos, las RS siempre son una fuente para la búsqueda de información, obteniendo un 49,59%.

La Tabla 3 presenta las puntuaciones medias, medias por ítems y desviaciones estándar, según género y curso, correspondiente a las variables de la ARS en el establecimiento público. La Tabla 3 indica que la variable más intensa, tanto en el grupo total como en los subgrupos de género y curso es UERS y el de menor intensidad es ORS. En otras palabras, las variables de más impacto en este grupo tienen que ver con la dependencia

de las RS y la incapacidad de controlarse a la hora de usarlas. La variable de menos impacto está relacionada con la preocupación de estar al día con lo que sucede en las RS.

Variable	ORS			FCPRS			UERS		
	$\overline{X}$	M/n	σ	$\overline{X}$	M/n	σ	$\overline{X}$	M/n	σ
Género									
Masculino	20,1	2,0	1,1	12,3	2,1	1,1	17,6	2,2	1,2
Femenino	20,5	2,1	1,0	12,5	2,1	1,1	18,6	2,3	1,1
Curso									
1° Medio	20,0	2,0	1,1	12,3	2,0	1,2	18,3	2,3	1,3
2° Medio	20,5	2,1	1,0	12,3	2,1	1,1	17,9	2,2	1,1
3° Medio	20,8	2,1	1,0	12,8	2,1	1,0	19,1	2,4	1,1
4° Medio	19,1	1,9	1,0	12,0	2,0	1,2	15,9	2,0	1,0
Total	20,2	2,0	1,0	12,4	2,1	1,1	18,0	2,3	1,1

Tabla 3 – Puntuaciones medias ($\overline{X}$), medias por ítem (M/n) y desviaciones estándar (DE) en ARS en establecimiento público

Es necesario precisar que las puntuaciones obtenidas en el grupo son relativamente bajas. Teniendo en cuenta que los ítems se puntúan de 1 a 5 y que un mayor puntaje indica una intensidad mayor en cada variable, el puntaje intermedio 2,5 (que corresponde a la respuesta "rara vez") puede considerarse como referencia para tener una idea del grado en que estas variables se presentan en el grupo investigado. Las puntuaciones medias por ítems son menores a 2,5. De esta manera, se puede considerar como punto de referencia la mitad del puntaje total de cada escala, que en promedio corresponde también a la respuesta "rara vez". En la escala de ORS, cuyo puntaje máximo es 50, el 98% de los participantes tiene una puntuación de 25 o menos. En el factor FCPRS, en el que el puntaje máximo es 30, el 75% presenta una puntuación de 15 o menos. El factor de UERS, que puntúa como máximo 40, el 71% tiene una puntuación de 20 o menos. En términos generales, se puede mencionar que tanto el grupo total, como alguno de los subgrupos en particular, no podría describirse como un uso problemático de las RS. Sólo tres ítems recibieron una puntuación de 5 (siempre) más de 10 veces. El primer ítem se trata de un indicador que está presente en la variable ORS ("puedo desconectarme de las RS por varios días"), otro de la variable de FCPRS ("apenas despierto ya estoy conectándome a las RS") y por último uno de la variable UERS ("aun cuando estoy en clases, me conecto con disimulo a las RS").

La Tabla 4, muestra que en la mayoría de los subgrupos las puntuaciones de las tres variables se distribuyen de manera no normal. Esto corrobora que en las variables predominan las puntuaciones más bajas.

Variable		ORS		FCPRS		UERS	
		K-S	*p*	K-S	*p*	K-S	*p*
Género	*Masculino*	0,27	0,00	0,25	0,00	0,24	0,00
	Femenino	0,28	0,00	0,26	0,00	0,23	0,00

Variable		ORS		FCPRS		UERS	
		K-S	*p*	K-S	*p*	K-S	*p*
Curso	*1º Medio*	0,28	0,00	0,28	0,00	0,23	0,00
	2º Medio	0,28	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00
	3º Medio	0,29	0,00	0,26	0,00	0,22	0,00
	4º Medio	0,33	0,00	0,30	0,00	0,26	0,00

Tabla 4 – Prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) y normalidad de las puntuaciones en ARS

En la Tabla 5 se puede apreciar el estadígrafo de U de Mann-Whitney comparando las dos muestras de género. En la variable FCPRS el valor de p es 0,59, se interpreta que el nivel de FCPRS no difiere entre hombres y mujeres. Lo mismo ocurre para las otras dos variables. Todo esto con un nivel de significancia del 5%.

Escalas	Género	Rango promedio	Σ rangos	*U*	*p*
Obsesión por las RS (ORS)	Masculino	58,37	36775,5	1531,35	0,31
	Femenino	60,79	33434,5		
Falta de control personal en el uso de RS (FCPRS)	Masculino	58,98	22293,0	1630,83	0,59
	Femenino	60,10	19833,0		
Uso excesivo de RS (UERS)	Masculino	57,63	29045,5	1578,06	0,45
	Femenino	61,64	27122,5		
Total	Masculino	58,28	88114,0	1571,79	0,43
	Femenino	60,90	80390,0		

Tabla 5 – Prueba de U de Mann-Whitney (U), comparación de adicción a las RS según género en establecimiento público

Finalmente, en la Tabla 6, se observan los valores del estadístico chi-cuadrado y p-valor por curso en la prueba de Kruskal-Wallis. En la variable UERS se puede apreciar un p-valor de 0,47, como este valor es mayor al nivel de significancia 0,05, se dice que el puntaje alcanzado en esta variable no difiere entre los cursos en estudio. Lo mismo ocurre para las variables restantes.

Escalas	Curso	Rango promedio	χ^2	*p*
Obsesión por las RS (ORS)	*1º Medio*	59,87	3,33	0,47
	2º Medio	62,27		
	3º Medio	63,52		
	4º Medio	57,06		
Falta de control personal en el uso de RS (FCPRS)	1º Medio	59,28	0,91	0,82
	2º Medio	61,19		
	3º Medio	64,36		
	4º Medio	58,44		
Uso excesivo de RS (UERS)	1º Medio	60,95	2,86	0,47
	2º Medio	60,42		
	3º Medio	66,34		
	4º Medio	53,85		

Escalas	Curso	Rango promedio	χ^2	*p*
Total	1° Medio	60,08	2,57	0,56
	2° Medio	61,38		
	3° Medio	64,67		
	4° Medio	56,34		

Tabla 6 – Prueba de Kruskal-Wallis, comparación de adicción a las RS según curso en establecimiento público

4.2. Establecimiento privado

Esta muestra estuvo conformada por 104 estudiantes. El dispositivo preferido para conectarse a RS es el *smartphone* con un 96,15%. El 50,96% cree que el uso RS afecta de manera negativa su rendimiento académico debido a que utilizar RS desconcentra. Un 60,58% indica que no posterga sus actividades académicas y no se distrae en clases por estar conectado a alguna RS. Un 61,54% afirma que sí utiliza una RS como medio de comunicación para desarrollar actividades académicas, siendo *Whatsapp* la más utilizada con un 45,19% para estas actividades. Sobre frecuencia del uso de mensajería destaca *Instagram* con un 56,73%. Al hablar de regularidad de uso de RS, un 53,85% indicó que siempre las ocupaban para la comunicación en sus relaciones personales. Cuando se les preguntó la reiteración de sus conexiones a RS, un 54,81% respondió que siempre es desde su *tablet* en cualquier lugar con wifi. Un 70,19% marcó la opción que las RS siempre les permitían la comunicación con amigos y familiares. Para esta muestra, las RS sirven para búsqueda de información, donde un 55,77% marco que siempre las utilizaban para esto.

La Tabla 7 presenta las puntuaciones medias, medias por ítems y desviaciones estándar, según género y curso, correspondiente a las variables de la ARS en el colegio privado. Se puede apreciar que las puntuaciones obtenidas en la Tabla 6 son relativamente bajas. En uno de los casos en que se puede identificar una puntuación mayor a la media, es por género en el grupo femenino en las variables FCPRS y UERS, siendo la puntuación 2,94 en esta última. Por curso también se encuentran valores por sobre la puntuación media, en la variable FCPRS, 3° medio posee una puntuación de 2,72. En la variable UERS son tres cursos que se encuentran sobre la puntuación media, estos son 1° medio, 2° medio y 3° medio.

Variable		ORS			FCPRS			UERS		
		$\overline{X}$	M/n	σ	$\overline{X}$	M/n	σ	$\overline{X}$	M/n	σ
Género	*Masculino*	19,72	1,97	0,91	13,00	2,17	1,02	19,32	2,41	1,10
	Femenino	22,43	2,24	1,15	15,33	2,56	1,27	23,54	2,94	1,26
Curso	*1° Medio*	20,93	2,09	1,05	13,27	2,21	1,16	20,37	2,55	1,25
	2° Medio	21,10	2,11	1,00	13,58	2,26	1,20	20,74	2,59	1,20
	3° Medio	21,31	2,13	1,10	16,31	2,72	1,12	23,23	2,90	1,14
	4° Medio	21,83	2,18	0,88	15,00	2,50	0,96	15,00	1,88	1,07
Total		21,13	2,11	1,05	14,22	2,37	1,17	21,48	2,69	1,22

Tabla 7 – Puntuaciones medias ($\overline{X}$), medias por ítem (M/n) y desviaciones estándar (**σ**) en ARS en establecimiento privado

La variable ORS, cuyo puntaje máximo es 50, el 80,76% de los participantes totales tiene una puntuación de 25 o menos. En el factor FCPRS, en el que el puntaje máximo es 30, el 62,5% presenta una puntuación de 15 o menos. La variable UERS, puntúa como máximo 40, donde el 62,5% tiene una puntuación de 20 o más. Se puede decir que, tanto en el grupo total, como en alguno de los subgrupos en particular, no podría describirse como un uso problemático de RS. Nueve ítems recibieron una puntuación de 5 (siempre) más de 10 veces. De estos nueve, tres ítems se presentan en la variable de FCPRS, estos son "pienso siempre en que debo controlar mi actividad de conectarme a RS", "creo que es un problema la intensidad y la frecuencia con la que entro a RS" y por último "apenas despierto ya estoy conectándome a RS", con un total de 11, 14 y 17 respuestas respectivamente. 5 ítems corresponden al UERS, el menor con 13 respuestas es "permanezco mucho tiempo conectado a RS", con 14 es "invierto mucho tiempo del día conectándome y desconectándome de las RS", el siguiente con 15 respuestas es "generalmente permanezco más tiempo en las RS, del que inicialmente había destinado", con 16 es "estoy atento a las alertas que me envían desde las RS a mi teléfono o a la computadora", finalmente con 17 es "cuando entro a RS pierdo el sentido del tiempo". En la variable ORS se encuentra 1 ítem con 35 respuestas "siempre" en el ítem "puedo desconectarme de las RS varios días".

La Tabla 8, muestra que en la mayoría de los subgrupos las puntuaciones de las tres variables se distribuyen de manera no normal. Excepto en el curso cuarto medio, debido a que tiene una distribución normal. Esto da a entender que en las variables predominan las puntuaciones más bajas.

Variable		**ORS**		**FCPRS**		**UERS**	
		K-S	*p*	**K-S**	*p*	**K-S**	*p*
Género	*Masculino*	0,30	0,00	0,24	0,00	0,21	0,00
	Femenino	0,24	0,00	0,23	0,00	0,19	0,00
Curso	*1° Medio*	0,28	0,00	0,25	0,00	0,20	0,01
	2° Medio	0,28	0,00	0,24	0,01	0,20	0,02
	3° Medio	0,27	0,00	0,24	0,00	0,23	0,00
	4° Medio	0,30	0,00	0,27	0,14	0,30	0,12

Tabla 8 – Prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) y normalidad de las puntuaciones en ARS

En la Tabla 9 se puede apreciar el estadígrafo de U de Mann-Whitney comparando las dos muestras de género. En la variable ORS el valor de *p* es 0,23, se entiende que el nivel de obsesión no difiere entre hombres y mujeres. Lo mismo ocurre para las dos variables restantes. Todo esto con un nivel de significancia del 5%.

Escalas	**Género**	**Rango promedio**	**Σ rangos**	***U***	***p***
Obsesión por las RS (ORS)	Masculino	47,52	22334,5	1080,2	0,23
	Femenino	54,03	29175,5		
Falta de control personal en el uso de RS (FCPRS)	Masculino	47,15	13295	1087,8	0,35
	Femenino	54,35	17611		
Uso excesivo de RS (UERS)	Masculino	44,61	16774	968,7	0,15
	Femenino	56,56	24435		

Escalas	Género	Rango promedio	Σ rangos	*U*	*p*
Total	Masculino	46,46	52,403	1044,92	0,24
	Femenino	54,95	71,221		

Tabla 9 – Prueba de U de Mann-Whitney (U), comparación de adicción a las RS según género en establecimiento privado

En la Tabla 10 se observan los valores del estadístico chi-cuadrado y p-valor por curso en la prueba de Kruskal-Wallis. En la variable ORS se puede apreciar un p-valor de 0,59, como este valor es mayor al nivel de significancia 0,05, se presencia que el puntaje alcanzado en esta variable no difiere entre los cursos en estudio. Lo mismo ocurre para las variables restantes.

Escalas	Curso	Rango promedio	χ^2	*p*
Obsesión por las RS (ORS)	*1° Medio*	51,7024	2,2044	0,5918
	2° Medio	52,8290		
	3° Medio	52,6327		
	4° Medio	55,6750		
Falta de control personal en el uso de RS (FCPRS)	1° Medio	48,2663	5,1380	0,2580
	2° Medio	49,6989		
	3° Medio	61,3397		
	4° Medio	57,5972		
Uso excesivo de RS (UERS)	1° Medio	49,1128	4,8306	0,2406
	2° Medio	50,1512		
	3° Medio	57,9111		
	4° Medio	64,3333		
Total	1° Medio	49,9802	3,8132	0,3913
	2° Medio	51,1539		
	3° Medio	56,5689		
	4° Medio	59,0417		

Tabla 10 – Prueba de Kruskal-Wallis, comparación de adicción a las RS según curso en establecimiento privado

4.3. Comparación de ambos establecimientos

En la Tabla 11, se observa la comparación de puntuaciones medias por curso entre ambos establecimientos. Se puede notar que, en las tres variables, el establecimiento público, tiene puntuaciones medias más bajas en todos sus cursos.

Curso	Público			Privado		
	ORS	FCPRS	UERS	ORS	FCPRS	UERS
1° Medio	2,00	2,04	2,29	2,09	2,21	2,55
2° Medio	2,05	2,05	2,23	2,11	2,26	2,59
3° Medio	2,08	2,14	2,39	2,13	2,72	2,90
4° Medio	1,91	2,00	1,98	2,18	2,50	1,88

Tabla 11 – Comparación por curso y tipo de establecimiento con medias por ítem (M/n).

En la Tabla 12 el colegio privado tiene una puntuación media por ítem mayor a la del colegio público en la variable FCPRS. Esto ocurre de igual manera para las dos otras variables. Dando a conocer que los estudiantes del colegio privado tienen mayores niveles en todas las variables en comparación con el colegio público.

		ORS	FCPRS	UERS
Establecimiento	Público	2,02	2,06	2,25
	Privado	2,11	2,37	2,69

Tabla 12 – Comparación por curso y tipo de establecimiento con medias por ítem (M/n).

5. Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos a partir de este estudio nos permiten conocer el uso que le otorgan los estudiantes de enseñanza media a las RS y cómo las utilizan en sus actividades académicas.

Para este estudio se consideró una puntuación de 1 como muy baja, una de 2 como baja, una de 3 como media, una de 4 como alta y una 5 como muy alta, todas asociadas a las respuestas del cuestionario de ARS. Respondiendo las primeras tres hipótesis planteadas en este estudio, es importante destacar que los estudiantes de educación secundaria no presentan un alto nivel de ORS, debido a que la puntuación obtenida para los establecimientos en este indicador varía entre 2,02 (público) y 2,11 (privado). Al hablar de FCPRS, los participantes no presentan un alto nivel, las puntuaciones correspondientes varían entre 2,06 (público) y 2,37 (privado). Por último, los estudiantes de enseñanza media no presentan un alto nivel en UERS ya que las puntuaciones obtenidas se encuentran entre 2,25 (público) y 2,69 (privado). Ya que todos los resultados obtenidos están en el rango 2 a 3, se puede concluir que los participantes presentan un nivel de ARS bajo con tendencia a medio. Para responder la cuarta hipótesis, se puede decir que los indicadores de uso de RS sí varían en la población en estudio en función del tipo de colegio de procedencia, ya que el establecimiento privado supera al público en las tres dimensiones estudiadas. El total ponderado en el primero es de 2,37 y en el segundo 2,1.

Los resultados muestran bajos niveles de adicción en todos los niveles evaluados. En estos niveles, destacan las mujeres con puntuaciones más altas en todos los indicadores. Se encontró que los estudiantes del colegio privado reportan mayores niveles de uso de las redes sociales. Este resultado es coherente con la literatura, por ejemplo, Lee, Chang, Lin, & Cheng (2014), reporta que los usuarios de *smartphones* con mayor poder adquisitivo tienden a responder de manera más compulsiva en el uso de estos mismos.

Este estudio permite comprender de mejor manera el funcionamiento y la dinámica de los jóvenes en RS e Internet, además de abatir distintos mitos sobre conductas adictivas. Los jóvenes son los principales receptores de los beneficios asociados con el uso de la tecnología y mientras participan de las clases interactúan con distintas tecnologías y RS. Los establecimientos educacionales deberían estimular el uso saludable y con fines académicos de las RS en vez de condenarlas y/o prohibirlas, fomentando ambientes saludables de aprendizaje apoyados por las nuevas tecnologías.

Es importante que los establecimientos brinden apoyo psicosocial y estimulen las redes de apoyo entre los compañeros y entre los padres. Estos apoyos pueden ayudar a prevenir comportamientos adictivos que pueden fatigar a los jóvenes y disminuir su rendimiento académico. Proveer de una infraestructura de apoyo en el uso de RS y establecer estrategias de intervención puede ayudar a mejorar la forma en cómo se relacionan los jóvenes con estas plataformas, ayudando a prevenir y detectar tempranamente conductas de uso dañinas como el ciberacoso, *sexting* y *grooming*.

Producto de la educación a distancia como medida de contingencia por el COVID-19, la probabilidad que los establecimientos educacionales ocupen RS como un canal de comunicación con sus estudiantes y apoderados es muy alta. Se recomienda a los establecimientos establecer políticas relacionadas con el bienestar psicosocial en el uso de RS y el agotamiento producido por la sobrecarga de información e intensidad de mensajes con fines académicos fuera de los horarios de clases. Futuros estudios podrían explorar qué tan importantes/influyentes pueden llegar a ser las RS como canal de comunicación entre los establecimientos educacionales y su comunidad educativa y explorar relaciones entre los atributos de personalidad de los estudiantes con niveles de agotamiento y de tecnoestrés provocado por las continuas demandas de conectividad para estar al día con la información que envían los establecimientos educacionales.

Referencias

Arab, E., & Díaz, A. (2015). Impacto de las Redes Sociales e Internet en la Adolescencia: Aspectos positivos y negativos. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *26*(1), 7–13.

Araujo, E. (2016). Indicadores de adicción a las redes sociales en universitarios de Lima. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, *10*(2), 48–58.

Díaz, V. (2011). Mitos y realidades de las redes sociales. *Prisma Social*, (6), 340–366.

Echeburúa, E., & de Corral, P. (2010). Adicción a las nuevas tecnologías y a las redes sociales en jóvenes: Un nuevo reto. *Revista Adicciones*, *22*(2), 91–95.

Escurra, M., & Salas, E. (2014). Construcción y validación del cuestionario de adicción a redes sociales (ARS). *Revista de Psicología*, *20*(1), 73–91.

García-Jimenez, A., López de Ayala, M., & García, B. (2013). Hábitos de uso en Internet y en las redes sociales de los adolescentes españoles. *Comunicar*, *41*(21), 195–204.

Kuss, D., & Griffiths, M. (2011). Online Social Networking and Addiction—A Review of the Psychological Literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *8*(9), 3528–3552.

Lee, Y. K., Chang, C. T., Lin, Y., & Cheng, Z. H. (2014). The dark side of smartphone usage: Psychological traits, compulsive behavior and technostress. *Computers in Human Behavior*, *31*(1), 373–383. https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.10.047

Marín, V., Sampedro, B., & Muñoz, J. (2015). ¿Son adictos a las redes sociales los estudiantes universitarios? *Revista Complutense de Educación*, (26), 233–251.

Martínez, N., & González, E. (2017). Posibles riesgos del uso de las redes sociales en adolescentes. *Revista de Estudios de Investigación En Psicología y Educación*, (13), 6–10.

Rial, A., Gómez, P., Braña, T., & Varela, J. (2014). Actitudes, percepciones y uso de Internet y las redes sociales entre los adolescentes de la comunidad gallega (España) . *Anales de Psicología* , Vol. 30, pp. 642–655. scieloes .

West, R., & Brown, J. (2013). *Theory of Adicction* (2da ed.). Inglaterra: Wiley-Blackwell.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 06/10/2020
Aceitação/Acceptance: 19/12/2020

Integración y aplicación de Balanced Scorecard con ANP difuso en un PyMe

Rosa Galleguillos-Pozo[1], Edisson P. Jordan-H[2], Franklin Tigre-Ortega, Marcelo V. Garcia[2,3]

rosa.galleguillos@upc.edu; edissonpjordan@uta.edu.ec; fg.tigre@uta.edu.ec, mgarcia294@ehu.eus

[1] Universidad Politécnica de Catalunya, 08028, Barcelona, España.

[2] Universidad Técnica de Ambato, 180103, Ambato, Ecuador.

[3] University of Basque Country, 48013, Bilbao, Spain.

Pages: 520-529

Resumen: La tarjeta de puntuación equilibrada (BSC), cuando se usa como una herramienta de evaluación estratégica, tiene algunas deficiencias en términos de implementación sobre una base cuantitativa. Este estudio tiene como objetivo determinar el nivel de rendimiento de una pequeña y mediana empresa (PYME), en función de su visión y estrategias, integrando el enfoque BSC con el Proceso Analítico Jerárquico y la técnica Difusa (FANP), cubriendo la medición y la evaluación dimensión del BSC. El modelo propuesto ha demostrado que diferentes unidades de medida relacionadas con los indicadores de desempeño bajo el enfoque BSC, y los indicadores de desempeño de diferentes estructuras, pueden consolidarse con el FANP. Además, el modelo propuesto tiene en cuenta el rendimiento del negocio en función de su visión y las estrategias aplicadas para lograr esta visión. De esta forma, es posible evaluar desde una perspectiva estratégica el desempeño del negocio de acuerdo no solo con los resultados anteriores sino también con los principales indicadores. El modelo propuesto en el alcance de este estudio está relacionado con un negocio de producción, sin embargo, también se puede adaptar a diferentes negocios.

Palabras-clave: Tarjeta de puntuación equilibrada (BSC), lógica difusa, estrategias, indicadores, visión.

Integration and application of Balanced Scorecard with diffuse ANP in an SME

Abstract: Balanced Scorecard (BSC), when used as a strategic evaluation tool, has some shortcomings in terms of implementation on a quantitative basis. This study aims to determine the level of performance of a Small and Medium-sized Enterprises (SME), based on its vision and strategies, by integrating the BSC approach with the Analytical Network Process and Fuzzy technique (FANP), covering the measurement and evaluation dimension of the BSC. The proposed model has shown that different units of measure related to performance indicators

under the BSC approach, and performance indicators of different structures, can be consolidated with the FANP. In addition, the proposed model takes into account the business performance based on its vision and the strategies applied to achieve this vision. In this way, it is possible to evaluate from a strategic perspective the business performance in accordance not only with the previous results, but also with the main indicators. The proposed model in the scope of this study was related to a production business, however, it can also be adapted to different businesses.

Keywords: Balanced-Scorecard; fuzzy-logic; strategies; indicators; vision.

1. Introducción

Para lograr que una empresa pueda mantener su nivel de competitividad y éxito en entornos empresariales competitivos, se debe evaluar y seleccionar adecuadamente cada una de las decisiones para mejorar sus ventajas competitivas. La toma de decisiones de criterios múltiples (MCDM) es un técnica eficiente para muchos tipos de problemas de la industria, porque el MCDM usa la toma de decisiones grupales para dar prioridad a las alternativas basadas en expertos en el caso de criterios altamente relevantes para el problema de decisión (Galleguillos et al. 2017).

Las técnicas MCDM abordan problemas cuyas alternativas están predefinidas y el tomador de decisiones clasifica las alternativas disponibles. MCDM ha demostrado ser un campo de estudio prometedor y en crecimiento desde la década del 90 y se han aplicado en los campos de ingeniería, negocios y ciencias sociales. Uno de los métodos clasificados bajo esta técnica (MCDM) más utilizado, es el proceso de red analítica (ANP) desarrollado por (Saaty 1987). ANP permite interrelaciones complejas entre los niveles de decisión y los atributos. El enfoque ANP reemplaza las jerarquías con redes, en las cuales las relaciones entre niveles no se representan fácilmente como superiores o inferiores (Yüksel 2012).

Otra herramienta utilizada para mejorar la competitividad es evaluar estratégicamente a través del Balanced Scorecard (BSC), la principal contribución es el uso de cuatro perspectivas para definir objetivos estratégico y medidas de desempeño: financieros, procesos internos, clientes y crecimiento y Aprendizaje, que están alineados con la misión y la estrategia de la organización (Ernesto Quezada and et al. 2014), pero el BSC tiene algunas deficiencias en términos de implementación sobre una base cuantitativa(Mardani, Jusoh, y Zavadskas 2015).

En general, el proceso de toma de decisiones está sujeto a la escasez de datos y poco conocimiento de factores externos, provocando tomar decisiones bajo incertidumbre. Incluso si los datos están disponibles, los criterios pueden contener definiciones lingüísticas que implican subjetividad, lo que introduce incertidumbre en la toma de decisiones (Tesfamariam, Sadiq, y Najjaran 2010b).

Este estudio tiene como objetivo mejorar la competitividad de una Pequeña y Mediana Empresa (PyME), en función de su visión y estrategias, integrando el enfoque BSC con la técnica FANP (Proceso de Redes analítico difuso). El diseño del documento es el siguiente, la Sección 2 muestra algunas obras relacionadas que se han utilizado como punto de partida para esta investigación. La Sección 3 describe la metodología del estudio. Sección 4 ilustra un caso de estudio que muestra la integración del BSC y FANP;

así como el análisis de resultados de esta integración. Finalmente, se establecen algunas conclusiones y trabajo a futuro en la Sección 5.

2. Artículos Relacionados

Existen muchas técnicas y métodos de control estratégico para evaluar, desde una perspectiva de gestión, los resultados de las actividades realizadas por una empresa. Uno de los métodos que permiten controles periódicos y sistemáticos es el BSC que actúa como un sistema de gestión estratégica en lugar de un método que solo da tácticas (Yüksel 2012).

Mardani et al. señaló que el BSC convencional no logra consolidar varios indicadores de rendimiento. Sugiriendo una técnica de proceso de jerarquía analítica difusa (una técnica de evaluación de criterios múltiples) como solución para este problema. Utilizaron números difusos en su estudio, ya que muchos problemas de evaluación son difusos y vagos por su naturaleza, y FAHP (Proceso analítico jerárquico difuso) puede eliminar dicha confusión e imprecisión (Mardani et al. 2015).

Desde que (Bellman y Zadeh 1970) desarrollaron la teoría del comportamiento de decisión en un entorno difuso, se generaron varios modelos relevantes, y se han aplicado a diferentes campos, como la ingeniería de control, la inteligencia artificial, la ciencia de la gestión y la toma de decisiones de criterios múltiples (MCDM) entre otros. El concepto de combinar la teoría difusa y MCDM se conoce como FMCDM. Varias aplicaciones practicables de la utilización de FMCDM en la evaluación de criterios y la selección de alternativas se demuestran en estudios (Nasrabadi y Sobhanallahi 2015).

Elegir un método adecuado para medir los criterios puede ayudar a los evaluadores y analistas a procesar los casos para determinar la mejor alternativa, por lo que se desarrolló un FMCDM para la evaluación del desempeño del servicio bancario. Basándose en las cuatro perspectivas de un BSC, los resultados del análisis resaltan los aspectos decisivos de los criterios de evaluación, permitiendo clasificar el desempeño bancario y mejorar las brechas (Dinçer y Yüksel 2018).

El concepto FANP es ampliamente recomendado en comparación con el ANP convencional. Esto se debe a los juicios subjetivos del tomador de decisiones que están asociados con la incertidumbre en la evaluación. Por lo que se utiliza un enfoque FANP en el campo de desarrollo/selección de productos (Kazimieras Zavadskas et al. 2016) y como evaluación de diversas estrategias para el desarrollo de nuevos productos (Cheng et al. 2016; Chyu y Fang 2014).

En la literatura, varios estudios han trabajado en la integración del FANP, hay documentos de integración de BSC y FANP; sin embargo, no se encontró estudio basado en esta integración para una PyME. Por lo que el objetivo de este estudio es el desarrollo de la integración y aplicación de BSC y FANP en una PyME.

3. Metodología

Este documento se basa en la integración del BSC y FANP, se formula un procedimiento de seis pasos para su desarrollo.

Paso 1. Red analítica: El desarrollo de la red incluye la descomposición del problema de decisión compleja en elementos manejables más pequeños.

Paso 2. Desarrollar una matriz de juicio difusa utilizando comparaciones por pares. Se genera una matriz de juicio difusa $\left(\tilde{J}\right)$ utilizando un índice de comparación por pares difuso $\left(\widetilde{J_{ij}}\right)$. La comparación por pares se realiza a través de una importancia relativa, usando una escala de la Tabla 1 (Saaty 1980). Para *n* número de elementos de comparación, la matriz de juicio difuso $\left(\tilde{J}\right)$ se puede ver en la ecuación (1):

$$\tilde{J} = \begin{bmatrix} \tilde{j}_{11} & \tilde{j}_{12} & \cdots & \tilde{j}_{1n} \\ \tilde{j}_{21} & \ddots & & \tilde{j}_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \tilde{j}_{n1} & \tilde{j}_{n2} & \cdots & \tilde{j}_{nn} \end{bmatrix} \tilde{J} = \begin{bmatrix} \tilde{j}_{11} & \tilde{j}_{12} & \cdots & \tilde{j}_{1n} \\ \tilde{j}_{21} & \ddots & & \tilde{j}_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \tilde{j}_{n1} & \tilde{j}_{n2} & \cdots & \tilde{j}_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Para entradas diagonales, es decir, $i = j$, $\left(\widetilde{J_{ij}}\right) = 1$. Los elementos de comparación del triángulo superior derecho $\left(\widetilde{J_{ij}}\right)$ deben ser definidos por el tomador de decisiones, mientras que para las entradas de triángulo inferior izquierdo se obtienen tomando recíprocos, es decir, $\widetilde{J_{ij}} = 1/\widetilde{J_{ij}}$. El concepto de factor de fuzificación Δ se muestra en la Tabla 1. Por ejemplo, el valor del factor de fuzificación Δ se supone "1", es decir, $\tilde{3}$, un número triangular difuso (TFN) (2, 3, 4).

Importancia relativa	Escala difusa	Definición
$\tilde{1}$	(1, 1, 1)	Igual importancia
$\tilde{3}$	(3 - Δ, 3, 3 + Δ)	Importancia débil
$\tilde{5}$	(5 - Δ, 5, 5 + Δ)	Importancia esencial o fuerte
$\tilde{7}$	(7 - Δ, 7, 7 + Δ)	Importancia demostrada
$\tilde{9}$	(8, 9, 9)	Importancia extrema
$1/x$	$\left(1/(x+\Delta), 1/x, 1/(x-\Delta)\right)$	

Tabla 1 – Números difusos utilizados para hacer comparaciones por pares

Paso 3. Verificar la consistencia permite asegurar coherencia en las comparaciones por pares de la ecuación 1 las que son propensas a la inconsistencia y errores, ya que depende de la preferencia de las personas (Zahedi 1986). El ANP introduce una medida

de consistencia para evitar este problema y estimar el peso relativo. Se estima el valor propio λ y el vector propio W, resolviendo la formulación *(J - λI)W = 0*. En consecuencia, el valor propio máximo se obtiene por $\lambda_{max} = \max(\lambda)$ (Saaty 1980). El índice de consistencia (IC) indica si un tomador de decisiones proporciona valores consistentes en un conjunto de evaluación, donde *n* es la dimensión de la matriz de juicio. El CI se define como se aprecia en la ecuación 2:

$$IC = \left(\lambda_{max} - n\right) \Big/ \left(n-1\right) \tag{2}$$

La inconsistencia final en las comparaciones por pares se resuelve usando la razón de consistencia *CR = (IC / RI)*100*, donde RI es el índice aleatorio, que se obtiene promediando el IC de una matriz recíproca generada aleatoriamente. El máximo valor aceptado de la CR es del 10% (Saaty 1980).

Paso 4. Calcular los pesos difusos, existen varias técnicas para calcular los pesos difusos, en este estudio se adopta la media geométrica para estimar los pesos. Las operaciones aritméticas difusas (Tesfamariam, Sadiq, y Najjaran 2010a) se calculan sobre matriz *JJ*. La media geométrica se calcula para cada fila $\left(\widetilde{J}_i\right)$ *(J)(J) J̃iJ̃i*. Dado $\left(\tilde{J}\right)$ *(J)(J)* de la ecuación 1, los pesos difusos se calculan como indican las ecuaciones (3-4):

$$\widetilde{\mathrm{J}}_{\mathrm{i}} = \left(\widetilde{j_{i1}} \otimes .... \otimes \widetilde{j_{in}}\right)^{1/n} \tag{3}$$

$$\widetilde{\mathrm{W}}_{\mathrm{i}} = \widetilde{\mathrm{J}}_{\mathrm{i}} \otimes \left(\widetilde{\mathrm{j}}_1 \otimes \ldots \otimes \widetilde{\mathrm{j}}_{\mathrm{n}}\right)^{-1} \tag{4}$$

Paso 5. Obtención de las preferencias finales. Este cálculo se lleva a cabo evaluando cada uno de los criterios con las alternativas. La preferencia global difusa se calcula con la ecuación (5), donde $\tilde{w}_i$ se obtiene de 4 y $\tilde{G}_k$ representa el peso final de cada criterio. El puntaje final $\tilde{F}_{Ai}$,para cada alternativa A_i se obtiene llevando a cabo una suma aritmética difusa sobre cada peso de preferencia global con la ecuación 6.

$$\tilde{G}_k = \tilde{w}_i \cdot \tilde{G}_i \tag{5}$$

$$\tilde{F}_{Ai} = \sum_{k=1}^{n} \tilde{G}k \tag{6}$$

Paso 6. Desfuzificación que implica convertir la puntuación final difusa $\tilde{F}_{Ai}$ en un valor determinista. Varias técnicas se utilizan para la defuzificación, cada técnica extrae diferentes tipos de información (Prodanovic y Simonovic 2002). Este documento

considera la técnica de defuzificación llamada Índice centroide (Yager 1980). Es un centro geométrico $x_O\ (A_i)$ del número difuso de la alternativa A_i, el centro geométrico corresponde a un valor x en el eje horizontal x. Para un TFN dado (a_1, b_1, c_1), el índice centroide se muestra en la ecuación 1.7.

$$x_O(A_i) = \frac{\int_0^1 A_i \mu_{A_i}(x)dx}{\int_0^1 \mu_{A_i}(x)dx} = \frac{(b_1 - a_1)(a_1 + \frac{2}{3}(b_1 - a_1)) + (c_1 - b_1)(b_1 + \frac{1}{3}(c_1 - b_1))}{(b_1 - a_1) + (c_1 - b_1)} \quad (7)$$

Donde A_i es una función de peso que mide la importancia del valor x. El denominador sirve como un factor de normalización cuyo valor es igual al área bajo la función de membresía μ_A para una alternativa A_i. El valor de $x_O\ (A_i)$ es el valor medio ponderado del número difuso A_i. Por lo tanto, cuanto mayor sean los valores de $x_O\ (A_i)$, mejor será la clasificación de una alternativa.

4. Caso de estudio

El caso de estudio es una PyME chilena. Se trata de una imprenta, empresa que es definida por los mismos decisores como creativa, innovadora y flexible en su producción. Su segmento de mercado son negocios pequeños de la ciudad de Rancagua de Chile, generando productos dirigidos a negocios pequeños. A partir de un análisis previo de las 5 fuerzas de Porter, se obtuvo baja valoración en la fuerza "amenaza de los sustitutos", esto muestra que el sector es altamente competitivo y que existe una gran amenaza de productos sustitutos, lo que realza la necesidad de la empresa de mantenerse competitivo en el sector. A continuación, se desarrolla el paso a paso de la integración de BSC y el FANP.

Paso1: Desarrollo de la red: En la Figura 1 se muestra el desarrollo de la red analítica de la PyME con cada uno de los objetivos estratégicos. La perspectiva financiera está compuesta de los nodos A, B, C, la de clientes por D, E, F, la de procesos internos por G, H, I y la de Formación y crecimiento por J, K, L (Ver Figura 1).

Paso 2. Desarrollar matriz de juicio difusa. Se debe desarrollar las comparaciones por cada objetivo estratégico en los distintos niveles del BSC, como ejemplo de todas las comparaciones, la Tabla 2 recoge la comparación por pares de los objetivos estratégicos, D, E y F.

	Mejora en la calidad de Servicios (D)	**Satisfacer requerimiento clientes (E)**	**Aumento de la Fidelización (F)**
Mejora en la calidad de Servicios (D)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(4, 5, 6)
Satisfacer requerimiento clientes (E)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)
Aumento de la Fidelización (F)	(1/7, 1/6, 1/5)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)

Tabla 2 – Valores de la perspectiva de los clientes con mejora en la utilización de activos.

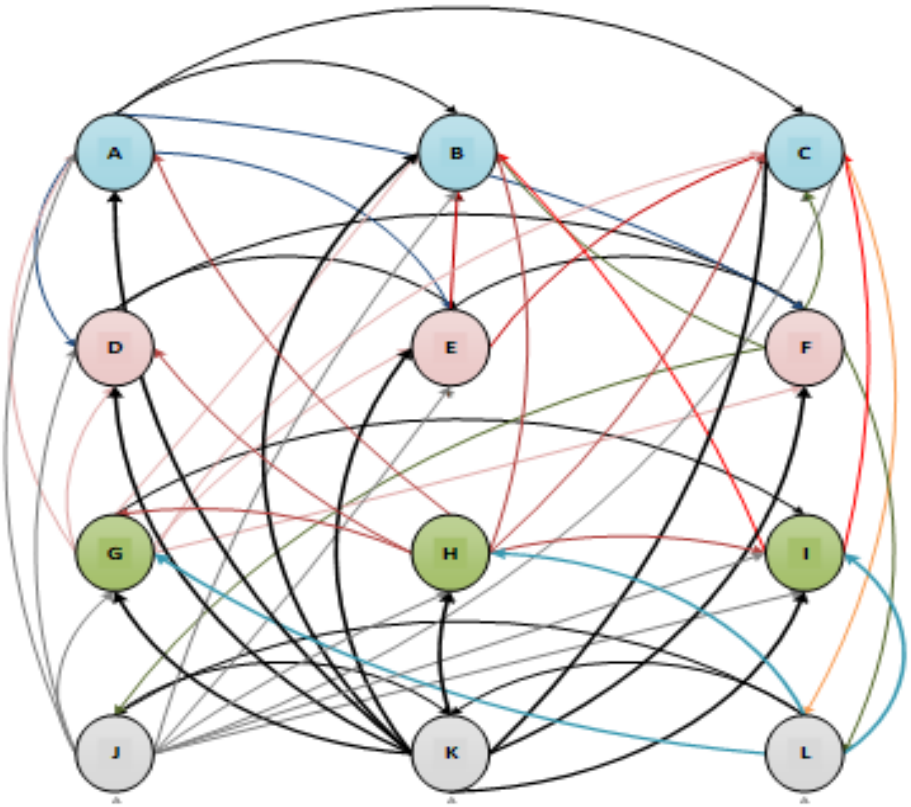


Figura 1 – BSC de PyME (las letras hacen referencia a los objetivos estratégicos), A: Mejorar la utilización de activos, B: Crecimiento de las ganancias, C: Reducción de costos, D: Mejora en la calidad del servicio, E: Satisfacer requerimientos de los clientes, F: Aumento de la fidelización, G: Fortalecimiento de procesos operacionales, H: Mejora en la capacidad instalada, I: Aumento de la productividad; J: Desarrollo de capacidades de los empleados, K: Motivación de los trabajadores, L: Mejora en los puestos de trabajo.

Paso 3. Verificar la consistencia: para el estudio de caso se verifica la inconsistencia de cada uno de los valores obtenidos. Para todos los valores observa que CR es menor a 10%, por ejemplo, para el caso del objetivo estratégico (D) el CR es de 0,0036, la cual es aceptable dado que el máximo definido.

Paso 4. Calcular los pesos difusos, se realiza con las ecuaciones (4) y (5) comparando los objetivos de acuerdo a la red de la Figura1, como ejemplo, se muestra la comparación de Mejora en la calidad de Servicios D.

$$\tilde{J}_D = \left(\tilde{1} \otimes \tilde{3} \otimes \tilde{5}\right)^{1/3} = \left[(1,1,1) \otimes (2,3,4) \otimes (4,5,6)\right]^{1/3} = (2,0;2,5;2,9) \Rightarrow$$

$$\tilde{w}_D = \tilde{J}_1 \otimes \left(\tilde{j}_1 \oplus \tilde{j}_2 \oplus \tilde{j}_3\right)^{-1} = (0,43;0,63;0,89)$$

Paso 5 y 6: Cálculo de los pesos de cada objetivo estratégico y la desfuzificación los que se muestran en la tabla 3.

	Objetivos Estratégicos	a_i	b_i	c_i	$x_0(A_i)$*100
Financiera	Mejorar la utilización de activos (A)	0,03	0,04	0,05	3,8%
	Crecimiento de las ganancias (B)	0,08	0,11	0,16	11,8%
	Reducción de costos (C)	0,10	0,15	0,21	15,1%
Clientes	Mejora en la calidad del servicio (D)	0,07	0,11	0,15	11,2%
	Satisfacer requerimientos de los clientes (E)	0,03	0,05	0,07	4,9%
	Aumento de la fidelización (F)	0,02	0,02	0,03	2,3%
Procesos internos	Fortalecimiento de procesos operacionales (G)	0,05	0,07	0,10	7,6%
	Mejora en la capacidad instalada (H)	0,03	0,04	0,06	4,4%
	Aumento de la productividad (I)	0,07	0,10	0,14	10,1%
Formación crecimiento	Desarrollo de capacidades de los empleados (J)	0,05	0,08	0,11	7,9%
	Motivación de los trabajadores (K)	0,02	0,03	0,05	3,5%
	Mejora en los puestos de trabajo (L)	0,12	0,17	0,25	18,0%
	Total				100,0%

Tabla 3 – Pesos globales de los objetivos estratégicos y la desfuzificación

La tabla 3 muestra los valores difusos finales para cada objetivo estratégico en las columnas ai, bi y ci, luego la columna $x_0(A_i)$*100 muestra la desfuzificación a través del método del centro geométrico de cada objetivo. Se observa que el objetivo estratégico con más alta puntuación es Mejora en los puestos de trabajo (18%) lo que indica, que si los decisores enfocan los esfuerzos (monetarios y de recursos humanos) en optimizar los indicadores de ese objetivo estratégico, el rendimiento de la empresa mejoraría casi en un 20%, impactando a su vez una mejora en la competitividad.

5. Conclusión y Trabajos Futuros

El proceso de toma de decisiones está sujeto a la escasez de datos y la falta de conocimiento y subjetividad. En el estudio la metodología FANP logro integrar la actitud del tomador de decisiones, así como la confianza en el proceso final de toma de decisiones. Finalmente se establece que el objetivo estratégico más importante y que influye mayormente en el BSC es Mejora en los puestos de trabajo, por lo que se les señala a los decisores deben enfocarse en este objetivo estratégico, para influir en una mejora general en todo el BSC.

Como trabajos futuros que abre esta investigación se debe evaluar otros métodos de desfuzificación como el cálculo de la utilidad total en las PYMEs.

Referencias

Bellman, R. E., y L. A. Zadeh. 1970. «Decision-Making in a Fuzzy Environment». *Management Science* 17(4):B-141-B-164.

Cheng, Haibo, Peng Zeng, Lingling Xue, Zhao Shi, Peng Wang, y Haibin Yu. 2016. «Manufacturing Ontology Development Based on Industry 4.0 Demonstration Production Line». Pp. 42–47 en *2016 Third International Conference on Trustworthy Systems and their Applications (TSA)*. IEEE.

Chyu, Chiuh-Cheng, y Ying-Chieh Fang. 2014. «A Hybrid Fuzzy Analytic Network Process Approach to the New Product Development Selection Problem». *Mathematical Problems in Engineering* 2014:1–13.

Dinçer, Hasan, y Serhat Yüksel. 2018. «Comparative Evaluation of BSC-Based New Service Development Competencies in Turkish Banking Sector with the Integrated Fuzzy Hybrid MCDM Using Content Analysis». *International Journal of Fuzzy Systems* 20(8):2497-2516.

Ernesto Quezada and, Luis, Pedro Ivan Palominos, Rosa E. Galleguillos, y Alexis H. Olmedo. 2014. «A Method for Generating Strategy Maps Using ANP». *Journal of Manufacturing Technology Management* 25(8):1090-1104.

Galleguillos, Rosa, Santiago Altamirano, Marcelo V. Garcia, Federico Perez, y Marga Marcos. 2017. «Low cost CPPs for industrial control under FAHP algorithm». Pp. 1–4 en *2017 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*. IEEE.

Kazimieras Zavadskas, Edmundas, Edmundas Kazimieras Zavadskas, Jurgita Antucheviciene, Hojjat Adeli, Zenonas Turskis, y Hojjat Adeli. 2016. «Hybrid Multiple-Criteria Decision-Making Methods: A Review of Applications in Engineering». *Scientia Iranica* 23(1):1-20.

Mardani, Abbas, Ahmad Jusoh, y Edmundas Kazimieras Zavadskas. 2015. «Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Techniques and Applications – Two Decades Review from 1994 to 2014». *Expert Systems with Applications* 42(8):4126-48.

Nasrabadi, M., y M. A. Sobhanallahi. 2015. «Development Of Organizational Strategies By Fuzzy Logic And Mcdm (fmcdm) Case Study Distribution Of Book Of Marv Eghlim Roshan Company». *Journal of Mathematics and Computer Science* 15(02):159-66.

Prodanovic, Predrag, y Slobodan P. Simonovic. 2002. «Comparison of fuzzy set ranking methods for implementation in water resources decision-making». *Canadian Journal of Civil Engineering* 29(5):692-701.

Saaty, R. W. 1987. «The Analytic Hierarchy Process—What It Is and How It Is Used». *Mathematical Modelling* 9(3-5):161-76.

Saaty, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill Book Co.

Tesfamariam, Solomon, Rehan Sadiq, y Homayoun Najjaran. 2010a. «Decision Making Under Uncertainty. An Example for Seismic Risk Management». *Risk Analysis* 30(1):78-94.

Tesfamariam, Solomon, Rehan Sadiq, y Homayoun Najjaran. 2010b. «Decision Making Under Uncertainty—An Example for Seismic Risk Management». *Risk Analysis* 30(1):78-94.

Yager, Ronald R. 1980. «On a general class of fuzzy connectives». *Fuzzy Sets and Systems* 4(3):235-42.

Yüksel, Ihsan. 2012. «Developing a Multi-Criteria Decision Making Model for PESTEL Analysis». *International Journal of Business and Management* 7(24):p52.

Zahedi, Fatemeh. 1986. «Group Consensus Function Estimation When Preferences are Uncertain». *Operations Research* 34(6):883-94.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/10/2020
Aceitação/Acceptance: 05/12/2020

Sistema de realidad aumentada para la enseñanza de matemática en tiempos de COVID-19

Jose E. Naranjo[1], Angel Robalino-López[2], Andrea Alarcon-Ortiz[3], Alex E. Peralvo[4], Robinson J. Romero[4], Marcelo V. Garcia[5]

jnaranjo0463@uta.edu.ec; arobalino@institutovvc.edu.ec; aalarcon@institutos.gob.ec; aeperalvoa@istx.edu.ec; rjromerob@istx.edu.ec; mgarcia294@ehu.eus.

[1] Universidad Técnica de Ambato, 180103, Ambato, Ecuador.

[2]Instituto Superior Tecnológico Victoria Vásconez Cuvi, 050103, Latacunga, Ecuador

[3]Instituto Superior Tecnológico Guayaquil, 180205, Ambato, Ecuador

[4]Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi, 050102, Latacunga, Ecuador

[5] University of Basque Country, 48013, Bilbao, Spain.

Pages: 530-541

Resumen: A medida que continúa la rápida propagación del coronavirus, las escuelas a nivel global se han visto obligadas a cerrar sus puertas. Los cierres durante la pandemia COVID-19 han llevado a muchos sistemas escolares a encontrar formas innovadoras de llegar y enseñar a sus estudiantes. Una de las principales formas de hacerlo es mediante la educación virtual. Este artículo desarrolla un sistema de Realidad Aumentada (RA), basado en el método Singapur para la enseñanza de ciencias exactas de manera fácil, entretenida y didáctica para la correcta resolución de problemas matemáticos referentes a figuras geométricas. Como resultado se obtienen que los estudiantes mejoran su promedio académico al usar este tipo de herramientas.

Palabras-clave: COVID-19, Realidad aumentada, Educación, Método Singapur, Matemáticas.

Augmented reality system for teaching mathematics during COVID-19's times

Abstract: As the rapid spread of the coronavirus continues, schools globally have been forced to close their doors. The closures during the COVID-19 pandemic have prompted many school systems to find innovative ways to reach and teach their students. One of the main ways to do this is through virtual education. This article develops an Augmented Reality (AR) system, based on the Singapore method for teaching exact sciences in an easy, entertaining, and didactic way for the correct resolution of mathematical problems related to geometric figures. As a result, students improve their academic average when using these types of tools.

Keywords: COVID-19, Augmented reality, Education, Singapore Method, Mathematics.

1. Introducción

La crisis actual provocada por el COVID-19 es un hecho inédito. La mayoría de la población, a nivel mundial, se encuentra confinada en sus hogares con la incertidumbre de cuando se podrá volver a la normalidad. Debido a esto es imprescindible adaptarse a nuevas formas de vida y al uso de herramientas tecnológicas que permitan, salvaguardando la integridad personal, retomar las actividades a las que estábamos acostumbrados. Todas las áreas, tanto a nivel industrial como académico, se han visto afectadas (Reeves, Lang, & Carlsson-Szlezak, 2020). Este es el caso de Ecuador, que mediante acuerdo ministerial declaró estado de emergencia sanitaria el 11 de marzo. Mediante esta resolución, se suspendió la jornada laboral para el sector público y privado, así como también se ordenó el cierre de instituciones educativas (El Comercio, 2020).

Suspender las actividades académicas de esta manera tan repentina, provocó que se pase de un modo "presencial" a un modo "en línea", y se cambie la forma de educación, i.e., pasar de un sistema de enseñanza-aprendizaje, en el cual el actor principal era el docente, a un sistema basado en el estudiante. De esta manera, el profesor ya no será considerado solamente como un "transmisor de conocimiento", se convertirá en un facilitador y participará en el proceso de aprendizaje conjuntamente con el estudiante. A pesar de que este nuevo rol no resta la importancia de los docentes, si requiere que exista profesionales capacitados, con vocación y aptos para afrontar el cambio (Goodyear & Dudley, 2015).

Estas decisiones se han tenido que sobrellevar en poco tiempo, sin tener una planificación estratégica ni malla curricular apta para esta nueva modalidad de trabajo (García-Peñalvo, Corell, Abella-García, & Grande, 2020). Por otra parte, debido a las escasas habilidades, de docentes y autoridades para afrontar el cambio se ha puesto en evidencia algunas falencias de nuestro sistema educativo, i) accesibilidad: no toda la población posee los recursos necesarios como internet o dispositivos electrónicos para recibir clases virtuales, ii) tiempo de uso: las personas que si poseen acceso tecnológico, tienen que compartir estos recursos con los miembros de su familia, iii) capacitación: relacionada con la escasa educación de docentes y estudiantes en el uso de plataformas de videoconferencia, así como para impartir sus conocimientos a través de contenidos digitales, y; iv) predisposición: concerniente a la voluntad de estudiantes y docentes de involucrarse con dispositivos y herramientas tecnológicas para la adquisición de conocimientos (Enguita, 2020).

Esta situación se agrava más cuando nos enfocamos en la enseñanza de ciencias exactas en la educación media, ya que, si antes existían problemas como, el poco dominio del contenido, carencia de una didáctica sólida y conformismo por parte del sistema educativo, con la emergencia sanitaria que el país se encuentra atravesando, la enseñanza de estas cátedras ha quedado totalmente abandonada (Clement, 2017).

Enviar video tutoriales descargados de internet, digitalizar contenidos, asignar una carga exagerada de trabajo o enviar material de lectura, no pueden ser consideradas como un correcto método de enseñanza en línea. Debido a esto, este artículo propone el desarrollo de un sistema de realidad aumentada, basado en el método Singapur para la enseñanza de ciencias exactas. El sistema propuesto permite, a través de varios entornos

desarrollados en Unity 3D, aprender de manera fácil, entretenida y didáctica la correcta resolución de problemas matemáticos referentes a figuras geométricas. El propósito de este experimento se basa en motivar tanto a estudiantes como docentes, a través del uso de herramientas y tecnologías modernas, a adaptarse a la "nueva normalidad" que estamos viviendo.

Este artículo se encuentra dividido en 7 secciones incluyendo la introducción. La sección 2 presenta un compendio de trabajos relacionados sobre metodologías innovadoras de enseñanza en el contexto del COVID-19, la sección 3 presenta conceptos claves para el entendimiento y contextualización de esta investigación, el caso de estudio es presentado en la sección 4, mientras la implementación de la propuesta de solución se presenta en la sección 5. En la sección 6 se discuten los resultados de la implementación del sistema RV y, finalmente, en la sección 7 se discuten las conclusiones y trabajos futuros.

2. Obras relacionadas

El objetivo de esta sección es presentar la metodología con la que otros autores han desarrollado soluciones, buenas prácticas, lineamientos o sistemas innovadores dentro del campo de la docencia, ya sea para mejorar la metodología de enseñanza o para afrontar el desarrollo de académico en el contexto del COVID-19.

Bell (Bell & Fogler, 2015), propone un programa de realidad virtual denominado "Vicher" (Virtual Chemical Reaction module por sus siglas en inglés), el cual se encuentra enfocado en el aprendizaje de ingeniería química. Este módulo virtual aborda cada una de las cinco dimensiones de los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman: i) escala sensorial, ii) escala visual, iii) escala inductiva, iv) activa, y; v) escala secuencial. Además, contiene varios escenarios que enfrentan a los estudiantes con situaciones reales del mundo profesional.

Brítez (Brítez, 2020), presenta un análisis en el que se demuestra que los docentes, especialmente de educación básica y educación media, no se encuentran preparados para el uso de recursos tecnológicos y mucho menos para la aplicación de nuevas estrategias de enseñanza. Este estudio, llevado a cabo en Paraguay, concluye que, el cambio drástico de clases presenciales a clases virtuales puede repercutir de manera negativa en docentes, estudiantes e instituciones de aprendizaje, además, recalca que la mejor forma de combatir la carencia de conocimiento, es la capacitación continua.

Roussou (Roussou, Oliver, & Slater, 2006), plantea el uso de un simulador virtual, "Virtual Playground", para realizar una comparación entre entornos inmersivos e interactivos y entornos no inmersivos. El experimento, llevado a cabo en más de 55 estudiantes de educación primaria, muestra que la exploración, actuación e intervención directa del estudiante con cada entorno desarrollado, mejoran el proceso de aprendizaje conceptual. Sin embargo, se establece que el estudio requiere de la realización de varias pruebas más, esto con la finalidad de confirmar los resultados obtenidos.

Liou (Liou & Chang, 2018), expone el desarrollo de un aula completamente diseñada en realidad virtual, con el objetivo de mejorar el proceso de aprendizaje y calificaciones de estudiantes en educación media. Se tomó una muestra de 105 personas de diferentes

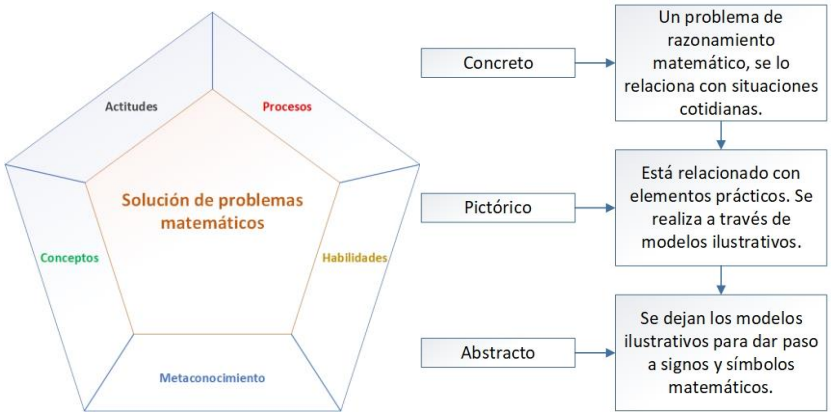
colegios de Taiwán, y se los dividió en tres grupos de 35 personas cada uno, un grupo de control y dos grupos experimentales. Los resultados obtenidos mostraron un incremento significativo en la motivación para aprender, así como una mejoría en su rendimiento académico. Como se puede apreciar, existen varios trabajos que exponen metodologías variadas y didácticas para aplicarlas al ámbito educativo, sin embargo, no existe literatura que muestre el enfoque de estas herramientas en el contexto del COVID-19.

3. Estado del arte

3.1. Método Singapur

Este método fue creado en 1982 por el Instituto Nacional de Educación (INE), pero se dio a conocer a través de una investigación realizada en 2007 por el propietario de Amazon, Jeff Bezos. Propone una forma de aprendizaje entretenido y didáctico, primordialmente aplicado en los niveles de educación primaria y secundaria. Este método, plantea a las ciencias exactas desde una perspectiva comparativa, es decir, relacionar conceptos y ejercicios matemáticos con situaciones del mundo real (Ng & Lee, 2009).

La idea es enfocarse en la resolución de problemas y comprender el razonamiento lógico detrás de esto, en lugar de memorizar el procedimiento para llegar a un resultado. La estructura de este método, define a la resolución de problemas matemáticos, como una consecución de habilidades, actitudes, procesos, conceptos y metaconocimiento (Ver figura 1a). Esta metodología se basa en el enfoque C-P-A (concreto, pictórico, abstracto), y tiene el objetivo de mostrar visualmente a cualquier problema numérico, para de esta manera, mejorar el razonamiento lógico, crítico y creativo de los estudiantes (Ver figura 1b) (Morin, 2019).



a – Estructura del Método Singapur b – Enfoque CPA

Figura 1 – Estructura del Método Singapur

3.2. Realidad aumentada

Dentro de la incorporación de nuevas herramientas a la educación, se encuentra la RA. Esta tecnología ha permitido que las clases convencionales pasen de ser centros de aprendizaje netamente teóricos, a espacios con mayor motivación e interacción por parte de los estudiantes (Ping, Liu, & Weng, 2019). Se la puede definir como la mezcla del mundo real con un mundo digital. Permite la interacción directa o indirecta de nuestro entorno, mediante algún dispositivo externo (celular, gafas de realidad aumentada, tabletas, etc.), con elementos generados por computadora (Kuang & Bai, 2019; José E. Naranjo, Ayala, Altamirano, Brito, & Garcia, 2018).

El propósito de RA es simplificar la vida del usuario al mostrar información, no solo de su entorno inmediato, sino también de cualquier visión indirecta del entorno en el que se encuentra (Carmigniani et al., 2011). De esta forma, los datos proporcionados por los objetos virtuales, orientan a los estudiantes para solucionar problemas y tomar decisiones, ofreciendo una retroalimentación didáctica de su progreso.

3.3. Unity 3D

Unity 3D es un motor gráfico multiplataforma, que fue creado en un principio solo para videojuegos. En los últimos años, este software se ha transformado en una de las herramientas más poderosas para desarrollar realidad virtual y realidad aumentada ("Unity," 2020). Su versatilidad e interfaz intuitiva, han sido aprovechadas para realizar entornos inmersivos y no inmersivos para capacitación industrial, enseñanza de ciencias exactas e incluso medicina (Cartagena, Naranjo, Saltos, Garcia, & Garcia, 2019; José E. Naranjo et al., 2018).

Uno de los puntos fuertes de Unity 3D es el hecho de que, a nivel mundial, tiene una gran comunidad de usuarios. Esto permite acceder, de forma inmediata, a documentación y guías de cómo utilizarlo. Por otra parte, como otra ventaja de Unity 3D, se puede mencionar que, trabaja con hojas de programación basadas en C#, permitiendo de esta manera, modificar o brindar un comportamiento deseado a los objetos virtuales con los que se está trabajando (Montalvo, Bologna, Jorda-H, Ortiz, & Garcia, 2020).

3.4. Experiencia de usuario

Con la finalidad de evaluar desde una perspectiva humana, las características del sistema diseñado, la satisfacción del usuario con respecto a la aplicación RA y el contexto dentro del cual se desarrolla la interacción entre el usuario y el sistema, se empleó el método desarrollado por (Irshad & Rambli, 2016).

Este método se lo define como una herramienta de diagnóstico para investigadores que desarrollan o mejoran interfaces RA. De esta manera, es posible recopilar información sobre la usabilidad de las interfaces directamente de los usuarios, analizarla y emitir un criterio sólido sobre la usabilidad general del sistema. La Tabla 1 presenta cada factor para tener en cuenta.

Factor	Elementos
Contenido	Relevante, proporciona al usuario el lugar correcto del contenido, estabilidad 3D, control del usuario sobre el contenido.
Funcionalidad y desempeño	Confiable, útil, soporte al usuario, útil dentro del contexto social actual, personalización, características versátiles.
Presentación	Menús amigables, facilidad de uso, interacción directa, facilidad de aprendizaje.
Interacción	Intuición, simplicidad, interacción positiva.

Tabla 1 – Factores de usabilidad para aplicaciones RA

4. Caso de estudio

Dentro del campo de las ciencias exactas, la educación ecuatoriana siempre ha mostrado un desenvolvimiento deficiente. De hecho, según el estudio realizado por el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), se encontraron grandes falencias en los estudiantes y sistema educativo en el área de matemática. Los resultados obtenidos en las pruebas PISA-D 2018, aplicadas a 6018 estudiantes de 173 escuelas en el país, fueron desfavorables. El rendimiento promedio fue de 377 de 1000, es decir, 70.9% de los estudiantes en Ecuador, no alcanzó el nivel básico (EL Universo, 2019).

El caso de estudio se centra en una unidad educativa en la ciudad de Ambato-Ecuador. Este centro de aprendizaje ofrece una educación de calidad, que guía a sus alumnos para convertirse en profesionales éticos, manteniendo una malla curricular actualizada y adecuada para el crecimiento ideal del estudiante. Sin embargo, debido a la crisis sanitaria que está viviendo el país, los docentes se vieron forzados a impartir sus conocimientos de forma remota-virtual, adaptándose a metodologías y herramientas de las que poseían escaso o nulo conocimiento.

El objetivo de este estudio de caso es, comparar dos formas de enseñanza a distancia. i) Metodología 1, se basa en la enseñanza adoptada como convencional en esta "nueva normalidad", es decir, el uso de software de videollamadas y reuniones virtuales como Zoom o Skype, para que, conjuntamente con aulas virtuales como Moodle o Google Classroom, el docente pueda impartir su conocimiento, enviar tareas, reforzar lo visto en clase con material de apoyo y evaluar al estudiante (Ver figura 2). ii) Metodología 2, aquí, se hace uso del método Singapur a través de una aplicación de realidad aumentada enfocada específicamente en la resolución y aprendizaje de problemas con figuras geométricas. La interacción entre el usuario y el sistema desarrollado, requiere precisión y estabilidad, para lo cual se empleó el software Unity 3D conjuntamente con su complemento RA, Vuforia. Por otra parte, también se plasmó la necesidad de que el hardware disponible sea de bajo costo, por lo que la aplicación de realidad aumentada, fue diseñada para que sea compatible con cada celular o tableta de los estudiantes (Ver figura 3).

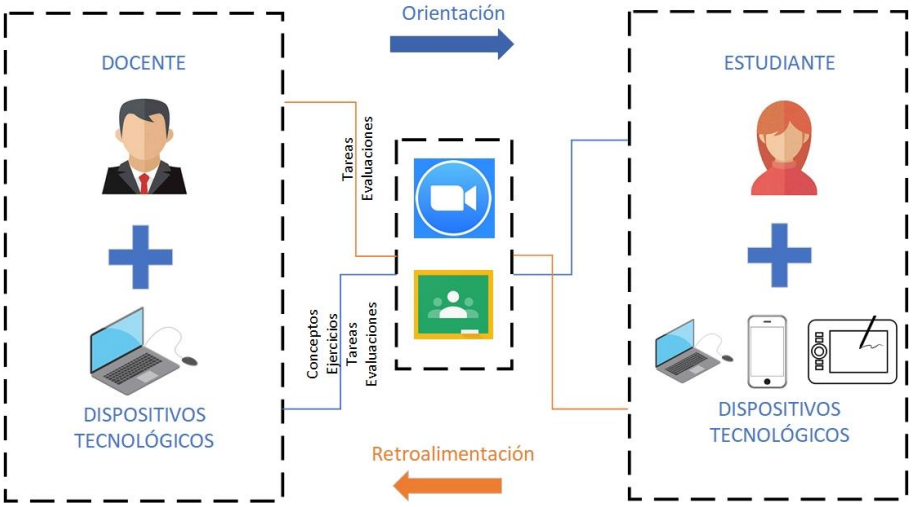


Figura 2 – Metodología 1: Enseñanza convencional

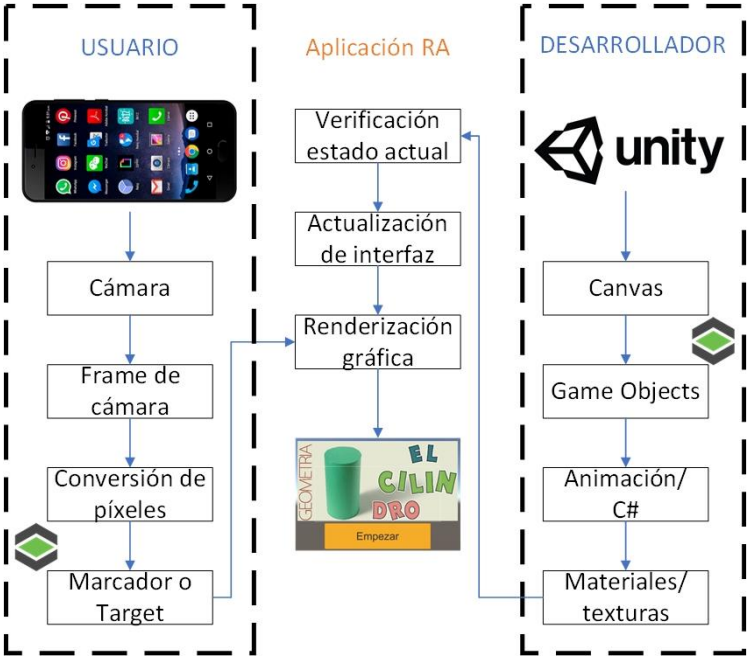


Figura 3 – Metodología 2: Enseñanza propuesta

5. Implementación de la propuesta de solución

5.1. Desarrollo de interfaces

Los entornos virtuales desarrollados en esta investigación, tienen la intención de replicar un proceso de enseñanza matemática centrado en el método Singapur y siguiendo el enfoque de CPA tanto como sea posible. Para esta propuesta, se utilizó el software Unity 3D, ya que presenta flexibilidad para la creación de cualquier tipo de entorno.

El sistema propuesto, posee 5 niveles de interacción, i) Inicio: aquí el estudiante debe escoger el tipo de figura geométrica con la que desea trabajar (cilindro, esfera o cono), ii) ¿Qué figuras conocidas son cilindros/esferas/conos?, dependiendo de la selección del usuario, se lo va a dirigir a un entorno donde comienza el enfoque CPA del método Singapur. Este nivel corresponde a la parte concreta del aprendizaje, en donde se relaciona los conceptos abstractos-matemáticos con elementos del mundo real. El estudiante va a ser capaz de adquirir la destreza para identificar, dentro de su entorno, las figuras geométricas propuestas, iii) ¿Qué es el cilindro/esfera/cono?, se reproduce un audio que explica el concepto y la utilidad de la figura geométrica seleccionada, además, se ha desarrollado una animación 3d de la figura escogida. Este entorno corresponde a la parte pictórica del método Singapur, iv) ¿Cómo calcular su volumen?, y, v) ¿Cómo calcular su área?, con estos dos niveles, se da paso a la parte abstracta del estudio, es decir, el estudiante, a través de la interpretación de un video, va a ser capaz de resolver problemas mediante fórmulas matemáticas (Ver figura 4).

5.2. Desarrollo del experimento

Para llevar a cabo esta investigación, se diseñó un experimento con estudiantes que pertenecen al décimo año de educación básica de la unidad educativa antes mencionada. 80 alumnos aceptaron de manera voluntaria la invitación a participar en el estudio y se los dividió en dos grupos de 40 estudiantes cada uno, estableciendo de esta forma un grupo de control y un grupo experimental (n=40).

El experimento consistió en dos etapas. La primera etapa fue el uso del sistema de realidad aumentada basada en el método Singapur, mientras que la segunda etapa se enfocó en la evaluación de aceptación del sistema RA propuesto. Esta última, como en otros estudios de realidad aumentada y realidad virtual, se llevó a cabo a través de una encuesta (Kim, Lee, Cho, Koo, & Kim, 2017; J.E. Naranjo et al., 2019). El cuestionario se dividió en dos secciones, i) información demográfica y ii) factores de experiencia de usuario. Las respuestas de los participantes se establecieron de acuerdo a la escala Likert: (1) muy en desacuerdo, (2) en desacuerdo, (3) indiferente, (4) de acuerdo, (5) muy de acuerdo. Las siguientes preguntas se incluyeron en la encuesta:

1. ¿El contenido de la aplicación RA fue relevante y se encontraba estratégicamente ubicado?
2. ¿El usuario siempre tuvo control sobre el contenido presentado?
3. ¿El sistema RA propuesto brindó una retroalimentación adecuada en todo momento?
4. ¿El sistema RA propuesto presentó una solución educativa de utilidad dentro del contexto del COVID 19?

5. ¿El sistema RA propuesto presentó una interfaz amigable y de fácil utilización?
6. ¿El sistema RA propuesto mejoró el proceso de aprendizaje sobre figuras geométricas (cuerpos redondos)?
7. ¿El sistema RA propuesto es intuitivo?
8. ¿El sistema RA propuesto permitió interactuar con las interfaces programadas de una manera simple y natural?

6. Discusión de resultados

Una vez que se aplicó el sistema RA propuesto, se evaluó al grupo experimental a través de Formularios de Google. Se plantearon 10 preguntas, con valoración de un punto cada una, concernientes al tema de cuerpos redondos. Las preguntas planteadas en esta evaluación fueron las mismas que se establecieron para el grupo de control. En la figura 5, se puede observar la comparación de calificaciones existentes entre la enseñanza a través de la metodología 1 y la metodología 2.

El grupo de control, el cual recibió una clase de forma convencional (a través de un software de videollamadas), obtuvo una calificación promedio de 7.93. Por otra parte, el grupo experimental obtuvo una nota promedio de 8.98. De esta forma, se demuestra que la metodología 2 (aplicación del sistema RA a través del método Singapur), presenta una forma de enseñanza que permite al estudiante a mejorar su razonamiento lógico-matemático, captar la teoría y ejercicios de mejor manera y aumentar su capacidad para recordar conocimientos técnicos e incrementar, en un 10.52%, su aprovechamiento académico.

La tabla 2, muestra la información demográfica de los estudiantes tomados en cuenta, tanto para el grupo de control como para el grupo experimental. Del total de estudiantes que conformaron el grupo experimental, los hombres representaron el 62.5%, mientras que las mujeres el 37.5%. 65% de los participantes se encontraron en el rango de 13 a 14 años de edad y 35% pertenecían al rango de 14 a 15 años de edad. Por otra parte, el grupo de control se conformó por el 80% de hombres y el 20% de mujeres. 65% de estos estudiantes tenían edades entre 13 y 14 años, mientras que el resto de participantes se ubicaron en el intervalo de 14 a 15 años de edad.

Rango de edad	Hombre	Mujer	Grupo
13 -14	20	6	Control
	17	9	Experimental
14-15	12	2	Control
	8	6	Experimental

Tabla 2 – Información demográfica de los estudiantes participantes

Al igual que otros trabajos desarrollados en el área de herramientas digitales como realidad virtual y realidad aumentada (Fitzgerald, Kelly, Ward, Markham, & Caulfield, 2008; J.E. Naranjo et al., 2019; Sutcliffe & Kaur, 2000), los resultados de la encuesta fueron analizados a través de la media aritmética y desviación estándar. La tabla 3

muestra los valores obtenidos a través de la encuesta realizada a los estudiantes del grupo experimental. Se puede observar que los valores de la media aritmética son superiores a 3.70 con desviaciones estándar iguales o menores a 0.65. Esto indica que los participantes involucrados en el experimento, consideran al sistema RA interactivo y de fácil uso, aceptando su usabilidad para fines de aprendizaje matemático.

Pregunta	Media aritmética	Desviación estándar
1	4.35	0.63
2	3.80	0.50
3	4.00	0.62
4	4.50	0.46
5	4.40	0.57
6	4.56	0.65
7	3.70	0.59
8	3.93	0.60

Tabla 3 – Estadística descriptiva del grupo experimental

7. Conclusiones y trabajos futuros

Se ha presentado un sistema de realidad aumentada, basado en el método Singapur, para la enseñanza de ciencias exactas. El sistema propuesto fue evaluado mediante un grupo experimental de estudiantes pertenecientes a una institución de educación media ubicada en la ciudad de Ambato-Ecuador.

Se ha comprobado que este tipo de sistemas son de gran ayuda para los docentes en el contexto de la "nueva normalidad" en la que nos encontramos. La RA se presentó como una alternativa viable en esta investigación, ya que direccionó al estudiante a comprender de mejor manera los conocimientos impartidos por su tutor. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que, para que estas nuevas metodologías de enseñanza tengan éxito, es imprescindible que todos los actores involucrados presenten el interés necesario.

Como trabajos futuros, se propone la expansión del sistema de realidad aumentada. Se plantea aumentar la variedad de contenido, abordando más temas dentro de las ciencias exactas e incrementando módulos relacionados a otras asignaturas. Finalmente, también se ha visto la necesidad de mejorar la interfaz de usuario, con el objetivo de que sea más intuitiva, con contenido mejor ubicado y que proporcione una mejor retroalimentación.

Agradecimientos: *Los autores agradecen al Instituto Tecnológico Victoria Vásconez Cuvi por apoyar al desarrollo de esta investigación.*

Referencias

Bell, J. T., & Fogler, H. S. (2015). The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool, (September), 12.

Brítez, M. (2020). La educación ante el avance del COVID-19 en Paraguay . Comparativo con países de la Triple Frontera. Pre- Print Em Analise.

Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. Multimedia Tools and Applications, 51(1), 341–377. https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6

Cartagena, P. D., Naranjo, J. E., Saltos, L. F., Garcia, C. A., & Garcia, M. V. (2019). Multifunctional Exoskeletal Orthosis for Hand Rehabilitation Based on Virtual Reality. Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 884). https://doi.org/10.1007/978-3-030-02828-2_16

Clement, G. F. (2017). Exploring the Influence of the Singapore Modeling Method on Prospective Elementary Teachers in a University Mathematics Course.

El Comercio. (2020). ¿Cómo avanza la curva de reportes de emergencias en el contexto de la crisis sanitaria por covid-19 en Ecuador?

EL Universo. (2019). Ecuador reprobó en Matemáticas en evaluación internacional.

Enguita, F. (2020). Una pandemia imprevisible ha traído la brecha previsible. Retrieved from https://blog.enguita.info/2020/03/una-pandemia-imprevisible-ha-traido-la.html

Fitzgerald, D., Kelly, D., Ward, T., Markham, C., & Caulfield, B. (2008). Usability evaluation of e-motion: A virtual rehabilitation system designed to demonstrate, instruct and monitor a therapeutic exercise programme. 2008 Virtual Rehabilitation, IWVR, 144–149. https://doi.org/10.1109/ICVR.2008.4625151

García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande, M. (2020). Online Assessment in Higher Education in the Time of COVID-19. Education in the Knowledge Society (EKS), 21, 1–26.

Goodyear, V., & Dudley, D. (2015). "I'm a Facilitator of Learning!" Understanding What Teachers and Students Do Within Student-Centered Physical Education Models. Quest, 67(3), 274–289. https://doi.org/10.1080/00336297.2015.1051236

Irshad, S., & Rambli, D. R. A. (2016). Preliminary user experience framework for designing mobile augmented reality technologies, (Icidm), 1–4. https://doi.org/10.1109/idm.2015.7547833

Kim, S.-U., Lee, K., Cho, J.-H., Koo, K.-C., & Kim, S. B. (2017). Toward an Evaluation Model of User Experiences on Virtual Reality Indoor Bikes. European Scientific Journal, 7881(June), 1857–7881. Retrieved from http://eujournal.org/index.php/esj/article/viewFile/9394/8917

Kuang, Y., & Bai, X. (2019). The feasibility study of augmented reality technology in early childhood education. 14th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2019, (Iccse), 172–175. https://doi.org/10.1109/ICCSE.2019.8845339

Liou, W. K., & Chang, C. Y. (2018). Virtual reality classroom applied to science education. 2018 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology, IT 2018, 2018-Janua, 1–4. https://doi.org/10.1109/SPIT.2018.8350861

Montalvo, W., Bologna, J. K., Jorda-H, E., Ortiz, A., & Garcia, M. V. (2020). Sistema de realidad aumentada para la enseñanza de calibración e instrumentación industrial. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, 29, 15.

Morin, A. (2019). Singapore Math Teaching Strategies and Materials. Retrieved from https://www.verywellfamily.com/what-is-singapore-math-620985

Naranjo, J.E., Urrutia Urrutia, F., Garcia, M. V., Gallardo-Cardenas, F., Franklin, T. O., & Lozada-Martinez, E. (2019). User experience evaluation of an interactive virtual reality-based system for upper limb rehabilitation. In 2019 6th International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2019. https://doi.org/10.1109/ICEDEG.2019.8734389

Naranjo, José E., Ayala, P., Altamirano, S., Brito, G., & Garcia, M. V. (2018). Intelligent Oil Field Approach Using Virtual Reality and Mobile Anthropomorphic Robots (pp. 467–478). https://doi.org/10.1007/978-3-319-95282-6_34

Ng, S. F., & Lee, K. (2009). The model method: Singapore children's tool for representing and solving algebraic word problems. Journal for Research in Mathematics Education, 40(3), 282–313.

Ping, J., Liu, Y., & Weng, D. (2019). Comparison in depth perception between virtual reality and augmented reality systems. 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, VR 2019 - Proceedings, 1124–1125. https://doi.org/10.1109/VR.2019.8798174

Reeves, M., Lang, N., & Carlsson-Szlezak, P. (2020). Lead Your Business Through the Coronavirus Crisis. Harvard Business Review, 6–11.

Roussou, M., Oliver, M., & Slater, M. (2006). The virtual playground: An educational virtual reality environment for evaluating interactivity and conceptual learning. Virtual Reality, 10(3–4), 227–240. https://doi.org/10.1007/s10055-006-0035-5

Sutcliffe, A. G., & Kaur, K. D. (2000). Evaluating the usability of virtual reality user interfaces. Behaviour and Information Technology, 19(6), 415–426. https://doi.org/10.1080/014492900750052679

Unity. (2020). Retrieved from https://unity.com/es

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 06/10/2020
Aceitação/Acceptance: 04/12/2020

Estudio comparativo del nivel de depresión de adultos mayores en zonas urbanas y rurales

Lenin F. Saltos[1], Alicia Zavala-Calahorrano[1], Paola Ortiz-Villalba[1], Freddy Mayorga-Valle[2], Marcelo V. García[3]

lf.saltos@uta.edu.ec; am.zavala@uta.edu.ec; pg.ortiz@uta.edu.ec; frepamaval@gmail.com; mgarcia294@ehu.eus.

[1] Universidad Técnica de Ambato, 180103, Ambato, Ecuador.

[2] Hospital Santa Ines, 180204, Ambato, Ecuador

[3] University of Basque Country, 48013, Bilbao, Spain.untry, 48013, Bilbao, Spain.

Pages: 542-553

Resumen: En la presente investigación se propone comparar el nivel de depresión en relación al tipo de ubicación geográfica (urbana o rural), mediante la Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage. En segundo lugar, se pretende identificar niveles de depresión tanto en hombres como mujeres y el posible daño clínico que revelen la existencia de afectación psicológica por medio de este instrumento. Finalmente, la influencia de las variables: edad, sexo e ingreso mensual familiar en el tipo de zona. Se evalúa a 160 adultos mayores de 65 a 75 años de edad de la provincia de Tungurahua. El diseño de investigación es cuantitativo y comparativo de corte transversal. Los datos se analizan con el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) y aplicando el Chi cuadrado de Pearson. Los resultados de la investigación denotan la presencia de depresión en ambos sectores, sin embargo, se presenta mayor incidencia en la zona urbana con niveles de casi alto a muy alto con un 48.7%.

Palabras-clave: depresión; adultos mayores; zonas urbanas; zonas rurales

Comparative study of the level of depression in older adults in urban and rural areas

Abstract: In this research, it is proposed to compare the level of depression in relation to the type of geographic location (urban or rural), using the Yesavage Geriatric Depression Scale. Secondly, it is intended to identify levels of depression in both men and women and the possible clinical damage that reveal the existence of psychological involvement through this instrument. Finally, the influence of the variables: age, sex and monthly family income in the type of area. 160 adults older than 65 to 75 years of age from the province of Tungurahua are evaluated. The research design is quantitative and cross-sectional comparative. The data are analyzed with the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) program

and applying Pearson's Chi-square. The research results denote the presence of depression in both sectors, however, there is a higher incidence in the urban area with levels from almost high to very high with 48.7%.

Keywords: depression; older adults; urban area; rural area.

1. Introducción

Según la OMS (2019) define a la depresión como el trastorno más común en la población en general, la cual se evidencia por la presencia de tristeza, falta de interés o disfrute por actividades que antes eran placenteras para el sujeto. La sintomatología puede variar entre sentimientos de culpa, baja autoestima, alteraciones del sueño y apetito, fatigabilidad, irritabilidad y dificultades para concentrarse o dificultad para resolver problemas.

Según Gallardo-Prieto (2016) la depresión es el trastorno afectivo más común en la población de la tercera edad, esta disminuye de forma importante la calidad de vida del adulto mayor, en ocasiones puede convertirse en una discapacidad. En el adulto mayor la depresión aparece de forma inespecífica y atípica, muchas veces coexiste con enfermedades físicas tratables o por el contrario esta puede somatizarse y confundirse. La depresión en el anciano puede ser una alteración emocional asociada a disfunciones cognitivas o un declive físico.

La Organización Mundial de la Salud (2017) menciona que durante la etapa de la vejez el individuo puede sufrir algún trastorno mental o neural, es vulnerable a padecer algunas alteraciones emocionales y una de las más frecuentes es la depresión; ya sea, por la soledad o aislamiento, sentimientos de inutilidad, falta de independencia y autonomía etc. Presentando un desempeño más deficiente en comparación con los que padecen enfermedades crónicas.

Las cifras publicadas por la Organización Mundial de la Salud (2019) los casos de depresión en América Latina se muestran de la siguiente manera: Brasil (5,8%), Paraguay (5,2%), Chile (5%), Perú (4,8%) y Colombia (4,7%). En Brasil se encontró que los índices más altos de este trastorno están presentes en el sexo femenino. Así como en personas de 40 a 59 años o más de 80 años, especialmente en ciudadanos que residen en áreas urbanas y un nivel de educación inferior.

Según la OMS y la OPS (2018) a nivel de América Latina la depresión es la primera causa de discapacidad, con 7,8% de la discapacidad total. Paraguay predomina con 9,4% de los casos seguido por Brasil (9,3%), Perú (8,6%), Ecuador (8,3%) y Colombia (8,2%) son los cinco primeros países en la tabla clasificatoria de la discapacidad por depresión. Un aspecto importante de la depresión es que afecta principalmente a los jóvenes, seguido por los adultos mayores a partir de los 50 años en adelante aproximadamente.

Con lo anteriormente mencionado el presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, de tipo correlacional y de corte transversal; además está fundamentada en la corriente psicológica cognitivo-conductual. El objetivo principal es determinar la diferencia que existe entre los niveles de depresión en adultos mayores tanto en zonas urbanas como en rurales desarrollando la investigación en la provincia de Tungurahua, en su capital

Ambato, en las parroquias Martinez, Atahuelpa y Picaihua, en el sector de Macasto; en el cantón Pelileo, parroquia Benitez y en el cantón Cevallos, en la cabecera cantonal. Se aplicaron reactivos psicológicos relacionados a la problemática a la población de estudio con lo que se pretende cumplir con el objetivo propuesto.

2. Estado del Arte

Molés, Esteve, Lucas, & Folch (2019) en su investigación sobre los Factores asociados a la depresión en 400 adultos mayores de 75 años de edad en el área urbana de una ciudad en España. La evaluación se realizó con la ayuda de la Encuesta Fralle, obteniendo como resultados que existe un 30,5% 3 en la prevalencia de síntomas depresivos. Las mujeres presentan una mayor proporción (40,1%). Las personas que viven solas también presentaron una sintomatología depresiva más alta (26,6%) en relación a quienes tenían compañía (16,1%). Una buena autopercepción de la salud estaba asociada a una menor sintomatología depresiva. Se analizó también la relación entre depresión y fragilidad, aquellos sujetos más frágiles (30,8%) aparentemente estaban más deprimidos que aquellos no que no necesitan de cuidado (12,1%).

Por otro lado, según Valdés, González, & Salisu (2017) en su artículo sobre la prevalencia de depresión y factores de riesgo asociados al deterioro cognitivo en adultos mayores, trabajaron con 48 adultos parcialmente institucionalizados en la Casa de abuelos del municipio cerro "Celia Sánchez Manduley". Los pacientes fueron evaluados semanalmente a través de una encuesta para la pesquisa de depresión (EPD-3PO) y la escala de depresión geriátrica de Yesavage y un mini-examen de estado mental Folstein. Los resultados obtenidos fueron que el 60% de la población presentaron depresión y el 95% tenían enfermedades crónicas no transmisibles las cuales estaban asociadas al deterioro cognitivo. La conclusión fue que ambas patologías pueden ser factores de riesgo muy importantes para el deterioro cognitivo de los adultos mayores.

Cardona, Arango, Garzón, Segura, & Cano (2016) en su investigación denominada Estado de salud del adulto mayor en Antioquia, Colombia encuestaron a 4.248 adultos mayores de 60 años de edad. Los resultados fueron analizados mediante cálculos estadísticos y epidemiológicos. Las conclusiones obtenidas fueron que uno de cada cuatro personas presentó riesgo de depresión, uno de cada tres tenia riesgo de ansiedad y ocho de cada diez presentaron deterioro cognitivo.

Según Flores, Ramírez, & Trejo (2016) quienes realizaron un estudio sobre la depresión en 941 adultos mayores en condición de pobreza extrema pertenecientes a un programa social en la Ciudad de Juárez, México. La población fue evaluada con la escala geriátrica de Yesavage. Los resultados obtenidos fueron que el 45,48% de los sujetos presentaban depresión, de los cuales 46,75% eran mujeres. Además, se determinó que las personas que no trabajaban, vivían en asilos, no tenían una educación completa o padecían alguna enfermedad física, eran más propensos a sufrir depresión.

Según Llanes, López, Vázquez, & Hernández (2015) en su estudio sobre los factores psicosociales que inciden en la depresión del adulto mayor. La población fue de 146 personas en Nueva Paz, Cuba quienes fueron evaluados a través de un cuestionario en el cual se exploró edad, sexo, factores psicosociales y la Escala de Depresión Geriátrica. Los

resultados fueron que en la población el sexo femenino predomino en un 64,38%. En relación a la depresión para el 26,04% el factor que más influyó fue el temor a la muerte. Para un 78,08% fue el factor social y para el 56,85% los síntomas psicosomáticos.

Saavedra, y otros (2016) en su estudio denominado Depresión y funcionalidad familiar en adultos mayores de una unidad de medicina familiar de Guayalejo, México. Evaluaron a 220 pacientes mayores de 60 años de edad a través de la escala de Depresión Geriátrica de Yesavagey y un APGAR familiar. Los resultados obtenidos fueron que la funcionalidad familiar no está relacionada con el grado de depresión.

Según Rodríguez, y otros (2015) quienes evaluaron el cuestionario de Yesavage abreviado versión española en el diagnóstico de depresión en población geriátrica determinaron en una población de 101 pacientes en Cuba en la cual predominaron las mujeres (63,4%) sobre los hombres. El 42,6% de personas padecían un trastorno depresivo. Los parámetros de la evaluación fueron más fiables en pacientes sin alteraciones cognitivas.

Baldeón, Luna, Mendoza, & Correa (2019) mencionan en su investigación sobre la depresión del adulto mayor peruano y las variables sociodemográficas asociadas: análisis de ENDES 2017cuya población fue de 4917 personas mayores de 60 años. Los instrumentos utilizados fueron el Patient Health Questionnaire (PHQ). Los resultados obtenidos fueron que la prevalencia de trastornos depresivos era de 14,2%. Las variables sociodemográficas asociadas a la depresión fueron el sexo femenino, carecer de instrucción formal, personas mayores de 75 años, vivir en una zona rural y un nivel socioeconómico bajo.

Según Cordero, y otros (2015) quienes realizaron una investigación acerca de los síntomas depresivos versus depresión en adultos mayores de una comunidad rural. Evaluaron a 155 personas de la ciudad de Puebla, México con ayuda de la escala del Centro de Estudios Epidemiológicos de la Depresión (CES-D) y la escala de Yesavage. El género femenino (65,2%) predomino sobre los varones. Los resultados del CES-D arrojaron que el 18,7% tenían síntomas clínicamente significativos, el 70,3% síntomas de depresión sub-umbral y el 9% un posible episodio de depresión mayor. Mientras que la Escala Yesavage demostró que el 43,2% de personas no presentaban depresión, el 32,9% depresión leve, el 17,4% depresión moderada y el 6,5% depresión severa.

Poblete, Matus, Díaz, Vidal, & Ayala (2015) realizaron un estudio sobre depresión, cognición y calidad de vida en adultos mayores activos. Evaluaron a 30 personas quienes habían realizado ejercicio físico durante un año. El instrumento utilizado fue la escala de depresión geriátrica Yesavage. Los resultados indicaron que un 16,6% presentan depresión establecida, un 26,7% depresión leve y un 56,7% no presentan depresión. En conclusión, el ejercicio físico sistemático actúa como factor protector frente a la depresión en adultos mayores.

3. Metodología

Se desarrolla una investigación con un enfoque cuantitativo, porque se obtendrán datos numéricos que serán tabulados estadísticamente, por otra parte, de tipo comparativo,

puesto que, se realizó con dos grupos con el objetivo de conocer la relación o grado de asociación entre adultos mayores en zonas urbanas y zonas rurales con depresión Subsiguiente, de tipo transversal debido a que acoge a dos grupos determinados de zonas en un tiempo corto de duración. Y, por último, posee una modalidad de campo ya que se realizó en el lugar donde reside la población de estudio, teniendo en cuenta una vivencia real y directa con los adultos mayores en la toma de datos

Los participantes en el estudio constituyen 160 adultos mayores conformada por: Ambato, en las parroquias Martínez 15, Atahualpa 13 y Picaihua 19, en el sector de Macasto 20; en el cantón Pelileo, parroquia Benitez 18 y en el cantón Cevallos 75. Ósea subtotales: 80 ancianos de zonas urbanas y 80 de zonas rurales, de tipo no probabilístico por conveniencia del investigador, por lo tanto, se seleccionaron a la población pertenecientes a zonas antes descritas.

Como criterio de inclusión para el análisis de factores se consideraron 160 adultos mayores de 65 años de edad sin distinción de sexo que se encuentren viviendo solos o con algún familiar y la aceptación del consentimiento informado. Finalmente, como criterio de exclusión cualquier adulto menor a 65 años, y que este atravesando alguna condición de enfermedad o tratamiento psiquiátrico.

Inicialmente, para el desarrollo del estudio se emplearon dos instrumentos: una ficha sociodemográfica y socioeconómica (sexo, edad, ingreso mensual familiar) con respuestas de opción múltiple dirigida a los adultos mayores o algún familiar que habite con ellos. Para definir sexo e ingreso mensual familiar la zona donde reside.

Se utiliza la Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage es un instrumento utilizado especialmente para medir depresión en la población de adultos mayores ya que su aplicación es sencilla y rápida, en este caso se utilizó la versión de 15 preguntas. Tiene una confiabilidad de r=0.84 y una validez de constructo y convergente, las dimensiones que arroja son: sin depresión, depresión moderada y depresión severa

Para la administración de los instrumentos a los adultos mayores, se realizaron entrevistas con las autoridades de cada sector, con el fin de informar acerca del proyecto de investigación y solicitar la información para llevarlo a cabo con la población seleccionada, en una primera etapa se envía el consentimiento informado junto con la ficha sociodemográfica-socioeconómica para ser llenado, posterior los presentaban la firma de autorización accedían a la segunda fase que consta de la aplicación de la Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage se aplicó en 15 minutos de manera individual a cada sujeto y en un horario regular de visita al sector. Se asegura la confidencialidad y anonimato de los participantes.

El análisis fue realizado mediante el programa Paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS del inglés Statistical Package for the Social Sciences), en el cual se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney para comparar dos muestras independientes mediante el análisis de la media de cada zona (rural o urbana), fue utilizada debido a que no puede suponerse la normalidad de la población. Se utilizó también el chi cuadrado de Pearson para identificar la asociación entre edad, sexo e ingreso mensual familiar y el tipo de institución.

4. Resultados y discusión

La depresión en ambas zonas es evidente y una problemática creciente tanto a nivel nacional como internacional, la falta de apoyo social hace que sea menos efectiva la identificación dicha problemática que trae consigo consecuencias significativas que podría poner en riesgo al adulto mayor. Se presenta una selección de los resultados obtenidos en este trabajo, en cada análisis se utilizó datos estadísticos que fueron medidos por el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

A partir de análisis de las respuestas de los adultos mayores con edades entre los 65 y 75 años, se denoto que, la depresión está presente en zonas urbanas como rurales de Tungurahua. Sin embargo, es importante señalar que se evidenció una distinción significativa en cuanto al nivel de depresión. Como se puede ver en la Tabla 1, la zona urbana presenta una media de 2.7500 con una desviación típica de 1.33597, mientras que en la zona rural mantuvo una media de 3.3750 con una desviación típica de 1.22604 (ver Tabla 2), lo que concluye que los resultados se alejan de la normalidad de la población encuestada respecto al nivel de depresión.

Urbana	Muestra(N)	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
	80	1,00	5,00	2,7500	1,33597

Tabla 1 – Hepta global urbana

Rural	Muestra(N)	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
	80	1,00	6,00	3,3750	1,22604

Tabla 2 – Hepta global rural

En la tabla 2 los resultados del cálculo muestran que el valor de prueba es menor al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) en el factor hepta global. Por tanto: existe diferencia significativa entre la zona urbana y rural en el factor del nivel de depresión

Pruebas	Hepta global
U de Mann- Whitney	2360,500
Significación. asintótica.	0,003

Tabla 3 – Nivel de significancia de hepta global

Para cada resultado de la Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage es asignado un rango de calificación de muy bajo/ bajo a muy alto por medio de un sistema de baremos según la edad del adulto, dicho rango cambiara según el número de pregunta del test. Finalmente, en cuanto al nivel de depresión se presenta mayor incidencia en la zona urbana de casi alto a muy alto con un 48.7%, mientras que en la rural de casi alto a alto un 36.2%.

A través del programa SPSS se sacó el porcentaje y el número de adultos mayores que presentan los distintos niveles de depresión, del total de la población es decir 72 adultos mayores, el 50% es decir 36 individuos no presentaron sintomatología depresiva, el 36.1% es decir 26 sujetos obtuvieron depresión moderada y el 13.9% de la población es decir 10 personas mostraron depresión grave.

Diagnóstico de depresión		
	Frecuencia	**Porcentaje**
Ausencia	80	50.0
Moderada	56	36.1
Grave	24	13.9
Total	160	100.0

Tabla 4 – Estadísticos descriptivos de depresión

	Ansiedad	**Estrés postraumático**	**Distimia**	**Disminución de autoestima**
U de Mann-Whitney	2835,000	2732,000	2959,000	3034,500
Significación. asintótica	,194	,089	,357	,560
	Flashbacks	**Somatización**	**Autoimagen negativa**	**Autodesprecio**
U de Mann-Whitney	2591,000	2651,000	3142,000	3045,000
Significación. asintótica	,018	,045	,833	,549

Tabla 5 – nivel de significancia de daño psicológico

El tipo de zona influye en la población de hombres y mujeres existentes en sector, siendo el área urbana donde habrá 69 mujeres y en la rural donde residirán 45 hombres (Ver Tabla 5). La investigación de Betancourt & Londoño (2016) manifiesta que, la mayoría de adultos mayores depresivos eran hombres, pues se considera que los varones tienen mayor tendencia a involucrarse en situaciones violentas, por tal motivo en la presente investigación se reflejó mayores índices de depresión en la zona urbana donde la incidencia de hombres fue mayor comparado con la zona rural. En la tabla 6, el valor de la prueba es inferior a 0,05, indica que el tipo de zona influye en la población de hombres y mujeres.

			Sexo		Total
			Hombre	Mujer	
Tipo de zona	Rural	Recuento	11	69	80
		% dentro de Tipo de zona	13,8%	86,2%	100,0%
	Urbana	Recuento	45	35	80
		% dentro de Tipo de zona	56,2%	43,8%	100,0%
Total	Recuento	56	104	160	
	% dentro de Tipo de zona	35,0%	65,0%	100,0%	

Tabla 6 – tabla de contingencia de zona rural y urbana respecto al factor sexo

	Valor	Grado de Libertad	Significación. asintótica (bilateral)	Significación. exacta (bilateral)	Significación. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	31,758a	1	,000		
Corrección por continuidad	29,918	1	,000		
Razón de verosimilitudes	33,469	1	,000		
Estadístico exacto de Fisher				,000	,000
Asociación lineal por lineal	31,560	1	,000		
N de casos válidos	160				

Tabla 7 – Pruebas de chi-cuadrado respecto al sexo y la asociación con el tipo de zona

En la zona rural, el 83,8% de la muestra son adultos mayores de 65 años y el 16,2% restantes de 75 años. No hay ancianos de 70 años. En contraste con la zona urbana donde hay un 68,8% de 65 años, 26,2% 70 años y 5% de 75 años. En términos generales, el 76,26% de la muestra tota (Zona rural + urbana) está compuesta por adultos de 65 años, el 21,26% por sujetos de 75 años y el 2,50% por estudiantes de 70 años. (Ver Tabla 7)

			Edad			Total
			65 años	70 años	75 años	
Tipo de zona	Rural	Recuento	67	13	0	80
		% dentro de Tipo de zona	83,8%	16,2%	0,0%	100,0%
	Urbana	Recuento	55	21	4	80
		% dentro de Tipo de zona	68,8%	26,2%	5,0%	100,0%

			Edad			Total
			65 años	70 años	75 años	
Total	*Recuento*	122	34	4	160	
	% dentro de Tipo de zona	76,2%	21,2%	2,5%	100,0%	

Tabla 8 – Tabla de contingencia institución privada y pública respecto a la edad

	Valor	Grado de Libertad	Significación. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,063	2	,029
Razón de verosimilitudes	8,628	2	,013
Asociación lineal por lineal	6,527	1	,011
N de casos válidos	160		

Tabla 9 – pruebas de chi- cuadrado respecto a la edad

Aparentemente, la edad de los adultos está asociada al tipo de zona. Esto se verifica con la prueba chi cuadrado que se muestra en la Tabla 8.

El valor de prueba inferior a 0,05 indica que el tipo de zona influye en la edad de los adultos mayores residentes en el sector, siendo la zona rural donde habrá mayor número de adultos de 65 años, mientras que la zona urbana acoge mayor cantidad de sujetos de 70 y 75 años.

5. Conclusiones

La depresión está presente en adultos mayores tanto en zonas urbanas como rurales, no obstante, en donde se registraron mayores niveles de depresión fue en la zona urbana con niveles de casi alto a muy alto con un 48.7%. Tanto en la zona rural como en la urbana los resultados del test aplicado permiten identificar porcentajes importantes de niveles de depresión.

El daño psicológico posiblemente causado por la depresión es más alto en la zona urbana. Los resultados del test aplicado permitieron determinar un importante daño en la esfera emocional en las escalas: estrés postraumático, distimia, somatización y autoimagen negativa, es importante recalcar que en la zona rural también se evidencio un daño, considerándose más elevado que en la urbana solamente en las escalas de: distimia y autoimagen negativa.

La cantidad de hombres y mujeres influye según el tipo de zona, siendo la zona rural donde habrá mayor número de mujeres debido a que por años se ha mantenido como un colegio de mujeres. En cuanto a la edad la zona rural acoge mayor número de adultos de 65 años, mientras que la urbana adultos de 70 y 75 años. Finalmente, el ingreso

económico influye en el tipo de zona, siendo la zona urbana donde las familias obtienen mejores ingresos.

Una interesante línea de trabajo respecto al tema de la depresión en adultos mayores que ayudaría a profundizar y mejorar propuestas de intervención sería el manejar una población más grande en donde abarquen diversas edades, en la cual, también se tome en cuenta factores externos o internos que de cierta manera muestre un resultado alterado en cuanto dicha temática. Puede ser interesante extender la estratega más allá de esta zona y efectuar un estudio detallado de posibles causas, consecuencias o detonadores específicos en este contexto.

Agradecimientos: *Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Ambato (UTA) y a la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) por su apoyo en la realización del proyecto "Plasticidad neural y mecanismos de adaptación en la tercera edad a condiciones patológicas preexistentes. Resolución (PFCS35)" con Resolución 0905-CU-P-2018*

Referencias

Baldeón, P., Luna, C., Mendoza, S., & Correa, L. (2019). Depresión del adulto mayor peruano y variables sociodemográficas asociadas: análisis de ENDES 2017. Scielo Perú , http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2308-05312019000400008&script=sci_arttext.

Cardona, D., Arango, D. C., Garzón, M., Segura, A., & Cano, S. (2016). Estado de salud del adulto mayor de Antioquia, Colombia. Scielo, http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1809-98232016000100071&script=sci_arttext&tlng=es.

Cordero, C., García, G., Flores, M., Báez, F., Torres, A., & Zenteno, M. (2015). Síntomas depresivos versus depresión en adultos mayores de una comunidad rural. EJIPHE, https://formacionasunivep.com/ejihpe/index.php/journal/article/view/89.

Flores, L., Ramírez, F. R., & Trejo, J. (2016). Depresión en adultos mayores (AM) con pobreza extrema pertenecientes a un Programa Social en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Permanyer, https://www.anmm.org.mx/GMM/2016/n4/GMM_152_2016_4_439-443.pdf.

Instituto Nacional de Estadisticas y Censos . (2015). Estadisticas de depresión . Obtenido de Instituto Nacional de Estadisticas y Censos: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inforgrafias-INEC/2017/infografia-depresion.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos . (2017). Soledad y aislamiento marcan las vidas de los adultos mayores. Obtenido de Diario el Telegrafo : https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/palabra/1/soledad-y-aislamiento-marcan-las-vidas-de-los-adultos-mayores

Instituto nacional de estadísticas y censos (INEC). (2019). Encuensta de Salud, Bienestar del adulto mayor. Obtenido de Instituto nacional de estadísticas y censos: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-salud-bienestar-del-adulto-mayor/

Llanes, H., López, Y., Vázquez, J., & Hernández, R. (2015). Factores psicosociales que inciden en la depresión del adulto mayor. Medimay, http://www.medimay.sld.cu/index.php/rcmh/arti.

Ministerio de Salud Pública . (2015). "Depresión: Hablemos". Obtenido de Ministerio de Salud Pública : https://www.salud.gob.ec/este-7-de-abril-se-celebra-el-dia-mundial-de-la-salud-con-el-tema-depresion-hablemos/

Molés, M., Esteve, A., Lucas, M., & Folch, A. (2019). Factores asociados a la depresión en personas mayores de 75 años de edad en un área urbana. Scielo, http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412019000300003.

Organización de la Salud . (2018). Suicidio en América Latina: esta es la situación en siete países de la región. Obtenido de Revista Distintas Latitudes: https://distintaslatitudes.net/explicadores/suicidio-jovenes-en-america-latina

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). La salud mental y los adultos mayores. Obtenido de Organización Mundial de la Salud : https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/la-salud-mental-y-los-adultos-mayores

Organización Mundial de la Salud. (2016). Cifras de la Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Descifremos: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/280081/descifremos15-2.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2019). Salud Mental en América Latina. Obtenido de Panorama: https://www.panoramas.pitt.edu/health-and-society/salud-mental-en-américa-latina

Organización Mundial de la Salud; Organización Panamericana de Salud. (2018). La carga de los trastornos mentales en la Región de las Américas. Obtenido de Organización Mundial de la Salud; Organización Panamericana de Salud: http://www.codajic.org/sites/www.codajic.org/files/Carga%20de%20los%20trastornos%20mentales%20en%20la%20Región%20de%20las%20Américas%202018.pdf

Organización Panamericana de la Salud. (2017). Depresión y otros trastornos mentales . Obtenido de Organización Panamericana de la Salud: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34006/PAHONMH17005-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Poblete, F., Matus, C., Díaz, E., Vidal, P., & Ayala, M. (2015). Depresión, cognición y calidad de vida en adultos mayores activos. Revista de ciencias de la actividad física , http://revistacaf.ucm.cl/article/view/80.

Rodríguez, D., Casado, M., Molero, S., Jiménez, A., Casado, T., & Labrada, G. (2015). Evaluación del cuestionario de Yesavage abreviado versión española en el diagnóstico de depresión en población geriátrica. Revista del Hospital Psiquiátrico de La Habana, https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=64513.

Saavedra, A., LucíaRangel, García, Á., Duarte, A., Bello, Y., & Infante, A. (2016). Depresión y funcionalidad familiar en adultos mayores de una unidad de medicina familiar de Guayalejo, Tamaulipas, México. Sciencedirect, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405887116300736.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). Envejecimiento y salud . Obtenido de Según la Organización Mundial de la Salud (OMS): https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud

Subdirección de enfermedades no transmitibles. (2017). Boletín de salud mental. Depresión. Obtenido de Ministerio de Salud (Colombia): https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/boletin-depresion-marzo-2017.pdf

Valdés, M., González, J., & Salisu, M. (2017). Prevalencia de depresión y factores de riesgo asociados a deterioro cognitivo en adultos mayores. Scielo, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252017000400001.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 15/10/2020
Aceitação/Acceptance: 17/12/2020

Explorando la incidencia de creadores e inhibidores de Tecnoestrés en la Satisfacción Laboral y Compromiso Laboral en usuarios finales de Tecnologías de Información y Comunicación

Sergio Araya-Guzmán[1], Álvaro Quiroz-Bustos[1], Cristian Salazar-Concha[2]

saraya@ubiobio.cl; alvaro.quiroz@outlook.com; cristiansalazar@uach.cl

[1] Universidad del Bío-Bío, avenida Collao 1202, 4051381, Concepción, Chile.

[2] Universidad Austral de Chile, Independencia 631, 5090000, Valdivia, Chile.

Pages: 554-567

Resumen: Este artículo presenta los resultados preliminares de un estudio que tiene como objetivo determinar la incidencia del tecnoestrés (creadores e inhibidores) en la satisfacción laboral y compromiso laboral de usuarios finales de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), considerándose uno de los creadores, la inseguridad tecnológica. Para tal efecto se han aplicado encuestas a usuarios finales de estas tecnologías. Los resultados del análisis de ecuaciones estructurales indican que la inseguridad tecnológica disminuye la satisfacción laboral mientras que los inhibidores la aumentan, y que la satisfacción laboral incide positivamente en el compromiso laboral de los usuarios finales de TIC.

Palabras-clave: Tecnoestrés, Satisfacción Laboral, Compromiso Laboral.

Exploring the incidence of creators and inhibitors of Techno-stress on Job Satisfaction and Commitment in final user of Information and Communication Technologies

Abstract: This article presents the preliminary results of a study that aims to determine the incidence of techno-stress (creators and inhibitors) on job satisfaction and commitment of final user of Information and Communication Technologies, considering one of the creators, the technological insecurity. For this purpose, surveys were applied to final user of these technologies. The results of the analysis of structural equations indicate that technological insecurity decreases job satisfaction while inhibitors increase it, and that job satisfaction positively affects the employment commitment of the final user of technologies.

Keywords: Techno-stress, Job Satisfaction, Job Commitment.

1. Introducción

En la actualidad, las personas utilizan las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en forma habitual para llevar a cabo sus tareas laborales, como también en un ámbito más personal. La utilización de estas herramientas ha favorecido el desarrollo más rápido de las actividades cotidianas, más amigablemente y con mayor seguridad en los resultados obtenidos, ha favorecido la comunicación y la coordinación entre los miembros de las organizaciones, ha aumentado los niveles de productividad, generando incluso ventajas competitivas, entre otros elementos, lo que sin duda constituye un beneficio o aspectos positivos que entregan las TIC.

Sin embargo, desde hace algún tiempo se ha dado importancia a determinados aspectos asociados a la utilización de TIC que no resultan ser favorables para las personas y, por consiguiente, para las organizaciones. El uso excesivo de las tecnologías, la sobrecarga de trabajo, la necesidad de tener los resultados en forma rápida, la preocupación por no saber si se tendrán las habilidades para el uso de nuevas tecnologías, la preocupación constante por estar capacitados en el uso de las nuevas tecnologías, la necesidad de sentirse o demostrar que se sabe utilizar las tecnologías al mismo nivel que los pares, la sensación de perder el trabajo por nuevas tecnologías, entre otros aspectos, ha causado efectos negativos en los usuarios, afectándoles psicológicamente, en su comportamiento, presentando síntomas de estrés por la utilización de estas tecnologías, lo que se ha denominado tecnoestrés, término utilizado para identificar el estrés causado por el uso de TIC (Ragu-Nathan et al., 2008; Tarafdar et al., 2010).

En este contexto, este trabajo presenta los primeros resultados obtenidos en un proyecto que aborda los factores creadores e inhibidores de tecnoestrés, planteándose como objetivo, analizar si estos creadores e inhibidores de tecnoestrés presentan una incidencia en la satisfacción y compromiso laboral de usuarios finales de tecnologías de información y comunicación, centrando la atención en uno de tales creadores, la inseguridad tecnológica.

2. Antecentes

2.1. Tecnoestrés

El término tecnoestrés se asocia directamente al estrés que experimentan las personas debido a la utilización de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), constituyendo, como señalan Cárdenas-Velásquez & Bracho-Paz (2020), un efecto psicosocial negativo del uso de las TIC.

Inicialmente, el término tecnoestrés fue planteado por el psiquiatra norteamericano Craig Brod, el año 1984, quien lo define como “una enfermedad de adopción causada por la falta de habilidad para tratar con las nuevas tecnologías informáticas de manera saludable” (Bord, 1984), mientras que Arnetz & Wiholm (1997) lo redefinen “la repercusión negativa de la tecnología en cualquier aspecto del ser humano”.

El Tecnoestrés, según Ragu-Nathan, Tarafdar, Ragu-Nathan, & Tu (2008), es un estado fisio-psicológico no saludable, relacionado con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación o la percepción de amenaza en su uso desmedido, que se produce

cuando se registra un desajuste entre las demandas que plantea el uso de cualquier tecnología y los recursos disponibles para gestionarlas, más específicamente, indican que el Tecnoestrés es una manifestación reciente de la sintomatología clásica del estrés laboral, como una reacción del individuo ante las exigencias de un entorno laboral que no se ajusta o que rebasa su capacidad de enfrentar la situación.

También se hace referencia a que el tecnoestrés va más allá de la vida laboral, como señala Martínez (2011), al plantear que el tecnoestrés apunta al impacto negativo en el bienestar físico y mental de la implantación prácticamente obligada de las nuevas tecnologías en todos los ámbitos (en el trabajo, en el ocio y en la vida privada de las personas). En este sentido, Nimrod (2017) plantea que el tecnoestrés es consecuencia de los intentos y luchas de una persona por lidiar con las TIC, las que están en constante cambio y evolución, al igual que los cambios en las necesidades cognitivas y sociales relacionadas con su utilización.

2.2. Creadores e Inhibidores de Tecnoestrés

Ragu-Nathan, et al. (2008) señalan que los Creadores de Tecnoestrés representan factores que crean tecnoestrés en la organización, mientras que los Inhibidores del Tecnoestrés representan o describen los mecanismos organizativos que tienen el potencial de reducir los efectos del tecnoestrés.

Cuervo-Carabel et al. (2020) llevan a cabo una revisión bibliográfica sobre los principales creadores e inhibidores del tecnoestrés. Especificando a los autores correspondientes señalan como los principales creadores del tecnoestrés la sobrecarga de información, la cantidad y el contenido de las interrupciones asociadas a las TIC, la presión para estar constantemente disponible, el desequilibrio entre las demandas externas y las capacidades internas, la sobrecarga de trabajo y la ambigüedad de rol, la autoeficacia informática y la dependencia tecnológica, la falta de capacitación; mientras que como inhibidores especifican la alfabetización digital, el soporte y apoyo, la participación, la segmentación cultural (entendida como el grado de madurez de la cultura organizacional en cuanto a la separación trabajo-vida personal), y la equidad de recompensas.

Tarafdar, Tu & Ragu-Nathan (2010) indican que los creadores de Tecnoestrés (estresores) están asociados al uso de las tecnologías de la información y comunicación para el desarrollo del trabajo habitual. En sus estudios tales autores han establecido cinco creadores de tecnoestrés:

i. La sobrecarga tecnológica: describe situaciones en las que las tecnologías obliga a los usuarios a trabajar más rápido y por más tiempo.
ii. La invasión tecnológica: describe el efecto invasivo de las tecnologías en términos de crear situaciones en las que puede llegar a los usuarios en cualquier momento, los trabajadores sienten la necesidad de estar constantemente "conectados" y existe una confusión entre los contextos laborales y personales.
iii. La complejidad tecnológica: describe situaciones donde la complejidad asociada con las tecnologías hace que los usuarios se sientan incapacitados y cuestionados en cuanto a sus habilidades y los obliga a dedicar tiempo y esfuerzo a aprender y comprender diversos aspectos de la tecnología en cuestión.
iv. La inseguridad tecnológica: describe situaciones en las que los usuarios se sienten amenazados por perder sus trabajos, ya sea por la automatización

resultante de las nuevas tecnologías o porque otras personas tienen una mejor comprensión y manejo de ellas.

v. La incertidumbre tecnológica: describe situaciones donde los continuos cambios y actualizaciones de las tecnologías perturban a los usuarios y crean incertidumbre, porque se preocupan por aprender y educarse constantemente de manera autodidacta sobre las nuevas tecnologías.

En relación a los Inhibidores del Tecnoestrés, Ragu-Nathan et al. (2008) citando a Nelson (1990) y a Clark & Kalin (1996), plantean que un mecanismo es el acompañamiento y soporte técnico para usuarios finales, ya que como la tasa de cambio de las TIC es alta y su introducción es rápida, los usuarios finales necesitan capacitación y orientación sobre cómo utilizar los nuevos sistemas, especialmente durante los primeros días, lo que colaborará con disminuir su ansiedad. Los mismos autores, citando a Brod (1984), señalan que otro mecanismo para reducir los efectos del tecnoestrés es involucrar a los usuarios finales durante las fases de planificación e implementación del sistema, lo que les permitirá familiarizarse con las nuevas aplicaciones desde un principio, facilitando en consecuencia su aprendizaje del nuevo sistema.

En la misma línea de los planteamientos anteriores, Calderón & Rodríguez (2010) indican que si se considera que es el usuario final el principal responsable de la utilización de los Sistemas de Información, dicha utilización está influida por las habilidades y la aceptación de éste, considerando estos rasgos conductuales como un ingrediente necesario para el éxito de tales herramientas, y es el usuario final el que influye directamente sobre su propia satisfacción, sobre todo cuando este participa de manera activa en sus fases de desarrollo e implantación aportando sus conocimientos a las especificaciones y participando en las fases de análisis, diseño y prueba de sus sistemas, fases en las cuales se gesta la calidad de ellos. Los mismos autores indican que también es importante el total compromiso y participación del usuario en la fase de implantación para la depuración y el adecuado mantenimiento de los SI.

Los factores que crean tecnoestrés en el trabajador, según Ragu-Nathan et al. (2008), producen una disminución de su satisfacción laboral, lo que puede ocasionar un menor compromiso de continuidad en la organización. Mientras que, como señalan Ragu-Nathan et al. (2008) y Cuervo-Carabel et al. (2020), los factores que inhiben el tecnoestrés pueden provocar una mayor satisfacción laboral de los trabajadores, repercutiendo positivamente en los resultados de la organización.

Sin duda, en la época actual, estudiar los efectos de las TIC en los trabajadores cobra especial relevancia. En este sentido, autores como Hung, Chen & Lin (2015) señalan que existe una relación directa entre el tecnoestrés y la disminución de la productividad, así como entre el tecnoestrés y el rendimiento (Tarafdar, Pullins & Ragu-Nathan, 2015).

2.3. Satisfacción y Compromiso Laboral

Según Alcas Zapata et al. (2019), la satisfacción en el trabajo es un conjunto de emociones y sentimientos favorables o desfavorables del empleado hacia su actividad laboral, la satisfacción en el trabajo es una actitud afectiva, una sensación de relativo gusto o disgusto hacia algo.

La percepción que los usuarios pueden presentar de las TIC podría afectar la percepción que tienen sobre aspectos relacionados con su trabajo y por lo tanto con características de la organización, afectando su actitud y comportamiento, los que se relacionan directamente con la satisfacción y compromiso laboral de las personas (Sánchez, et al., 2013).

Chiang & San Martín (2015) plantean que la satisfacción laboral es "un concepto globalizador con el que se hace referencia a las actitudes de las personas hacia diversos aspectos de su trabajo", mientras que el compromiso laboral puede entenderse como "un estado psicológico que caracteriza la relación entre una persona y una organización, la cual presenta consecuencias respecto a la decisión para continuar en la organización o dejarla" (Meyer, Allen & Smith, 1993), o bien como "la fuerza con la que un individuo se siente vinculado a una organización y que implica el seguimiento de un curso de acción relevante para la organización" (Juaneda & González, 2007).

3. Hipótesis de Investigación

Este estudio considera como base la investigación realizada por Ragu-Nathan et al. (2008), constituyendo la base para la formulación de hipótesis de investigación.

El conjunto de creadores de tecnoestrés ya especificados produce un efecto negativo en los usuarios, como trabajar más rápido y por más tiempo (sobrecarga tecnológica), sentir la necesidad de estar permanentemente conectados (invasión tecnológica), sentirse incapacitados y cuestionados en sus habilidades para utilizar las tecnologías obligando a dedicar más tiempo y esfuerzo por aprender y comprender su uso (complejidad tecnológica), sentirse amenazados por perder el trabajo por los aportes de las nuevas tecnologías o por que los demás comprenden y manejan mejor la tecnología (inseguridad tecnológica), sentir incertidumbre por los continuos cambios y actualizaciones de las tecnologías provocando una preocupación por capacitarse permanentemente (incertidumbre tecnológica).

No obstante, este estudio centra su atención solo en uno de los creadores de tecnoestrés, la Inseguridad Tecnológica, debido principalmente a que en los momentos actuales una gran cantidad de personas se han visto enfrentadas drásticamente a la necesidad y obligación de utilizar permanentemente las TIC como medio para desarrollar sus labores habituales, donde ha cobrado una mayor relevancia el conocer, comprender y utilizar adecuadamente dichas tecnologías, en lo posible lo más cercano o al mismo nivel de aquellos que más saben utilizarlas, ya que de no ser así, la posibilidad de llevar a cabo sus tareas, de no atrasarse en su cumplimiento, se dificultará, lo que sin duda podría motivar inconvenientes a la organización, corriendo el riesgo de ser apartados de sus labores.

Como ya se ha señalado, los factores que crean tecnoestrés en el trabajador, entre los que se encuentra la Inseguridad Tecnológica, según Ragu-Nathan et al. (2008), producen una disminución de su satisfacción laboral, lo que permite sustentar la primera hipótesis de investigación:

(H1): La Inseguridad Tecnológica presenta una incidencia negativa en la Satisfacción Laboral del usuario final de las tecnologías de información.

Existen factores organizativos que inhiben el tecnoestrés en el uso de las TIC (Ragu-Nathan, et al., 2008), los que se asocian al apoyo, acompañamiento y soporte técnico de los usuarios finales y la participación de éstos en las etapas de implementación de las TIC, lo que les permitirá familiarizarse con ellas, facilitando su aprendizaje y comprensión (Ragu-Nathan et al. (2008), haciendo que su utilización sea más fácil, lo que puede ocasionar una buena opinión de los usuarios, lo que afectará positivamente a su satisfacción laboral (Ragu-Nathan et al., 2008; Cuervo-Carabel et al., 2020). Los planteamientos anteriores sustentan la segunda hipótesis de investigación:

(H2): Los inhibidores del Tecnoestrés presentan una incidencia positiva sobre la satisfacción laboral del usuario final de las tecnologías de información.

La percepción que los usuarios pueden presentar de los sistemas de información podría afectar la percepción que tienen sobre aspectos relacionados con su trabajo y por lo tanto con características de la organización (Araya et al., 2018), afectando su actitud y comportamiento, los que se relacionan directamente con la satisfacción y compromiso laboral de las personas (Sánchez et al., 2013).

La satisfacción laboral aporta o facilita a que las personas se sientan más involucrados con su organización, más a gusto de pertenecer a ellas y desear continuar trabajando en ellas, lo que repercute positivamente en su compromiso laboral (Marquina-Vergara, 2018), ya que, si el trabajador tiene afectada su satisfacción de alguna forma dentro de la organización, afectará directamente al compromiso con la organización, dado que ambos fenómenos tienen directa relación (Cernas, Mercado & León, 2018).

Los planteamientos anteriores sustentan la tercera hipótesis de investigación:

(H3): La satisfacción laboral presenta una incidencia positiva en el compromiso laboral del usuario final de las tecnologías de la información

4. Metodología

Este estudio es de carácter exploratorio, donde la validación de las hipótesis propuestas considera un estudio empírico efectuado en organizaciones de diversos rubros (industria; administración y finanzas; educación; arquitectura construcción y diseño; negocios; salud; artes, letras y ciencias sociales; sistemas y tecnologías de información; gastronomía, hotelería y turismo), aplicando instrumentos de medición a personal que utiliza TIC en el desarrollo de sus tareas habituales, con por lo menos un año de antigüedad en la organización, por medio de correo electrónico, mensajería instantánea y red social LinkedIn.

Los instrumentos de medición utilizados corresponden a instrumentos ya definidos y utilizados en estudios de otros autores, utilizando una escala Likert de cinco puntos, donde uno es el valor más bajo y cinco el valor más alto. El análisis estadístico de los datos contempla la aplicación de modelo de ecuaciones estructurales basado en PLS y la utilización del software SmartPLS (versión 3.2.7).

5. Análsisis de Datos y Resultados

Esta investigación se encuentra en desarrollo, presentándose los resultados para 50 casos de encuestas válidas obtenidas.

El modelo de investigación contempla tres constructos de primer orden: Inseguridad Tecnológica, Satisfacción Laboral y Compromiso Laboral; y un constructo de segundo orden, Inhibidores de Tecnoestrés, que considera dos dimensiones: Asistencia Usuario y Facilitación de Aprendizaje.

El análisis en PLS se realiza en dos fases, en la primera se evalúan las tres dimensiones de Inhibidores de Tecnoestrés, para formar con sus puntajes estandarizados una variable de segundo orden que será utilizada en la segunda fase. En la segunda fase se evalúan los modelos de medida y estructural, asociados al modelo de investigación.

El constructo Inhibidores de Tecnoestrés es tratado considerando el procedimiento especificado en el "método de construcción por medio de latent variables score" (Cepeda & Roldán, 2004), donde para las dimensiones que la componen se aplican las medidas de fiabilidad y validez. Las puntuaciones de las variables latentes de los componentes de orden inferior (primer orden) se utilizan como variables manifiestas (segundo orden) en el modelo de medición de orden superior, continuando con la evaluación del modelo de investigación.

Los resultados obtenidos de la primera fase, correspondientes a las cargas y pesos (cargas de nivel inferior y caras de nivel superior, respectivamente) para los constructos asociados a Inhibidores de Tecnoestrés, se presentan en la Tabla 1.

Constructo	Carga Nivel Inferior	Carga Nivel Superior
Facilitación Aprendizaje (FA)		0,955
FA1	0.786	
FA2	0.850	
FA3	0.865	
FA4	0.843	
FA5	0.903	
Asistencia Usuario (AT)		0,937
AT1	0.834	
AT2	0.920	
AT3	0.874	
AT4	0.880	

Tabla 1 – Cargas y pesos finales obtenidas para los constructos asociados a Inhibidores Tecnoestrés

Los datos obtenidos, una vez finalizado el proceso de aplicación de PLS se presentan en las Tablas siguientes.

La **evaluación o bondad de ajuste del modelo global de investigación** busca medir la precisión de dicho modelo, y se lleva a cabo por medio de la medición de SRMR (Standarized Root Mean Square Residual), Unweighted Squares Discrepancy (dULS), o Geodesic Discrepancy (dG) (Albort-Morant et al., 2018), donde se considera que el valor obtenido de las pruebas debe ser inferior de percentiles del 99% basados en bootstrap o re-muestreo, ya que si se excede de ello es dudoso que el modelo de investigación sea preciso (para el modelo saturado y el modelo estimado). Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 2, donde se aprecia que se cumple con la condición exigida.

	SRMR		dULS		dG	
		99%		99%		99%
Modelo Saturado	0,104	0,112	1,855	2,163	1,118	1,935
Modelo Estimado	0,105	0,118	1,872	2,376	1,121	1,972

Tabla 2 – Evaluación o Bondad de Ajuste del Modelo Global de Investigación

La evaluación del modelo de medida contempla la medición de la validez y fiabilidad del modelo de orden superior, encontrándose que las cargas de los indicadores cumplen con la fiabilidad individual del modelo (valor mínimo exigido 0,7). Los índices de fiabilidad compuesta (ρc) y de varianza media extraída (AVE) superan los valores generalmente aceptados (mínimo 0,7 para fiabilidad compuesta y AVE mayor que 0,5), cumpliéndose en consecuencia la fiabilidad de los constructos y la validez convergente, respectivamente. Los resultados obtenidos en esta medición se presentan en la Tabla 3. La Tabla 4 presenta el análisis de validez discriminante utilizando el criterio de Fornell-Larcker, cumpliéndose satisfactoriamente esta evaluación. Luego, los resultados obtenidos muestran que se cumple la evaluación del modelo de medida en forma satisfactoria.

La evaluación del Modelo Estructural se lleva a cabo por medio de tres indicadores: los coeficientes path (β), la varianza explicada (R2) y los t-estadísticos. Los coeficientes path deben presentar un valor igual o superior a 0.2, la varianza explicada deber ser mayor o igual a 0.1. Los datos obtenidos para la evaluación de dicho modelo se muestran en la Tabla 5 y Tabla 6.

Constructo/Ítem	Cargas	Fiabilidad Compuesta (P_c)	Alfa de Cronbach	Varianza Extraída Media (AVE)
Inhibidores Tecnoestrés		0,943	0,884	0,892
Asistencia Usuario	0,921			
Facilitación Aprendizaje	0,968			
Inseguridad Tecnológica (INS)		0,874	0,795	0,699
INS1	0,922			
INS2	0,717			
INS3	0,856			
Satisfacción Laboral (SL)		0,931	0,913	0,658

Constructo/Ítem	Cargas	Fiabilidad Compuesta (P_c)	Alfa de Cronbach	Varianza Extraída Media (AVE)
SL1	0,821			
SL2	0,822			
SL13	0,833			
SL15	0,842			
SL16	0,794			
SL24	0,716			
SL26	0,844			
Compromiso Laboral (CL)		0,918	0,894	0,653
CL4	0,778			
CL5	0,815			
CL7	0,729			
CL8	0,846			
CL9	0,813			
CL17	0,860			

Tabla 3 – Cargas, Fiabilidad Compuesta, Alfa de Cronbach y AVE

Constructo	Compromiso Laboral (CL)	Inhibidores Tecnoestres	Inseguridad Tecnológica (INS)	Satisfacción Laboral
Compromiso Laboral (CL)	0,808			
Inhibidores Tecnoestres	0,313	0,944		
Inseguridad Tecnológica (INS)	-0,205	-0,058	0,836	
Satisfacción Laboral (SL)	0,629	0,417	-0,357	0,811

Tabla 4 – Validez Discriminante (criterio Fornell-Larcker)

Relación			Coeficiente Path (β)	t-estadísticos/ Valor P	Significancia Estadística
Inhibidores Tecnoestrés	→	Satisfacción Laboral (SL)	0,398	3,570/0000	***
Inseguridad Tecnológica (INS)	→	Satisfacción Laboral (SL)	-0,334	2,784/0,005	**
Satisfacción Laboral (SL)	→	Compromiso Laboral (CL)	0,629	9,801/0,000	***

Para n=5000 submuestras: *p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001 (basado en una distribución $t_{(499)}$ de Student de una cola)
$t_{(0.05;\ 499)}$=1.64791345; $t_{(0.01;\ 499)}$=2.333843952; $t_{(0.001;\ 499)}$=3.106644601

Tabla 5 – Coeficiente Path y significancia estadística

Constructo	Varianza Explicada (R^2)
Satisfacción Laboral (SL)	0,285
Compromiso Laboral (CL)	0,396

Tabla 6 – Varianza Explicada (R^2)

Considerando el análisis efectuado, se soportan las tres hipótesis H1, H2 y H3. La Figura 1 muestra esquemáticamente el resultado de análisis del modelo estructural.

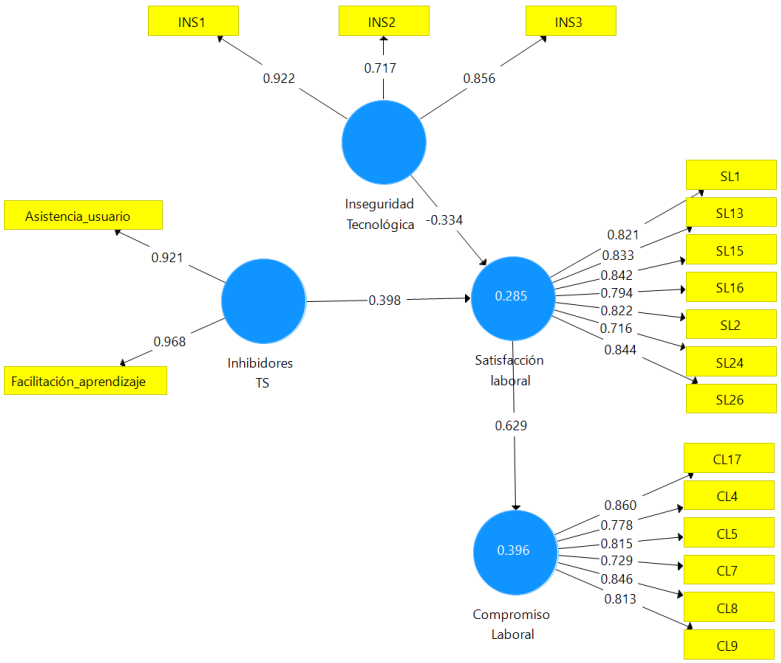


Figura 1 – Modelo Estructural

5.3. Discusión

Los resultados muestran que existe una relación (negativa) entre la inseguridad tecnológica y la satisfacción laboral, y una relación (positiva) entre los inhibidores del tecnoestrés y la satisfacción laboral, así como una relación (positiva) entre la satisfacción laboral y el compromiso laboral. Lo anterior ha permitido que se soporten las tres hipótesis de investigación, H1, H2 y H3.

En relación a **Inseguridad Tecnológica** (INS), tres de los cinco aspectos contemplados se encuentran presentes con una participación relevantes: (i) Siento una amenaza constante para la seguridad de mi trabajo debido a las nuevas tecnologías, (ii) Estoy amenazado por compañeros de trabajo con nuevas habilidades tecnológicas, (iii) Tengo que actualizar constantemente mis habilidades para evitar ser reemplazado. Lo

anterior puede interpretarse en el sentido que se visualizan principalmente aspectos relacionados con la sensación de amenaza por la seguridad del trabajo debido a las nuevas tecnologías, incluso por los propios compañeros de trabajo que pueden saber utilizar de mejor manera las tecnologías, lo que provoca una preocupación permanente de capacitarse en el uso de las nuevas tecnologías.

En relación al inhibidor de tecnoestrés **Asistencia Usuario**, si bien se reconocen fuertemente los cuatro aspectos involucrados, los tres que principalmente se visualizan son: (i) La mesa de ayuda para usuarios finales cuenta con personal capacitado, (ii) La mesa de ayuda para usuarios finales responde a las solicitudes o consultas de los usuarios finales, y (iii) Se puede acceder fácilmente al servicio de asistencia al usuario final. Lo anterior muestra que se reconocen principalmente aspectos relacionados con que el servicio de atención al usuario cuente con personal capacitado, que responda las solicitudes o consultas de los usuarios, y que este servicio es de fácil acceso.

En relación al inhibidor de tecnoestrés **Facilitación de Aprendizaje**, si bien se reconocen los cinco aspectos como relevantes, los tres que más se visualizan son: (i) La organización proporciona documentación clara a los usuarios finales sobre el uso de nuevas tecnologías, (ii) La organización ofrece capacitación para el usuario final antes de la introducción de nuevas tecnologías, y (iii) La organización hace hincapié en el trabajo en equipo para hacer frente a los nuevos problemas relacionados con la tecnología. Lo anterior puede interpretarse en el sentido que los aspectos que principalmente se visualizan se relacionan con la disponibilidad de documentación clara sobre el uso de las nuevas tecnologías, la oferta de capacitación para el usuario final antes de utilizar la tecnología, y el trabajo en equipo para afrontar los problemas con la tecnología.

En relación a **Satisfacción Laboral**, los principales aspectos que se visualizan son: (i) Su grado de satisfacción general con la organización, (ii) El reconocimiento que recibe de sus directivos por su esfuerzo y desempeño, y (iii) La forma en que sus superiores juzgan su desempeño. Lo anterior muestra que los aspectos que mayormente se visualizan se relacionan con la satisfacción general con la organización y el reconocimiento recibido por parte de los directivos por el esfuerzo y desempeño realizado. En relación al **Compromiso Laboral**, los aspectos que más de reconocen se relacionan con: (i) Me siento parte integrante de esta organización, (ii) Esta organización se merece mi lealtad, y (iii) En esta organización me siento como en familia. Lo anterior puede entenderse en el sentido que se reconocen principalmente aspectos asociados con el sentido de pertenencia y lealtad a la organización.

6. Conclusiones

Este estudio ha mostrado que existe una relación entre las variables estudiadas, lo que ha permitido aceptar el conjunto de hipótesis formuladas. La inseguridad tecnológica, siendo un creador de tecnoestrés, reduce la satisfacción laboral del usuario final de tecnologías de información y comunicación, mientras que la asistencia al usuario y la facilitación de aprendizaje, que constituyen inhibidores del tecnoestrés, la aumentan.

La incidencia (negativa) de la inseguridad tecnológica, siendo un creador de tecnoestrés, sobre la satisfacción laboral (primera hipótesis) indica que efectivamente la inseguridad tecnológica afecta negativamente la satisfacción laboral del usuario final de TIC. En este

sentido, aspectos relacionados con la sensación de amenaza por la seguridad del trabajo debido a las nuevas tecnologías, incluso por los propios compañeros de trabajo que pueden saber utilizar de mejor manera las tecnologías, lo que provoca una preocupación permanente de capacitarse en el uso de las nuevas tecnologías, son aspectos que afectan negativamente a la satisfacción laboral de los usuarios finales de las tecnologías.

La incidencia (positiva) de los inhibidores de tecnoestrés sobre la satisfacción laboral (segunda hipótesis) señala que se reconoce que los inhibidores del tecnoestrés favorecen la satisfacción laboral del usuario final de TIC. En este sentido, aspectos relacionados con la asistencia al usuario (como que el servicio de atención al usuario cuente con personal capacitado, que responda las solicitudes o consultas de los usuarios, y que este servicio sea de fácil acceso) y aspectos relacionados con la facilitación de aprendizaje (como la disponibilidad de documentación clara sobre el uso de las nuevas tecnologías, la oferta de capacitación para el usuario final antes de utilizar la tecnología, y el trabajo en equipo para afrontar los problemas con la tecnología), favorecen la satisfacción del usuario final de TIC.

La incidencia dela satisfacción laboral sobre el compromiso laboral (tercera hipótesis) indica que efectivamente la satisfacción laboral incide positivamente en el compromiso laboral del usuario final de TIC. En este sentido, aspectos relacionados con la satisfacción general con la organización y el reconocimiento recibido por parte de los directivos por el esfuerzo y desempeño realizado, favorecen el sentido de pertenencia y lealtad a la organización.

No obstante, es necesario continuar con el desarrollo de este estudio, para disponer de un mayor número de datos, lo que puede ratificar los hallazgos encontrados, revertirlos o bien presentar nuevos antecedentes, lo que debe ser discutido. De igual forma, resulta interesante desarrollar este estudio contemplando otros factores creadores de tecnoestrés, lo que permitirá disponer de mayores antecedentes sobre el efecto de estos estresores sobre la actitud y comportamiento de los usuarios finales de TIC en las organizaciones.

Referencias

Albort-Morant, G., Henseler,J., Cepeda-Carrión, G. & Leal-Rodríguez, A.L. (2018). Potential and Realized Absorptive Capacity as Complementary Drivers of Green Product and ProcessInnovationPerformance,Sustainability,10,381,1-20.

Alcas Zapata, N., Alarcón Diaz, H. H., Venturo Orbegoso, C. O., Alarcón Diaz, M. A., Fuentes Esparrell, J. A., & López Echevarria, T. I. (2019). Tecnoestrés docente y percepción de la calidad de servicio en una universidad privada de Lima. Propósitos y Representaciones, 231-247.

Araya Guzmán, S., Figueroa, P., Grandón, E., Ramíerz.Correa, P. & Alfaro-Pérez, J. (2018). Information Systems and their Effect on Organizational Performance: An Inquiry into Job Satisfaction and Commitment in Higher Education Institutions. *Journal of Information Systems Engineering & Management*, 3(4), 26.

Arnetz, B. B. & C. Wiholm (1997). Technological stress: Psychological symptoms in modern offices. J. *Psychosomatic Res*. 43(4) 35–42.

Brod, C. (1984). Technostress: The Human Cost of the Computer Revolution. Addison-Wesley.

Calderón, J. & Rodríguez, C. (2010). Un enfoque gerencial de factores críticos para el éxito de los SI en la Pyme metalmecánica venezolana. *Contaduría y Administración*, 57(1), 79–102.

Cárdenas-Velazquez, A. & Bracho-Paz, D. (2020). El Tecnoestrés: Una consecuencia de la inclusión de las TIC en el trabajo. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*. Año VI, Vol 1, 295-314. Edición Especial.

Cepeda, G. & Roldán, J. (2004). Aplicando en la práctica la técnica PLS en la administración de empresas, Congreso de la Asociación Científica de Economía y Dirección de la Empresa.

Cernas Ortiz, D., Mercado Salgado, P., & León Cázares, F. (2018). Satisfacción laboral y compromiso organizacional: prueba de equivalencia de medición entre México y Estados Unidos. *Contaduría Y Administración*, 63(2), 18.

Chiang, M., & San Martin, N. (2015). Análisis de la Satisfacción y el Desempeño Laboral en los Funcionarios de la Municipalidad de Talcahuano. Ciencia & Trabajo, 17(54), 159-165.

Clark, K. &S. Kalin (1996). Technostressed out? How to cope in the digital age. *Library Journal* 21(8) 30–32.

Cuervo-Carabel, T., Meneghel, I., Orviz-Martínez, N. & Arce-García, S. (2020). *Revista de Psicologia, Ciències de l'Eduació i de l'Esport*. Aloma. 38(1), 21-30.

Hung, W. H., Chen, K. & Lin, C. P. (2015). Does the proactive personality mitigate the adverse effect of technostress on productivity in the mobile environment?. Telematics and Informatics, 32(1), 143-157.

Juaneda, E. & González, L. (2007). Definición, Antecedentes y Consecuencias del Compromiso Organizativo (Definition, Background and Consequences of Organizational Commitment). Conferencia Conocimiento, innovación y emprendedores: camino al futuro, editado por Universidad de La Rioja, España.

Marquina-Vergara, Carlos. (2018). Satisfacción laboral y compromiso organizacional en empleados de una universidad privada de Lima. *Revista Científica de Ciencias de la Salud*. 6. 10.17162/rccs.v6i1.998.

Martinez, J. (2011). Technostress. Nsyedad and adaptation to new technologies in the digital age. Spain. Paidos Editorial. Contexts Group Planeta Spain.

Meyer, J., Allen, N. & Smith, C. (1993). Commitment to organizations and occupations: Extension and test of a three-component conceptualization. Journal of Applied Psychology, 78(4), 538-551.

Nelson, D. L. (1990). Individual adjustment to information-driven technologies: A critical review. *MIS Quart*. 14(1) 79–98.

Nimrod, G. (2017). Technostress: measuring a new threat to well-being in later life. *Aging & Mental Health*, 22(8), 1080-1087.

Ragu-Nathan, T. S., Tarafdar, M., Ragu-Nathan, B. S. & Tu, Q. (2008). The consequences of technostress for end users in organizations: Conceptual development and empirical validation. *Information Systems Research*, 19(4), 417-433.

Sánchez, D., Reyes, R., Sekeres, M. & Ortiz, J. (2013). Satisfacción laboral y compromiso en las organizaciones de Rio Verde, S.L.P. *Revista de Psicología y Ciencias del Comportamiento de la U.A.C.J.S.*, 4(1), 59-76.

Tarafdar, M., Tu, Q. & Ragu-Nathan, T.S. (2010). Impact of Technostress on End-User Satisfaction and Performance, Journal of Management Information Systems, 27:3, 303-334.

Tarafdar, M., Pullins, E. B. & Ragu-Nathan, T. S. (2015). Technostress: negative effect on performance and possible mitigations. *Information Systems Journal*, 25(2).

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 26/10/2020
Aceitação/Acceptance: 09/12/2020

Gestión del conocimiento empresarial en la Internet de las cosas

Víctor Hugo Medina García[1], Daniela Garzón Trujillo[2], Lina María Medina Estrada[3]

vmedina@udistrital.edu.co; dgarzont@correo.udistrital.edu.co

[1] Facultad de Ingeniería. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C., Colombia.

[2] Facultad de Ingeniería. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C., Colombia.

[3] Facultad de Comunicaciones. Universidad Sergio Arboleda. Bogotá D.C., Colombia.

Pages: 568-578

Resumen: Este artículo describe el resultado de una investigación documental acerca de la importancia de la gestión del conocimiento y la utilización de herramientas tecnológicas aplicadas a situaciones de la vida empresarial. Dichas herramientas significan un gran reto para las organizaciones, debido a que pueden presentarse riesgos si son desarrolladas de manera incorrecta; pero si la implementación se realiza adecuadamente, teniendo en cuenta cada uno de los avances e innovaciones a través del tiempo, se puede evidenciar una mejora a gran escala de la ventaja productiva y competitiva; y un flujo de información interno seguro, rápido y eficiente.

Para reconocer el aporte de la Iot en el ámbito empresarial se adaptó el modelo de dirección estratégica por competencias de Eduardo Bueno que fue una mejora del modelo SECI propuesto por Nonaka y Takeuchi; teoría que consiste en la identificación de la capacidad que tiene una empresa para crear conocimiento y transferirlo por medio de competencias.

Palabras-clave: Gestión del conocimiento; Internet de las cosas (IoT); Modelo; Transferencia de información y Ventaja competitiva.

Business knowledge management in the Internet of things

Abstract: The following article develops a documentary research on the importance of knowledge management and the use of technological tools applied to situations in business life. Such tools pose a major challenge to organizations, because risks may arise if they are incorrectly developed; but if implementation is properly implemented, taking into account each of the advances and innovations over time, a large-scale improvement in productive and competitive advantage and a secure, fast and efficient flow of internal information can be seen.
In order to recognize the contribution of Iot in the business field, the strategic management model will be adapted by Eduardo Bueno competencies, which was an improvement of the SECI model proposed by Nonaka and Takeuchi; theory that consists in identifying the ability of a company to create knowledge and transfer it.

Keywords: Knowledge management; Internet of things (IoT); Model; Information transfer and Competitive advantage.

1. Introducción

A lo largo del tiempo y la actualización de la tecnología, en las organizaciones ha surgido la necesidad de implementar técnicas y herramientas que permitan la identificación de los activos inmateriales que aportan valor económico a la empresa (Nieves y León,2001). Dichos activos se recogen en forma de datos, los cuales son hechos o atributos que están sin procesar. Esta actividad se desarrolla con el fin de agregar y categorizar adecuadamente la variedad de datos que se posea y convertirlos en información estática útil para generar conocimiento y tomar decisiones.

Debido a que el procesamiento de información se torna lento y difícil, diferentes autores construyeron herramientas y técnicas que funcionan a partir de la interconexión de dispositivos. Lo mencionado anteriormente se conoce como Internet de las cosas (IoT por sus siglas en ingles); es importante reconocer que estas "cosas" se tratan de objetos diseñados con un propósito en particular (Acevedo y Ruiz, 2015). Para el caso de estudio es la adaptación del modelo de Nonaka y Takeuchi, denominado modelo de dirección estratégica por competencias de Eduardo Bueno; utilizando la Internet de las cosas para la generación de conocimientos empresariales; teniendo en cuenta en conjunto de procesos y sistemas que posibilitan que el capital intelectual aumente considerablemente, por medio de la administración de las capacidades que solucionen problemas y creen ventajas competitivas.

2. Bases teóricas o fundamentación

2.1. Papel de la gestión del conocimiento en las organizaciones

La Gestión del conocimiento es un proceso sistemático y de carácter específico que se encarga de organizar, recopilar y transferir el conocimiento tácito y explícito por medio de la comunicación de las personas que pertenecen a la organización, generando una retroalimentación de conocimiento que permite un aumento en la productividad y ventaja competitiva empresarial (Gil, López, Molina y Bolio, 2011).

Es importante tener en cuenta que el conocimiento ha evolucionado, convirtiéndose en uno de los activos primordiales para la organización, que marca la diferencia; debido a que su gestión y administración crea valor añadido que facilita el posicionamiento en el mercado. Además, la gestión de este es el resultado de la consolidación de la cultura organizacional, de forma tal que se encarga de determinar, incrementar y explotar los conocimientos con el fin de impulsar a la empresa a compartir el conocimiento que une a cada uno de los integrantes con el fin de prepararlos para a enfrentar cualquier problema que se les presente sin importar el nivel de dificultad (Nieves y León, 2001).

El conocimiento pertenece a los activos intangibles, compuestos por el valor que se localiza en los seres humanos, los procesos, sistemas y la cultura de la organización; y representados por el capital intelectual que se divide en:

- Capital humano: Es todo el conocimiento creado por las personas, en donde se encuentran los conocimientos tácitos y explícitos; es la combinación de experiencias, habilidades, formación, valores, actitudes, cultura y filosofía.
- Capital estructural: Es todo aquel conocimiento creado e interiorizado en la organización, es decir la cultura, las normas, los procesos, las bases de datos, las marcas, patentes, manuales, sistemas de dirección, organización y control.
- Capital relacional: Es el resultado del intercambio de información con entes externos a la organización, tales como la cartera de clientes, los proveedores, bancos y accionistas.

Es necesario tener en cuenta que la gestión del conocimiento es el conjunto de procesos y sistemas que hacen que el capital intelectual de la organización crezca, a través de sus dos dimensiones:

- Hard: Elementos duros. Se encuentra el capital relacional y estructural.
- Soft: Elementos blandos. Se encuentra el capital intelectual, es decir todos los conocimientos del personal (Sánchez, 2005).

Para que la gestión del conocimiento sea una fuente de innovación se deben considerar acciones efectivas descritas en la figura 1, presentada a continuación:

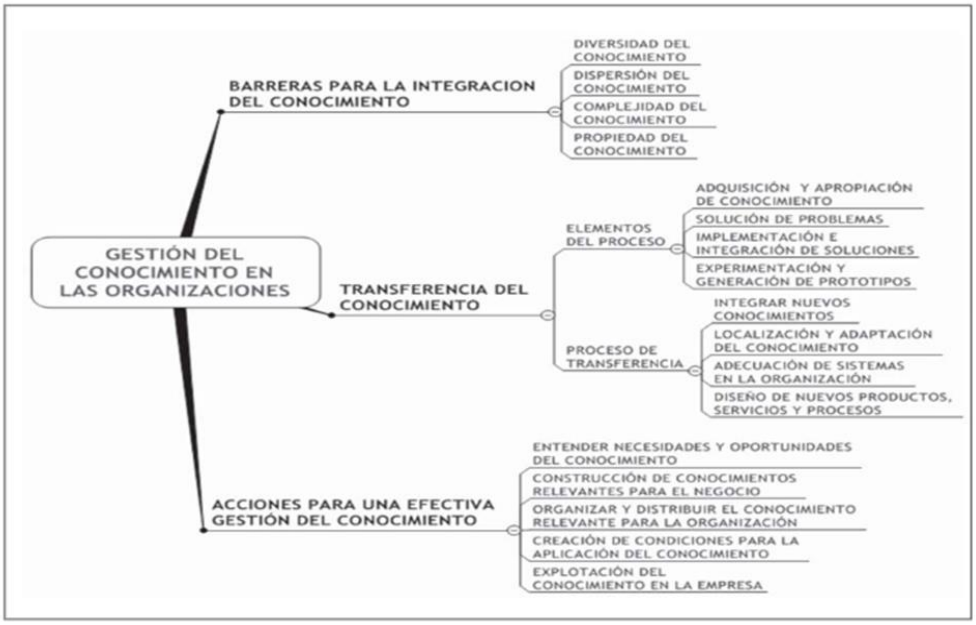


Figura 1 – Gestión del conocimiento en las organizaciones. Fuente: Nagles (2007)

Dado a las condiciones actuales las empresas han adquirido tecnología que las hace más inteligentes, esto provoca un mayor grado de acumulación del conocimiento y posibilidad de lograr ventaja competitiva.

2.2. Internet de las cosas (IoT)

La IoT surge en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) y el Auto-ID Center. El grupo fue fundado en 1999; en donde se realizaban investigaciones de temas tales como radiofrecuencia en red (RFID) y tecnologías con sensores emergentes. La definición de esta novedad fue formulada por el grupo de soluciones empresariales basadas en internet (IBSG) de Cisco, los cuales definieron que la IoT es el punto en el tiempo en el que se conectaron a internet más "cosas u objetos" que personas (Evans, 2011). La figura 2 describe a través de un gráfico el concepto anterior.

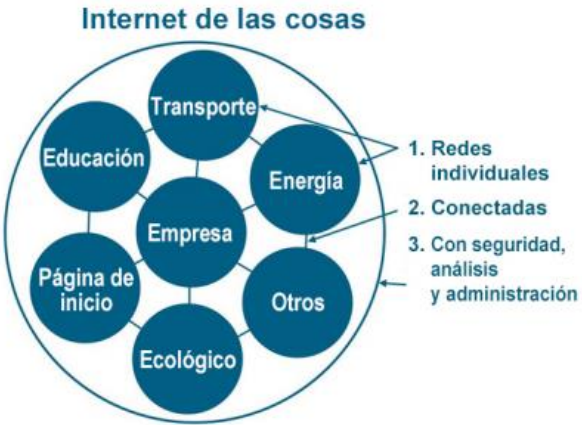


Figura 2 – Internet de las cosas. Fuente: (Evans, 2011)

El internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), es la representación de una de las tendencias tecnológicas más importantes en la actualidad, se define como un conjunto de dispositivos interrelacionados entre sí para realizar una acción conjunta y además están conectados a internet; permitiendo el envío y la recepción de datos constantemente (Figura 3). Para la construcción del diseño de cualquier solución basada en IoT es necesario la presencia de tres elementos (Acevedo y Ruiz, 2015):

- Los objetos físicos.
- Los dispositivos.
- Internet.

Con la utilización de la IoT en el ámbito empresarial se pueden obtener resultados como la mejora de calidad de productos, atención al cliente, relación con proveedores y en general la cultura de la organización. De igual forma se puede simplificar y reducir el tiempo de procesamiento de información, aumentando los niveles de eficiencia de los recursos y el diseño de nuevas herramientas para la gestión del conocimiento.

Por tal motivo el beneficiario directo con la implementaación de la IoT son aquellas empresas que utilizan el Internet para simplificar y agilizar la obtención de información

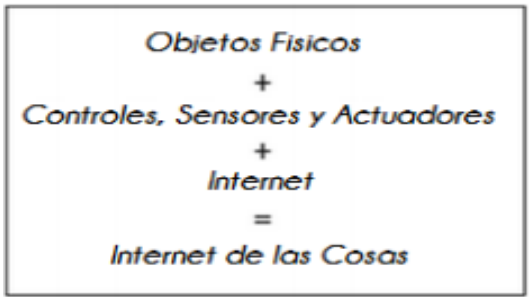


Figura 3 – Los elementos que conforman el Internet de las Cosas. Fuente: Acevedo y Ruiz (2015).

mediante el uso de dispositivos inteligentes conectados a sistemas que filtren datos y permitan observar los más relevantes para la misión de la organización; y así obtener ventajas competitivas dentro del mercado. La Iot es un instrumento interno de prefeccionamiento que impulsa el bienestar de las empresas dado a que la comunicación y la seguridad se mejora gracias a la utilización de sensores, dispositivos e infraesructura compartida en cada una de áreas o departamentos de la organización (Fabara-Ibarra y Medina-Chicaiza, 2020).

2.3. Modelo de dirección estratégica por competencias

Este modelo fue propuesto por Eduardo Bueno y Patricio Morcillo el cual fue una modificación realizada al modelo de creación del conocimiento de Nonaka y Takeuchi; en donde se aclara que el concepto de competitividad es el reflejo de las capacidades que tiene una empresa para competir y obtener una buena posición en comparación con los competidores. Estas capacidades son determinadas por competencias básicas distintivas que permiten a las compañías explotar oportunidades, superar amenazas tanto internas como externas en un ambiente de riesgo controlado cada una de estas organizadas de forma estratégica en figura 4. Es primordial reconocer que entre más específicas y difíciles de imitar, se llegará al éxito y al posicionamiento deseado con rapidez (González, 2000).

En el modelo de dirección estratégica por competencias el concepto de capital intelectual es el centro del desarrollo de este, puesto que los activos intangibles son cada vez más importantes para la economía y ventaja competitiva de las organizaciones. Así, se estima que el capital intelectual puede estimarse calculando la diferencia obtenida entre el valor que el mercado le da a la compañía y el valor contable de la misma.

El capital intangible es la valoración de los activos intangibles creados a partir del flujo constante de conocimiento de la empresa. Por tal motivo es sumamente importante enriquecer el capital intangible para desarrollar una dirección estratégica por competencias. La forma correcta de estructurar las ideas fundamentadas en el quehacer de la organización y las capacidades que posea la compañía se puede evidenciar en la figura 5 (Sánchez, 2005).

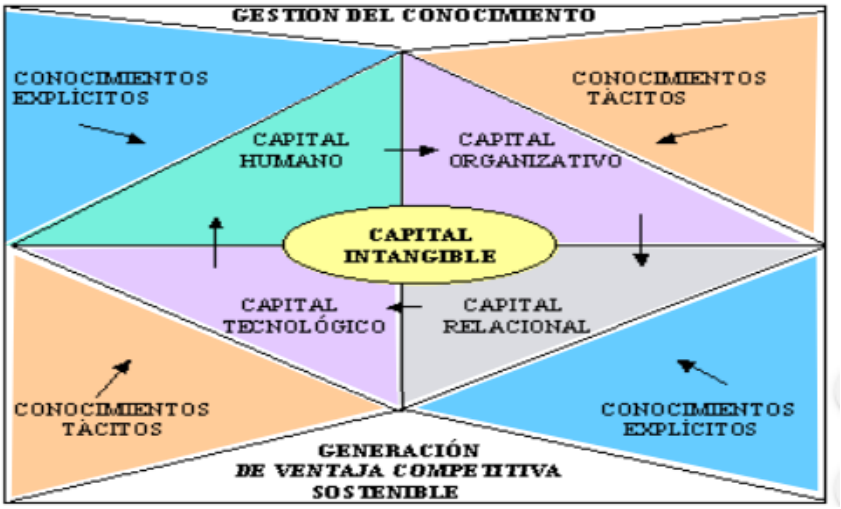


Figura 4 – Capital Intangible como generador de ventaja competitiva. Fuente: Bueno (2011).

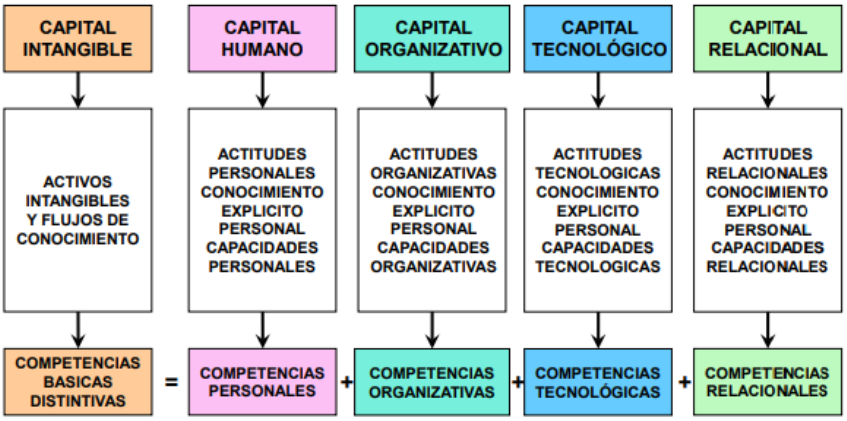


Figura 5 – Modelo de dirección estratégica por competencias: el capital intangible. Fuente: Bueno (2011).

3. Métodos y materiales

Se realizo una simulación utilizando el sotfware Flesxim el cual facilito el desarrollo de un modelo de computación en tres dimensiones de un sistema de la vida real, teniendo de cuenta variables básicas que pequeñas y medianas empresas tienen en común, permitiendo a grandes rasgos planear y tomar decisiones a partir de la utilización de la Internet de las cosas; en donde se van a conectar diferentes dispositivos de forma tal que se pueda evidenciar el funcionamiento de un proceso productivo organizacional y

obtener información de medidas de desempeño que faciliten el desarrollo de un análisis y conclusiones del modelo propuesto.

Los pasos que se aplicaron en la simulación fueron:

1. Definición del alcance
2. Recolección y análisis de datos del sistema
3. Costrucción del modelo conceptual y simulado
4. Validación del modelo
5. Desarrollo de experimentos de la simulación
6. Discusión de resultados

4. Modelo de dirección estratégica por competencias utilizando la IOT

Para la investigación los recursos de conocimiento serán las personas, los dispositivos tecnologicos que permitan la interconexión tales como los sensores, actuadores o controles; y el acceso a internet. Todos estos recursos seran necesarios para la generación de conocimiento a partir de la entrada (datos) y salida (conocimiento) de información y el aprovechamiento de las nuevas tendencias presentadas en la respectiva simulación a desarrollar.

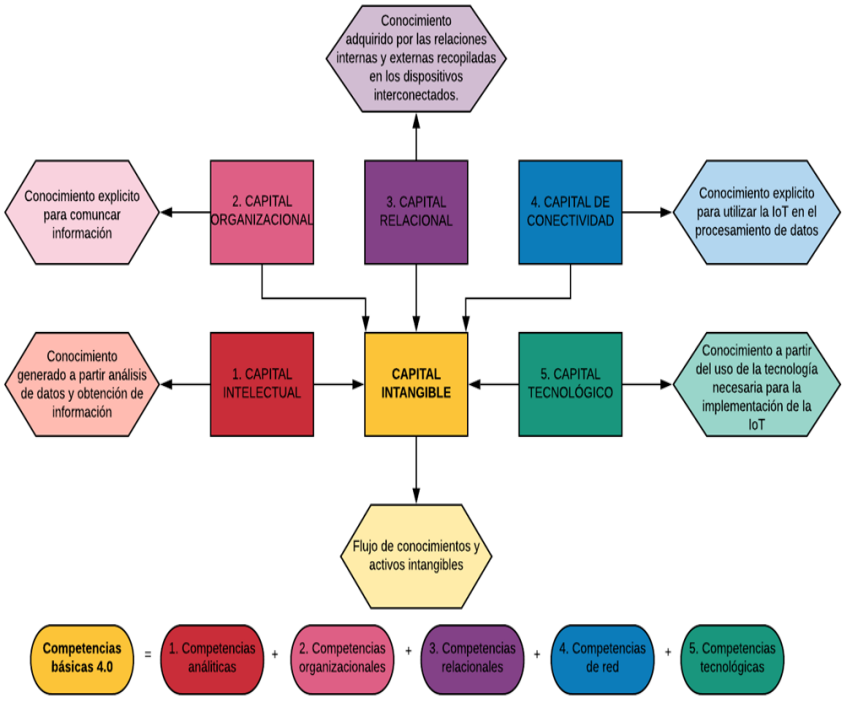


Figura 6 – Modelo de dirección estratégica por competencias utilizando la IoT. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la fundamentación teorica se adapto el modelo de dirección estratégica por competencias del profesor Eduardo Bueno (Bueno, 2011)) obteniendo el siguiente modelo (Figura 6):

El modelo de dirección estratégica por competencias utilizando la Iot (Figura 6), es una recopilación y adaptación de competencias en donde al modelo original se le agregan y modifican las originales, la cuales están enfocadas en como la organización va a incorporar cada uno de los elementos de la Internet de las cosas. La primera competencia clave se refiere a la conectividad de la red interna necesaria para el procesamiento de datos obtenidos de cada uno de lo eslabones de la cadena de valor del negocio en particular y el capital técnológico, es una competencia esencial para la implementación de la Intenet de la cosas, debido a que los recursos necesarios deben estar alineados para un funcionamiento correcto, acorde con el know-how de la organización. Es importante tener en cuenta que todas las competencias definidas en la figura 6 son un conjunto que permiten el cumplimiento del objetivo de la Internet de la cosas el cual es que a partir de la conexión de diferentes dispositivos y tecnologías se conforme una red de comunicación entre objetos que permita la automatización de operaciones para mejorar, actualizar y agilizar de manera eficiente actividades que anteriormente trabajanban de manera individual.

5. Discusión de resultados

Para verificar la aceptación del modelo se aplicó una simulación general en donde se tuvo en cuenta cada una de las características de las pequeñas y medianas empresas colombianas, presentada en la figura 7:

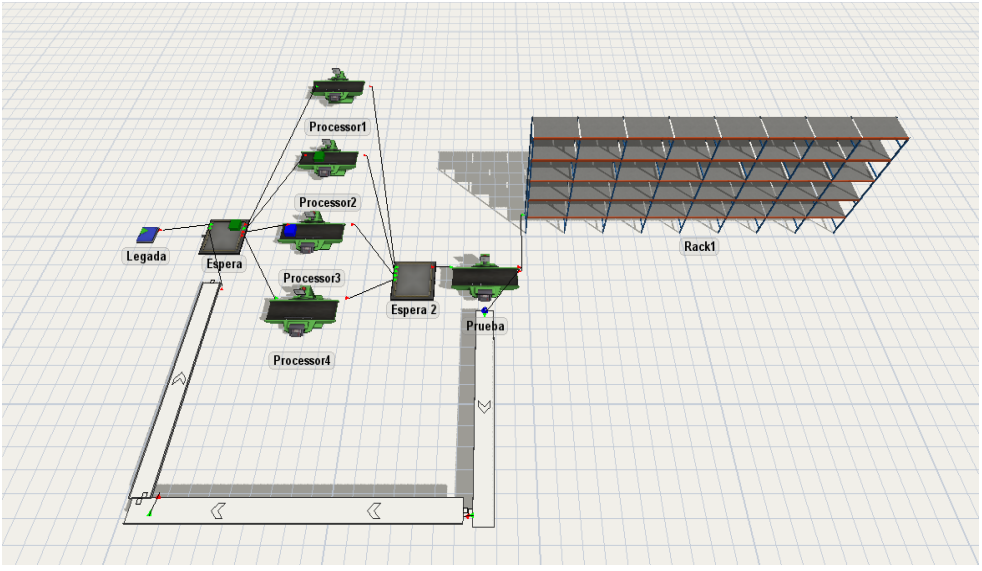


Figura 7 – Simulación modelo de dirección estratégica por competencias utilizando la IoT.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se puede evidenciar un sistema de producción que consta de un sink o llegada de materias primas que tiene una distribución exponencial, una cola o lista de espera del procesamiento con una distribución empirica, cuatro máquinas procesadoras que trabajan a partir de una distribución uniforme, la segunda cola que tiene en cuenta el producto en proceso, una quinta máquina que verifica la calidad del producto, un reproceso debido a fallas y un rack o estanteria para el inventario del producto terminado. Cada uno de los elementos descritos ateriormente están conectados de forma tal que el proceso se realiza de manera automatizada y permite el funcionamiento en conjunto del proceso. Se simularon 40 horas, es decir alrededor de una semana de trabajo en donde se pudo evidenciar una reducción de costos debido a solo necesitar de un operario para el monitoreo, en la figura 8 se puede evidenciar que cada uno de los elementos trabaja de manera balanceada, lo que significa que la eficiencia del proceso es alta gracias a la implementación de la internet de las cosas y la conexión de cada uno de los equipos entre si.

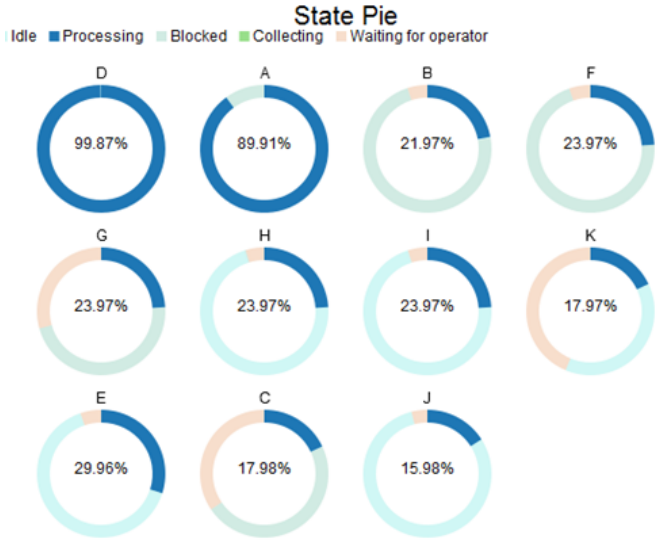


Figura 8 – Indicadores de funcionamiento de la simulación. Fuente: Autores.

6. Conclusiones

La adaptación del modelo de dirección estrategica por competencias del profesor Eduardo Bueno, permitió la identificación de cada uno de los aspectos protagonistas que permiten la generación del conocimiento en un proceso productivo organizacional; en donde se le quizo dar un enfoque a partir de las innovaciones de la industria 4.0, en particular de la Internet de las cosas. Tendencia que ha logrado la conexión de diferentes dispositivos o facilitadores que logran la unificación de actividades y procesos.

La simulación facilita notablemente la formulación de modelos, debido a que permite realizar diferentes pruebas simultaneas, observar los resultados y tomar decisiones que beneficien la productividad organizacional, sin incurrir en costos elevados. Para el

ejercio propuesto, a lo largo del articulo se observo que usar la internet de las cosas reduce los tiempos muertos, los costos de contratación de empleados y balanceo de la linea de forma, de tal forma que cada uno de los recursos sea utilizado de manera precisa, evitando desperdicios.

Es decir que el conjunto de competencias 4.0 es la fórmula para que las compañías permanezcan y crezcan en el mercado debido a su ventaja competitiva, que para el modelo propuesto es la automatización derivada de los conocimientos adquiridos a partir de la internet de las cosas.

Referencias

Acevedo Genaro y Ruiz Ayrton. (2015). Propuesta de un modelo de referencia basado en internet de las cosas para diseñar soluciones utilizando tecnologías de la información y comunicaciones. XX Congreso Internacional de Contaduria, Administración e Informática. Mexico D.F.

Bueno Eduardo (2011). Modelo Intellectus: Medición y Gestión del Capital Intelectual. Editor: IADE-UAM. Madrid.

Evans, D. (2011). Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). Informe técnico. Consultado 12 octubre de 2020. https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf

Demuner Flores, María del Rosario, Rosa María Nava Rogel, Patricia Mercado Salgado. “Las TI como facilitadoras de la gestión del conocimiento empresarial”. Revista Digital Universitaria [en línea]. 1 de febrero de 2015, Vol. 16, No.2 [Consultada:]. Disponible en Internet: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art15/index.html> ISSN: 1607-6079.

Fabara-Ibarra, S. M., & Medina-Chicaiza, P. (2020). Un mundo empresarial basado en el internet de las cosas. Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación, 4(33), 1-11. https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol4iss33.2020pp1-11

García, G. A., & Reyes, A. D. R. (2015). Propuesta De Un Modelo De Referencia Basado En Internet de las Cosas Para Diseñar Soluciones Utilizando Tecnologías De La Información Y Comunicaciones. XX Congreso Internacional de Contaduria, Administracion e Informatica, 20. Retrieved from http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xx/docs/14.02.pdf

Gil María, López Gilberto, Molina Cuauhtémoc y Bolio Carlos (2011). La gestión de la información como base de una iniciativa de gestión del conocimiento. Ingeniería Industrial, vol. XXXII, núm. 3, septiembre-diciembre, 2011, pp. 231-237 Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Cuba.

González Martínez, M. (2000). De la gestión por competencias a la gestión por competencias personales, hacia un nuevo modelo de gestión de personas en la Era del Conocimiento.Ciencia y Sociedad, 25(1), 35-61. https://doi.org/10.22206/cys.2000.v25i1.pp35-61

Gil-Montelongo María Dolores, López-Orozco Gilberto, Molina-García Cuauhtémoc, Bolio-Yris Carlos Arturo. (2011). La gestión de la información como base de una iniciativa de gestión del conocimiento / The information management as a starting point of an initiative of knowledge management. Ingeniería Industrial, 32(3), 231–237.

Nagles G., Nofal. LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO COMO FUENTE DE INNOVACIÓN. Revista Escuela de Administración de Negocios, núm. 61, septiembre-diciembre, 2007, pp. 77-87. Universidad EAN. Bogóta, Colombia.

Nieves Lahaba, Y., & León Santos, M. (2001). La Gestión del Conocimiento: Una Nueva Perspectiva en la Gerencia de las Organizaciones. ACIMED, 121–186.

Osorio Núñez, Maritza. (2003). El capital intelectual en la gestión del conocimiento. ACIMED, 11(6) Recuperado el 8 de julio de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352003000600008&lng=es&tlng=en.

Pérez Rodríguez, Yudith, & Coutín Domínguez, Adrián. (2005). La gestión del conocimiento: un nuevo enfoque en la gestión empresarial. ACIMED, 13(6) Recuperado el 8 de julio de 2020, de http://scielo.sld.cu/ scielo.php?script= sci_arttext&pid=S1024-94352005000600004&lng=es&tlng=pt.

Sánchez Díaz, M. (2005). Breve inventario de los modelos para la gestión del conocimiento en las organizaciones. ACIMED . Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas.

Henao-Calad Monica & Arango-Fonnegra María Pía. (2006) Soluciones tecnológicas que apoyan la gestión del conocimiento. AD Minister. Univeridad EAFIT. Vol.8, 69-85. Medellin.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 21/09/2020
Aceitação/Acceptance: 23/11/2020

Modelo genérico de procesos para empresas de ensamblaje como estrategia de evaluación comparativa para la toma de decisiones

Alejandra Luzuriaga[1], Lorena Siguenza-Guzman[2,3], Daniela Apolo[1], Rodrigo Guamán[4], Rodrigo Arcentales-Carrion[5*]

alejandra.luzuriaga94@ucuenca.edu.ec; lorena.siguenza@ucuenca.edu.ec; mdaa.18@hotmail.com; rodrigo.guaman@ucuenca.edu.ec; rodrigo.arcentales@ucuenca.edu.ec

[1] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril y Av. Loja, 01.01.168, Cuenca, Ecuador.

[2] Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril y Av. Loja, 01.01.168, Cuenca, Ecuador.

[3] Centro de Investigación en Contabilidad, Facultad de Economía y Empresa, KU Leuven, Naamsestraat 69, B-3000, Lovaina, Bélgica.

[4] Departamento de Química Aplicada y Sistemas de Producción, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril y Av. Loja, 01.01.168, Cuenca, Ecuador.

[5] Grupo de Investigación en Contabilidad, Finanzas y Tributación, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas; Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril y Av. Loja, 01.01.168, Cuenca, Ecuador.

Pages: 579-592

Resumen: En un mercado exigente, las empresas requieren manejar sus procesos de manera eficiente y adecuada para competir en el mundo industrial y lograr la satisfacción de los clientes. Este artículo presenta la creación de un modelo genérico de procesos de ensamblaje y un modelo administrativo basados en subprocesos comunes tanto operacionales, estratégicos y de apoyo llevados a cabo en empresas de ensamblaje. Para este fin, el estudio tomó como referencia datos levantados en cuatro casos de estudio, pertenecientes al sector de televisores, tarjetas electrónicas, bicicletas y motocicletas, los mismos que permitieron la diagramación del modelo en una herramienta basada en la metodología de Gestión de Procesos de Negocio, BPM. Los resultados fueron validados con procesos operacionales, estratégicos y de apoyo de productos afines y no afines obtenidos de la literatura para mostrar que los procesos del modelo generado pueden tener subprocesos comunes como también diferentes. Estas comparaciones permitieron analizar y establecer ideas de mejoramiento de los procesos de ensamblaje.

Palabras-clave: modelo genérico; estandarización de procesos; ensamblaje.

Generic model of processes for assembly companies as a benchmarking strategy for decision making

Abstract: In a demanding market, companies need to manage their processes efficiently and properly to compete in the world of industry and achieve customer satisfaction. This article presents the creation of a generic model of assembly processes, an administrative model based on common operational, strategic, and support sub-processes carried out in assembly companies. For this purpose, the study took as a reference previous work carried out in three case studies, which allowed the diagramming of the model in a tool based on the Business Process Management methodology, BPM. The results were validated with assembly, strategic and support processes of related and not related products obtained from the literature to show that the processes of the generated model can have common as well as different sub-processes. These comparisons allowed analyzing and establishing ideas for improvement of the assembly processes.

Keywords: processes; generic model; standardized processes; assembly.

1. Introducción

En un mercado cambiante y competitivo, las empresas requieren cumplir con exigencias claves como el disponer de un apropiado flujo de procesos y cumplir a tiempo con las necesidades del cliente. El reto para las organizaciones consiste en gestionar sus procesos de manera eficiente, evitar demoras, desperdicios, sobre procesamientos y actividades que no agreguen valor al producto. El desempeño a tiempo de las necesidades del cliente da paso a que la empresa vaya fortaleciendo su eficiencia, la misma que exige una exposición y persecución del comportamiento de variables asociadas a los métodos de trabajo (Restrepo et al., 2008). Ante esto, la gestión de los procesos juega un papel fundamental cuando se busca alinear los procesos con las estrategias integrales de la empresa.

Existen modelos de gestión en los cuales los procesos juegan un papel importante y central como base de la organización dando paso a que puedan ser definidos, estructurados y relacionados mediante una representación gráfica denominada mapa de procesos. Este mapa es un conjunto de subprocesos y actividades que se orientan hacia un estándar que sirve como ejemplo para comparaciones con otros procesos. No existe ninguna regla para la agrupación de los mismos; sin embargo, una de las más utilizadas es la presentada por Beltrán et al. (2002). Los autores consideran agrupar a los procesos en estratégicos, de apoyo y operativos. Los primeros hacen referencia al ámbito de la dirección y responsabilidades que son a largo plazo y que hagan referencia a la planificación y a factores clave. Los procesos operativos son los que van en línea involucrados en la realización del producto y/o prestación de servicios. Finalmente, los procesos de apoyo dan soporte a los procesos operativos como recursos y mediciones.

El objetivo de este artículo es presentar la creación de un modelo genérico de procesos de ensamblaje como estrategia de evaluación comparativa para la toma de decisiones. Para ello, se analizaron los procesos levantados en cuatro empresas ensambladoras de motocicletas, bicicletas, televisores y tarjetas electrónicas. Luego, las secuencias del procesamiento de ensamblaje, estratégicos y de apoyo fueron modelizados, en procura de estandarizarlos e integrarlos. Esto con el propósito de mejorar aspectos relativos a productividad y rentabilidad, al tiempo que se logren satisfacer las expectativas de sus clientes.

2. Metodología

2.1. Definición de variables

Como primer paso se identificaron las principales variables que intervienen en este estudio con el objetivo de diferenciar cada empresa con sus respectivos productos y procesos (i.e., motocicletas, bicicletas, televisores y tarjetas electrónicas). La diferenciación a través de variables permite caracterizar a las empresas con sus productos y ocultar sus nombres por acuerdos de confidencialidad. La Tabla 1 presenta la asignación de letras, a cada empresa y sus líneas de ensamble.

Empresa/Línea	Productos	Proceso productivo
A	Bicicletas	Manufactura y ensamble
B	Motocicletas	Ensamble en celdas de trabajo
C	Televisores	Línea de ensamble y celdas de trabajo
D	Tarjetas electrónicas	Ensamble automático y manual

Tabla 1 – Variables definidas para la creación del modelo génico para los casos de estudio

2.2. Creación del modelo de procesos operacionales de ensamblaje

La creación del modelo de procesos de ensamble está apoyada en la revisión detallada de los documentos o fichas de procesos del levantamiento documentado por Castro et al. (2019), Benavídez et al. (2019), y Andrade y Elizalde (2018). Este levantamiento estuvo basado en la metodología propuesta por Arcentales-Carrion et al. (2020), definida en siete fases: planificación, recolección de datos, análisis de datos, presentación de datos, mejora o rediseño de los procesos, implementación de los procesos y control, y; evaluación y monitoreo permanente de los procesos.

El estudio comenzó con un análisis de procesos y el conocimiento del procedimiento de ensamblaje de cada producto, así como los patrones de comportamiento entre las empresas. Luego, se detallaron los procesos, subprocesos y actividades comunes. Para identificar de manera más precisa y detallada estos elementos se revisaron y analizaron los diagramas de recorrido y diagramas de flujo de cada producto. A través de una valoración cualitativa se definieron los procesos y subprocesos de ensamblaje comunes entre las empresas. Estos elementos comunes fueron los resultados base para la diagramación del modelo genérico que comparten los productos de las empresas A, B, C y D. La Tabla 2 presenta cuatro subprocesos resultantes: Pre-alistamiento, Ensamblaje, Control de calidad de producto terminado, y Embalaje y empaque.

Finalmente, se creó el nuevo modelo general de procesos de ensamblaje a partir de la diagramación de cada uno de los subprocesos utilizando una herramienta basada en tecnología BPM (Business Process Management). Esta herramienta cuenta con propiedades que dan paso a una rápida y ágil diagramación, simulación y validación de los procesos. Diagramar en esta herramienta permitió visualizar el flujo del proceso mediante el uso de diferentes formas estándar conocidas como notación BPMN (Díaz, 2008). Para esta diagramación se siguieron tres pasos: ingreso de procesos de ensamblaje

genéricos; detalle de los subprocesos de cada proceso de los cuatro productos; y, validación del proceso. Para la diagramación en el simulador se trabajó solamente con las empresas A y B y C ya que el producto de la empresa D es un componente del producto C y la diagramación de los procesos de ensamblaje del producto D se lo realizó de forma individual.

Subproceso	Actividad
Pre-alistamiento	Desempacar
Ensamblaje	Clasificar y ordenar
	Armar partes
	Colocar accesorios
	Conectar sistema eléctrico
	Conectar sistema mecánico
	Conectar sistema de freno
Control de calidad de Producto Terminado	Probar funciones y especificaciones
	Revisar producto
	Llenar ficha de control de calidad
Embalaje y empaque	Colocar plástico y carton
	Trasladar a bodega el producto terminado

Tabla 2 – Subprocesos comunes del proceso de ensamblaje de los casos de estudio

2.3. Creación del modelo de procesos estratégicos y de apoyo

Este paso consistió en encontrar subprocesos comunes que permitan dar forma al modelo genérico. En este punto no es necesario realizar una simulación de los procesos administrativos ya que estos se ejecutan por departamentos y no siempre respetan una secuencia, es decir, existen subprocesos independientes de otros. Los subprocesos comunes fueron encontrados a través de un condicional x >1; es decir, se toma como común al subproceso que se repita en al menos dos empresas.

Para proceder con el análisis, se realizó una revisión detallada de los documentos donde se encuentra el encadenamiento de la ejecución de estos procesos. El levantamiento de procesos registrado en fichas elaboradas en los documentos, muestran a detalle los subprocesos, las actividades y sus responsables. Después, y con el objetivo de facilitar y mejorar la recopilación de los datos obtenidos a través del análisis, se diseñó una matriz de datos. La estructura de esta matriz contiene: producto, tipo de proceso, departamento, subproceso, numeración y actividades. La matriz fue diseñada para que recopile toda la información obtenida de las fichas elaboradas en el estudio, facilite el manejo de los datos para la toma de decisiones y brinde una mejor visualización de los mismos. La Tabla 3 presenta el encabezado y el contenido resumen de la forma en cómo se registraron cada uno de los datos.

Producto	Tipo de Proceso	Departamento	Subproceso	Numeración	Actividades
C	Estratégico	Gerencia	Compra de insumos internacionales	1	Contactar al proveedor de acuerdo a las necesidades
				2	Negociar (solicitar muestras, analizar campo)
				3	Aprobación y compra
A	Apoyo	Seguridad	Control de Guardias	1	Recibir novedades de los supervisores por no reportarse y por atrasos
				2	Crear un cuadro con multas para el personal
B	Estratégico	Talento Humano	Reunión de equipos	1	Convocar a reunión a todos los Jefes de Talento Humano
				2	Realizar la reunión con todos los Jefes de Talento Humano
D	Apoyo	Cartera, Crédito y Cobranzas	Comité de cartera	1	Dar lineamientos en las reuniones continuas para resolver problemas importantes de cartera
				2	Cerrar el cupo a los clientes que están atrasados o con problemas económicos

Tabla 3 – Estructura de matriz de datos

A continuación, se utilizó un procesador de datos para identificar subprocesos comunes. El procesador se constituyó en una herramienta útil para el manejo datos debido a que estos se encontraban ordenados y se pudo analizar cada uno de los departamentos pertenecientes a cada empresa con sus respectivos subprocesos y actividades. Para identificar los subprocesos comunes, la metodología se basó en que, si un subproceso era común en más de un producto de los cuatro estudiados, se tomó el subproceso como genérico. En el caso de las actividades de los subprocesos genéricos, se analizó, identificó y relacionó cuidadosamente cada una de las actividades con el objetivo de mantener la secuencia de las mismas.

3. Resultados

3.1. Diagramación y simulación del modelo de proceso de ensamblaje

La Figura 1 presenta la diagramación resultante del primer subproceso denominado Pre-alistamiento con sus respectivas actividades: Desempacar, Clasificar y Ordenar. Estas actividades hacen referencia a preparar y acomodar la materia prima, insumos y partes de los productos en un lugar correspondiente y visible para dar inicio al ensamblaje de los productos.

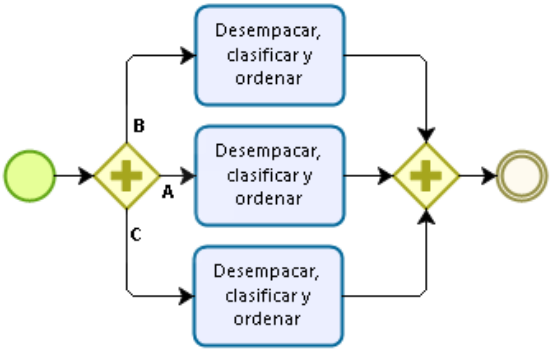


Figura 1 – Diagramación del subproceso de Pre-alistamiento de las tres líneas de productos

La Figura 2 presenta la diagramación del subproceso Ensamblaje; cuenta con actividades como: Armar partes, Colocar accesorios y Conectar sistemas. La última actividad del subproceso para motocicletas es diferente pues los mismos poseen incomparables sistemas que deben ser conectados; ej. conexión del sistema eléctrico, mecánico y de frenos. Las bicicletas cuentan únicamente con la conexión del sistema de frenos y los televisores con la conexión del sistema eléctrico.

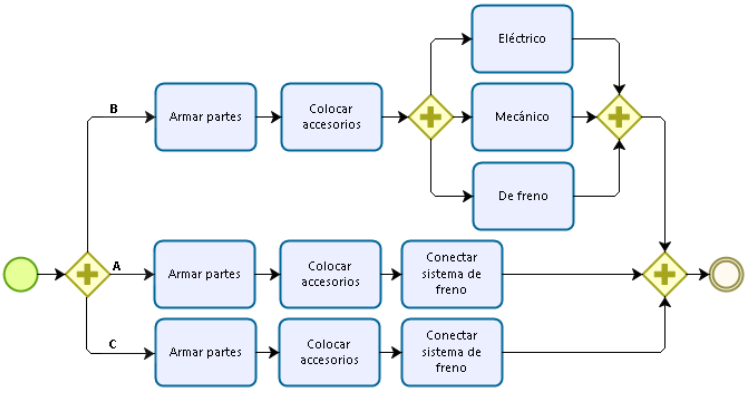


Figura 2 – Diagramación del subproceso de Ensamblaje

La Figura 3 presenta el subproceso Control de calidad. En este caso, a más de probar funciones y especificaciones, permite identificar que las motocicletas y televisores comparten actividades como: revisar producto y llenar ficha de control de calidad. Estas actividades implican garantizar la calidad del producto, dejando constancia que fue verificado, controlado y aprobado. En el caso de las bicicletas solamente existe una actividad denominada control de calidad; la razón se debe a que la revisión del producto se realiza a lo largo de la fabricación del mismo.

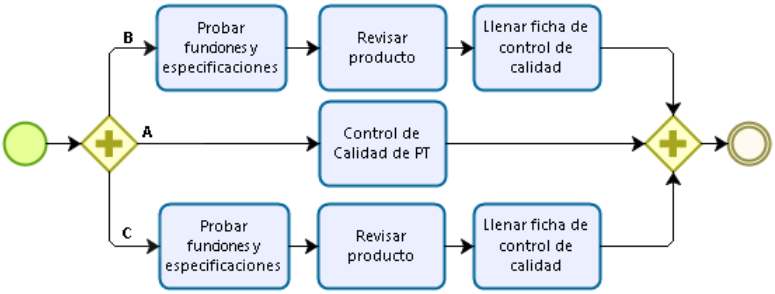


Figura 3 – Diagramación del subproceso de Control de Calidad

La Figura 4 visualiza la diagramación del subproceso Embalaje y empaque que se caracteriza por alistar y proteger el producto terminado con plástico y cartón, con el objetivo de evitar daños en las partes sensibles e importantes. Posteriormente, el producto pasa a ser almacenado en bodega; y, a futuro, despachado al cliente.

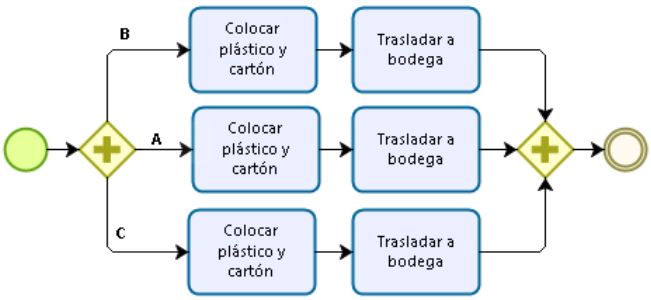


Figura 4 – Diagramación del subproceso de Embalaje y Empaque

3.2. Matriz representativa del modelo de procesos estratégicos y de apoyo

Esta matriz representativa es el resultado del análisis previamente realizado con el objetivo de encontrar subprocesos comunes a través de una valoración cualitativa. En este caso se tomó como ejemplo el Departamento de Contabilidad para demostrar la

estructura de la matriz de datos que recoge la información de los subprocesos. Como se puede observar en la Tabla 4, este departamento es un proceso de apoyo dónde se llevan a cabo los subprocesos de elaboración de informe de sueldos e ingreso de facturas, los cuales presentan sus actividades secuenciales.

Proceso	Departamento	Subproceso	Actividades
Apoyo	Contabilidad	Elaboración informe de sueldos	Ordenar Cuentas
			Verificar cuentas
			Descargar balance exportable
			Elaborar informe y selección de cuentas
			Enviar informe
			Ordenar Cuentas
Apoyo	Contabilidad	Ingreso de Facturas	Revisar facturas e ingresos
			Entregar documentos

Tabla 4 – Tabla representativa del modelo genérico de procesos estratégicos y de apoyo

3.3. Validación del modelo genérico de procesos de ensamblaje

Para la validación del modelo genérico de procesos de ensamblaje se procedió a realizar una comprobación del mismo. Esto con la finalidad de verificar qué otros productos afines mantienen un similar proceso de ensamblaje en otras empresas. Para ello, se ha tomado como referencia de la literatura el ensamblaje de una bicicleta (Patiño, 2010) y el ensamblaje de una motocicleta (Cedeño, 2016). El primero cuenta con diez actividades secuenciales: 1) Suministrar material, 2) Armar rines, 3) Armar centro, 4) Armar dirección, 5) Instalar juego de frenos, 6) Instalar cambios, 7) Instalar ruedas, 8) Instalar accesorios, 9) Ajuste general, y 10) Almacenamiento (Patiño, 2010). Los resultados demuestran que el proceso de ensamblaje de la bicicleta es compatible con el modelo genérico ya que cada una de las actividades de este producto afín encajan con los subprocesos y actividades del modelo. Para mayor información ver la Tabla A1 del Anexo A. La secuencia de las actividades del ejemplo no fue seguida, debido a que las actividades fueron ordenadas de acuerdo al modelo, considerando que éstas están expresadas y detalladas en forma diferente a las del modelo, pero la finalidad es la misma.

El ensamblaje de la motocicleta del ejemplo está compuesto por ocho subprocesos: 1) Desempaque; 2) Pre-ensamble 1, 3) Pre-ensamble 2, 4) Estación 1 de ensamble, 5) Estación 2 de ensamble, 6) Estación 3 de ensamble, 7) Estación 4 de ensamble, 8) Estación 5 de ensamble (Cedeño, 2016). Este proceso permite realizar una comparación del procedimiento de ensamblaje con el modelo desarrollado. Dicha comparación da como resultado subprocesos comunes. Para este análisis, se relacionó las actividades del modelo con las actividades del producto afín. La Tabla A2 del Anexo A muestra la relación entre los subprocesos del modelo con los de la motocicleta del caso bibliográfico.

Otras validaciones realizadas al modelo compararon el proceso de ensamblaje de bicicletas con el caso de Koltai et al. (2014), la segunda comparación es sobre el proceso de ensamblaje de motocicletas con el caso de Cedeño (2016) y por último el proceso

de ensamblaje de televisores con el caso de Samaniego Hervas (2016). Para bicicletas, la comparación se realizó bajo el criterio de clasificar la fabricación en subprocesos y actividades. Se puede determinar que, en dicho proceso de trabajo no se realizan los subprocesos de tratamiento de la materia prima. Es decir, los materiales llegan pre-alistados y se procede únicamente al proceso de pintura y posteriormente al ensamblaje general. El subproceso de ajustes generales también se diferencia ya que en el presente caso los ajustes correctivos o control de calidad se realizan al final del proceso en el caso que requiera el producto terminado. Por el contrario, en la empresa del caso bibliográfico se tiene como actividad dentro del proceso. Para mayor información de la comparación ver la Tabla A3 del Anexo A.

Por otro lado, la diferencia encontrada para motocicletas empieza por su distribución o método de trabajo (Cedeño, 2016). La producción de motocicletas en el presente caso está dividida en celdas de trabajo, es decir, cada celda realiza una motocicleta; mientras que, en el caso bibliográfico, la producción es en dos líneas de ensamblaje divididas en cuatro estaciones de trabajo, el producto en proceso llega a cada estación de trabajo donde cada operador realiza actividades diferentes.

Para televisores, los dos casos poseen líneas de ensamblaje, pero la comparación realizada permitió determinar que se diferencian en ciertas actividades como: armado de controles y armado de fundas de accesorios. Estas actividades en el caso bibliográfico se encuentran fuera del subproceso de ensamblaje ya que los controles fueron previamente armados. El subproceso de ajustes generales se considera como un control de calidad en el presente caso y se da al final del proceso de ensamblaje. Sin embargo, los ajustes generales en el caso bibliográfico es un subproceso abarcado dentro del proceso de ensamblaje, dónde se revisan las funciones del televisor de manera completa. El control de calidad en el caso bibliográfico, es un subproceso diferente; en éste se realiza un muestreo del lote ensamblado y se revisa las funciones del televisor de manera más específica (Samaniego Hervas, 2016).

3.4. Comparación del modelo genérico de procesos estratégicos y de apoyo con procesos de empresas afines

Para la comparación del modelo genérico de este tipo de procesos se relacionaron los subprocesos con tres empresas afines: motocicletas Vycast (Astudillo Delgado & González Martínez, 2015), televisores Ensab (Orbe Aguirre, 2018) y con una empresa de ensamblaje de bicicletas (Criollo Coronado, 2016). Posteriormente, se calculó el porcentaje de compatibilidad de los subprocesos como se muestra en la Tabla 5, mediante una valoración cualitativa.

Departamentos Modelo	% Coincidencia Motocicletas	% Coincidencia Televisores	% Coincidencia Bicicletas
Auditoria	-	-	-
Bodega	-	-	-
Cartera, crédito y cobranzas	-	-	-
Compras	100%	50%	17%
Contabilidad	69%	52%	17%

Departamentos Modelo	% Coincidencia Motocicletas	% Coincidencia Televisores	% Coincidencia Bicicletas
Gerencia	71%	29%	100%
Pagos	-	-	-
Producción	20%	40%	60%
Seguridad Industrial	-	-	-
Servicio y soporte técnico	-	-	-
Sistemas	100%	-	-
Talento humano	59%	-	45%
Transporte y logística	50%	75%	-
Ventas	61%	11%	67%

Tabla 5 – Comparación de los procesos estratégicos y de apoyo con empresas afines

La comparación de los procesos estratégicos y de apoyo del modelo genérico con los tres casos bibliográficos permite analizar la valoración cualitativa que se le ha dado a cada uno de los departamentos que conforman el modelo. Esta valoración parte de los subprocesos comunes encontrados en cada uno de los departamentos y los cuales se desarrollan en el modelo genérico. Como se observa en la Tabla 5, estas empresas no contienen todos los departamentos que posee el modelo.

3.5. Comparación del modelo genérico de procesos estratégicos y de apoyo con procesos de empresas no afines

La estructura organizacional en una empresa depende del tamaño de la misma, sin embargo, en toda empresa siempre habrán departamentos similares que cumplan diferentes funciones o actividades. Es por esto que, se realizó una comparación del modelo genérico de procesos estratégicos y de apoyo con una empresa de muebles presentada por Mejía Celis (2011). Aunque cada empresa en la industria es diferente, los procesos administrativos que se desarrollan dentro de éstas pueden ser similares. Así mismo, si bien el número de departamentos puede depender del tamaño de la empresa o el fin al que se dedique, existen subprocesos comunes que se desarrollan en cada una. En la comparación realizada del modelo genérico de procesos administrativos con una empresa de muebles se pudo comprobar que comparten nueve departamentos en común. Sin embargo, los subprocesos que se desarrollan en la fábrica de muebles no son suficientes. La Tabla A6 del Anexo A resume los subprocesos que se podría aplicar en la estructura organizacional.

4. Discusión

Las empresas han reconocido que sus procesos y actividades deberían fluir de forma relacionada de principio a fin, articuladas con las personas para lograr una excelente coordinación (López Supelano, 2015). Si bien el objetivo de una empresa es satisfacer la necesidad de sus clientes al menor costo, mejorar sus procesos será el camino para

llegar a la meta deseada. La necesidad de integrar, categorizar y estandarizar los procesos a través de la creación de un modelo genérico es posible, siempre y cuando se utilicen las herramientas adecuadas, con el fin de que estos sean comprendidos e interpretados de mejor manera. Como uno de los resultados importantes del estudio, se logró obtener el mapa de procesos resultante del modelo genérico para empresas de ensamblaje (Figura 5).

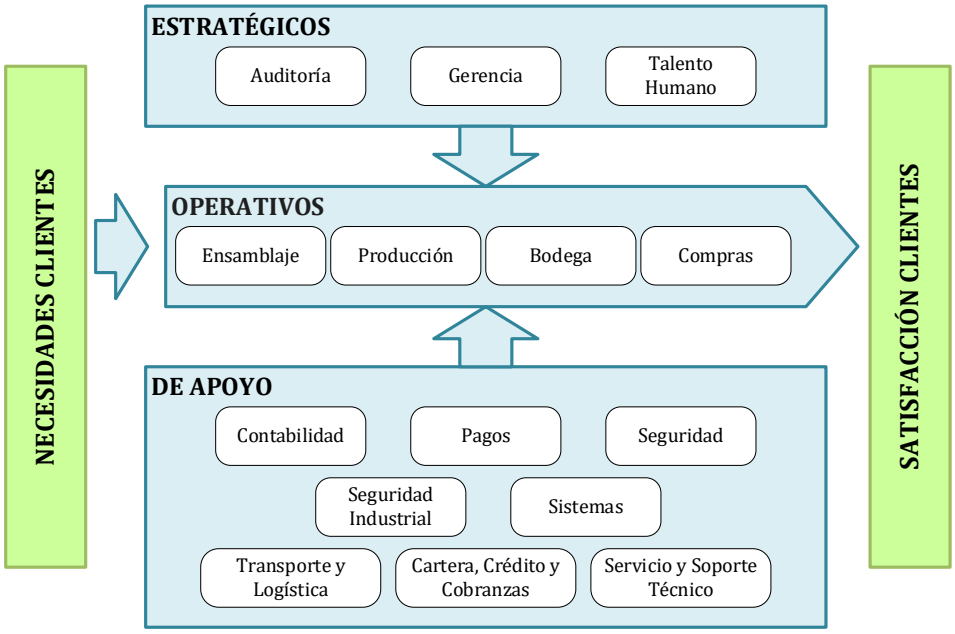


Figura 5 – Mapa de procesos del modelo genérico

En el caso del producto A, el presente estudio evidencia que no se realiza un control de calidad cuando el producto está en proceso. Este control se realiza únicamente al producto terminado, es decir, no existe un procedimiento que fortalezca el cumplimiento de especificaciones de la transformación de la materia prima y de esta manera obtener un producto libre de defectos. Por lo tanto, para el modelo genérico se ha considerado contar con un subproceso de control de calidad.

El modelo genérico fue comparado con un caso de ensamblaje de bicicletas (Patiño, 2010). Las diez actividades que intervienen en la fabricación coinciden con las actividades del modelo, considerando que la bicicleta no cuenta con los sistemas eléctrico y mecánico. Las actividades del caso bibliográfico están descritas de manera general, pero se relacionan y coinciden claramente con las actividades del modelo que están clasificadas con sus correspondientes subprocesos. Una segunda comparación se realizó con un caso de motocicletas (Cedeño, 2016). El caso bibliográfico presenta subprocesos definidos y las actividades están descritas de manera general que permiten ubicar cada subproceso en la tabla comparativa con el modelo, aunque la secuencia no es la misma. En el modelo, la instalación del sistema de frenos se realiza después de la

instalación del sistema eléctrico y mecánico, mientras que, en el caso bibliográfico, este sistema se instala primero. La secuencia de los subprocesos en los dos casos reflejan el mismo fin, pero la secuencia o procedimiento de fabricación difieren lo que se podría interpretar como un diferente método de trabajo.

Estas comparaciones permitieron analizar y establecer ideas de mejoramiento de los procesos. En el caso de bicicletas, se debería implementar el subproceso de control de calidad para garantizar un producto cero defectos y en el caso bibliográfico, implementar el subproceso de tratamiento de materia prima para tener una construcción de bicicletas completa. En el caso de motocicletas, el control de calidad por muestreo se debería implementar al final de la línea de ensamble como un aseguramiento de la calidad de los productos. Para el caso de televisores, se podría realizar un rediseño de las celdas de trabajo por líneas de ensamble.

En la comparación de los procesos estratégicos y de apoyo del modelo con los tres casos bibliográficos, se puede observar que no existe una coincidencia total de los subprocesos ni departamentos existentes. La empresa de muebles, comparada con el modelo de procesos administrativos, permite analizar que los subprocesos que se cumplen en el modelo se podrían aplicar en la fábrica de muebles, al igual que implementar los departamentos de seguridad industrial y sistemas informáticos.

Finalmente, no todas las empresas de ensamblaje tienen una estructura organizacional semejante; así mismo, los departamentos y sus responsables pueden tener diferentes nombres como: jefe de compras, jefe de logística y transporte, jefe de operaciones, etc. Sin embargo, la función de cada uno es lo que claramente se refleja en los subprocesos del modelo de procesos estratégicos y de apoyo. Esto dio paso a relacionar los subprocesos que se desarrollan en cierto departamento similar al del modelo genérico y de esta manera obtener una valoración cualitativa, con el fin de demostrar que las empresas de ensamblaje comparten departamentos con subprocesos comunes, pero no en su totalidad. Además, se encontró subprocesos comunes que no necesariamente se ejecutan en un mismo departamento.

5. Conclusiones

El modelo genérico propuesto como estrategia de evaluación comparativa permite dar respuesta a los procesos de ensamble de productos afines de otras empresas. Este modelo posee una documentación estándar bajo la tecnología BPMN para una adecuada presentación y análisis, convirtiéndose en una estrategia innovadora para la toma de decisiones a través de un desglose máximo de la diagramación que permite llegar a un mínimo detalle; es decir, se parte desde los subprocesos y se llega hasta las actividades. En el caso del modelo de procesos estratégicos y de apoyo, la matriz de datos de igual forma es una herramienta de lenguaje único que permite la identificación de la integración de los procesos.

Como trabajo futuro se propone el uso de otro modelo de mejoramiento de procesos como BPR (Business Process Re-engineering), ya que la reingeniería se basa en concentrarse en los procesos y no en las funciones, dando paso a la identificación de posibles mejoras y cambios.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto "Modelo de Gestión para la Optimización de Procesos y Costos en la Industria de Ensamblaje", ganador del XV Concurso Universitario de Proyectos de Investigación, financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC).

Anexo A: Modelo Genérico comparado con otros casos de estudio

Los cuadros comparativos del modelo genérico con otros casos de estudio afines y no afines pueden encontrarse en: https://drive.google.com/file/d/1ubDw2WYC2cxGNrOhjePJGafUp45aDp_U/

Referencias

Andrade, E., & Elizalde, B. (2018). *Levantamiento de procesos de ensamblaje de televisores para la empresa Suramericana de motores Motsur Cia. Ltda*, http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/29718

Arcentales-Carrion, R., Duran, R., Sucozhanay, D., Guamán, R., Colina Morles, E., & Siguenza-Guzman, L. (2020). Metodología para el levantamiento de procesos en industrias de ensamblaje. *Working paper*.

Astudillo Delgado, V. H., & González Martínez, D. E. (2015). *Propuesta de modelo de gestión por procesos en la ensambladora de motocicletas CKD de la empresa Vycast Cía. Ltda., bajo lineamientos de ISO 9001*. Universidad del Azuay. http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5019

Beltrán, J., Carmona, C., Carrasco, R., Rivas, M., & Tejedor, F. (2002). *GuÍa para una Gestión Basada en Procesos*. Centro Andaluz para la Excelencia en la Gestión.

Benavídez Vera, E. X., Segarra Farfán, E. M., Colina-Morles, E., Siguenza-Guzman, L., & Arcentales-Carrion, R. (2019). Levantamiento de procesos como base para la aplicación de sistemas de costeo basado en actividades en empresas de ensamblaje. *Revista Economía y Política*, *30*, 40-71. https://doi.org///doi.org/10.25097/rep.n30.2019.03

Castro Cambizaca, J., Rodas Gavilanes, J., Colina-Morles, E., Siguenza-Guzman, L., & Arcentales Carrión, R. (2019). Levantamiento de procesos en industrias de ensamblaje de bicicletas usando BPMN e ISO. *Libro de Memorias del VI Congreso de la Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y Posgrados*, 970-978. https://www.utn.edu.ec/jornadasinvestigacion/index.php/libro/

Cedeño, S. (2016). *Estudio para la mejora de la línea de ensamble de motos de la Empresa Motoindustria S.A.,* Universidad de Guayaquil. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18310

Criollo Coronado, L. A. (2016). *Plan de Negocios para la producción nacional y ensamblaje de bicicletas eléctricas con componentes nacionales*, Universidad Internacional del Ecuador. https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1574

Díaz, F. (2008). *Gestión de procesos de negocio BPM (Business Process Management), TICs y crecimiento empresarial ¿Qué es BPM y cómo se articula con el crecimiento empresarial ? 7*(15), 151-176.

Koltai, T., Tatay, V., & Kalló, N. (2014). Application of the results of simple assembly line balancing models in practice: The case of a bicycle manufacturer. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, *27*(9), 887-898. https://doi.org/10.1080/0951192X.2013.834482

López Supelano, K. (2015). Modelo de automatización de procesos para un sistema de gestión a partir de un esquema de documentación basado en Business Process Management (bpm). *Universidad & Empresa*, *17*(29), 131-155.

Mejía Celis, L. M. (2011). *Estructura organizacional y de procesos para una empresa productora y comercializadora de muebles de hogar. Caso: Muebles Doimo.,* Universidad EIA. https://repository.eia.edu.co/handle/11190/1101

Orbe Aguirre, H. D. (2018). *Plan de negocio para la creación del área de ensamblaje de televisores, aplicado a la empresa ecuatoriana Ensab para la comercialización a nivel nacional,* Universidad Internacional del Ecuador. https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2535

Patiño, L. (2010). *Planeación y control de la producción en bicicletas PATMAR LTDA.,* Universidad Libre de Colombia. https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9198/TESIS PDF.pdf?sequence=1

Restrepo, J. H., Medina, P. D., & Cruz, E. A. (2008). Problemas de balanceo de línea salbp-1 y salbp-2: Un caso de estudio. *Scientia et technica*, *14*(40), 105-110.

Samaniego Hervas, J. (2016). *Alianza entre empresas multinacionales de electrónica con empresas privadas nacionales para el ensamblaje local de televisores como medio para la generación de empleos en la ciudad de Guayaquil en el año 2016.,* Universidad de Guayaquil. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/42961

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 22/09/2020
Aceitação/Acceptance: 24/11/2020

Transformación digital en las Universidades: Proceso en épocas de COVID 19

Margarita Ramírez Ramírez[1]

maguiram@uabc.edu.mx

[1] Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, B.C., 22000, México.

Pages: 593-602

Resumen: Este estudio tiene como objetivo analizar las características de un proceso inminente y necesario en esta época de la Pandemia de COVID 19, la transformación digital en Universidades, se analizan los distintos elementos que son considerados factores determinantes para lograr esta transformación. Proceso que va más allá de la inyección de tecnología a los procesos educativos, implica la integración de aspectos como las capacidades y actualización en el uso de la tecnología, la implementación de plataformas educativas, la adaptación de los modelos educativos, así como el estilo de liderazgo requerido para avanzar. En esta investigación se presenta el análisis de las áreas, los recursos y las opciones de gestión necesarias para responder al nuevo entorno de las instituciones universitarias públicas en México. Se integran elementos indispensables en estos procesos, como son la inteligencia artificial, el machine learning, la digitalización de procesos y la implementación de un liderazgo incluyente.

Palabras-clave: Transformación digital; Machine learning; Universidad.

Digital transformation in the universities: Process in the time of COVID 19

Abstract: This study aims to analyze the characteristics of an imminent and necessary process at this time of the COVID 19 Pandemic, the digital transformation in Universities, the different elements that are considered determining factors to achieve this transformation are analyzed. A process that goes beyond the injection of technology into educational processes, involves the integration of aspects such as skills and updating in the use of technology, the implementation of educational platforms, the adaptation of educational models, as well as the style of leadership required to advance. This research presents the analysis of the areas, resources and management options necessary to respond to the new environment of public university institutions in Mexico. Indispensable elements are integrated into these processes, such as artificial intelligence, machine learning, digitization of processes, and the implementation of inclusive leadership.

Keywords: Digital transformation, machine learning, artificial intelligence, University.

1. Introducción

Las condiciones actuales exigen a las instituciones académicas y Universidades adaptarse a los requerimientos del mundo en una epoca de contingencia sanitaria, momento en el cual se debe repensar las operaciones en torno a la salud y seguridad en todos los ambientes de manera prioritaria en ambientes académicos.

En la epoca de COVID, las organizaciones de manera general y sin excluir instituciones educativas de educación superior (IES), han atendido aspectos urgentes y se han aplazado procesos importantes; Las condiciones reales a las que las organizaciones se han enfrentado, ha evidenciado una insuficiente planeación y preparación para enfrentar situaciones inesperadas que las ha obligado a migrar de procesos tradicionales a procesos digitales, incluidos los académicos, en los que la comunicación y el desarrollo académico se debe realizar através del uso de medios tecnológicos, al mismo tiempo que han tenido que asumir una transición a la enseñanza remota. Esto ha dejado evidente, la importancia de contar con liderazgos capaces de dirigir en tiempos de crisis. (H.L. Mora, 2020) menciona: ¨ La transformación digital ha ocasionado cambios en las organizaciones relacionado con sus productos y servicios, inclusive han impactado la estructura organizacional. Por consiguiente, las organizaciones se han visto en la necesidad de establecer nuevas prácticas de gestión con el fin de gobernar esta transformación compleja¨ (H.L.Mora,P.P.Sánchez, 2020). En el presente articulo se realiza un análisis de los diferentes aspectos relevantes alrededor de un proceso de transformación digital en una Universidad, incluyendo aquellos procesos que en apariencia se encuentran distantes de las capacidades tecnológicas, procesos y servicios académicos involucrados como lo es el liderazgo y el comportamiento de los usuarios.

2. COVID 19

De acuerdo a la OMS, el COVID-19 es una enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto recientemente. Tanto este nuevo virus como la enfermedad que provoca eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan (China) en diciembre de 2019. Actualmente el COVID-19 es una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo (OMS, 2020).

La Pandemia COVID-19, es una enfermedad que cambio la vida en las condiciones que la conociamos antes y durante el año 2019, esto ha propiciado nuevos comportamientos y formas de relacionarse y realizar actividades académicas y de trabajo.

La pandemia de COVID-19 dio inicio a una transformación digital repentina, extensa y dramática en la sociedad. La pandemia llevo a las comunidades y a las practicas diarias a tener un avance extraordinario. De un día para otro la educación modificó sus estrategias de enseñanza-aprendizaje y tanto los estudiantes como los docentes tuvieron que utilizar herramientas tecnológicas para vivir este proceso.

Estos cambios obligaron a los estudiantes, docentes y a las adminitraciones académicas, a iniciar o agilizar la transformación digital en la educación. Esta digitalización ha requerido la actuación de los líderes académicos como líderes de agentes de cambio.

3. Proceso de Transición de la Universidad

La transformación digital, va más allá de una estrategia de tecnologías de información, centrada en procesos o en la tecnologia unicamente (C. Matt et al, 2015). Este proceso implica además, modificaciones en dinámicas de trabajo y percepción de necesidades y comportamiento del usuario.

Es momento de transitar de una universidad con una organización tradicional a una organización digital y esto implica la transición o evolución de estructuras jerárquicas, ir de un trabajo presencial, a un trabajo en linea, avanzar a una organización exploradora, que promueva estructuras y procesos ágiles, que impulsa el trabajo colaborativo y busca la filosofía de ser una universidad centrada en el estudiante. En la Figura No. 1 se muestran los elementos que deben ser considerados para formar parte de la configuración de una Universidad transformada ante la disrupción digital.

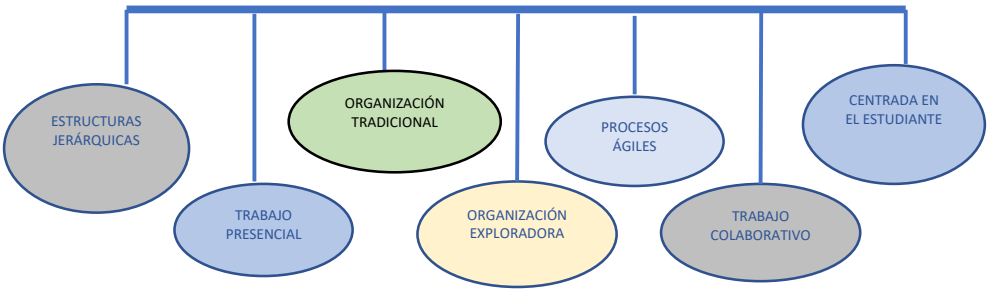


Figura 1 – Elementos transición de proceso de transformación de una Universidad.

Este proceso de transición en las instituciones educativas nos lleva a considerar la transformación digital, además de considerar un proceso de adaptación de la mentalidad. Esta contingencia sanitaria COVID-19, ha obligado a las personas, a las empresas y a las Instituciones educativas a modificar la forma de interactuar e interaccionar, ahora nos encontramos en foros digitales; la educación ha pasado a ofrecerse en un 100% digital. Y es posible que una vez pasada esta pandemia, las condiciones de educación y trabajo sean modificadas y se aproveche en mucha mayor medida las actividades semipresenciales asi como el mundo digital. En la mayoría de los países la educación online está habilitada; Sin embargo es fundamental que se hagan cambios en la regulación y administración de procesos enseñanza-aprendizaje. Es pues importante considerar que para alcanzar la transformación digital en las Instituciones educativas se debe considerar: La capacitación en el uso de herramientas tecnológicas, la adecuación de procesos administrativos y de regulación.

3.1. Transformación Digital

En la actualidad las áreas de conocimiento y desarrollo de una sociedad, organización o economía no pueden desvincularse de los temas relativos a las tecnologías de la Información

y la Comunicación (TIC), cada vez son más comunes los términos de economía digital y de transformación Digital, en las organizaciones. Según Salas (2018) ¨La transformación digital en esencia es el proceso de modificar a una organización usando herramientas innovadoras, así como adoptar tecnología de punta y, al mismo tiempo, cambiar radicalmente la cultura corporativa con el propósito de adoptar nuevos modelos de operación y de negocio". Otro aspecto importante en cuanto a transformación digital, es el descubrimiento de los líderes digitales, quienes además de gestionar el cambio, deben reunir las competencias que se requieren para integrar equipos de trabajo con el talento humano necesario capaz de fomentar el aprendizaje natural, liderar ideas innovadoras y ayudar a los profesionales a entender el valor de su trabajo para alcanzar los objetivos y metas de la compañía (Cortés, 2019).

Esta transformación digital es evidencia de la cuarta revolución industrial que vivimos, en la cual hay convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas, que permiten evidenciar las modificaciones de la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. Pablo Rivas, en (Diez, et all (2020), menciona "Lo más importante en esta Cuarta Revolución Industrial es que entendamos qué está ocurriendo. Estamos inmersos en esta propiedad transitiva en donde no sabemos, todavía, si somos analógicos o si somos digitales. Las generaciones que vengan después vivirán en una realidad distinta, (Diez, et all (2020). Esta realidad distinta implica la utilización de tecnologías transformadoras, las cuales es muy importante conocer y aprovechar, entre ellas el Cloud Computing, además adaptarnos a condiciones diferentes, prepararnos y preparar a profesionistas adaptables a condiciones técnicas, sociales y económicas diferentes.

Desde la conceptualización de "transformación digital" podemos mencionar a la adopción de procesos y prácticas que den soporte y apoyo a la sociedad. Las organizaciones aportan valor social en un mundo cada vez más digital (Sánchez & Zuntini, 2019). La transformación digital implica la utilización de tecnologías digitales, el análisis del poder de negociación de las partes involucradas, los recursos y las capacidades.

La transformación digital en una organización integra procesos como la adopción de tecnologías y herramientas como el blockchain, tecnologías para la toma de decisiones (Machine learning), liderazgo en la innovación, relaciones interculturales en negocios globales, operaciones en la cuarta revolución y tecnología inteligente, enseguida se especifican elemntos primordiales en un proceso de transformación digital.

En la Declaración de Qingdao, la UNESCO afirmó que la transformación de la educación será lograda a través de la promoción de oportunidades digitales y el uso de Información y Tecnologías de la comunicación para alcanzar los objetivos educativos y los nuevos objetivos sostenibles (Sánchez, M. A., 2020). En el caso de las instituciones de educación públicas, la tecnología ofrece ventajas y oportunidades para apoyar a las altas metas universitarias de acceso, inclusión, equidad y oportunidades de aprendizaje permanente; Sin embargo las instituciones deben adaptar sus teorías educativas y prácticas para adoptar tecnologías emergentes. y brindar respuestas a las nuevas generaciones de estudiantes que han agregado tecnología a su vida.

3.2. Elementos de la transformación digital

Es posible considerar varios componentes para integrar un proceso de transformación, a continuación se describen algunas herramientas que facilitan y permiten alcanzar un processo tan relevante como lo es, la transformación digital.

3.3. Inteligencia artificial

Hablar de transformación digital, nos lleva de manera obligada a identificar las características y funciones de la Inteligencia artificial. Los cambios tecnológicos impulsados por la inteligencia artificial, la automatización y la robótica seguirán transformando el mundo laboral. Aunque se crearán nuevos puestos de trabajo, las personas con menor preparación podrían resultar más afectadas, al no tener acceso a las habilidades requeridas para atender las nuevas demandas. (OIT, 2019).

Las condiciones de vida diaria han sufrido modificaciones. Una realidad será que casi todo podrá estar conectado con casi todo. El teléfono móvil, el refrigerador, el reloj, el televisor, etc. Cada objeto del hogar almacenará y utilizará datos continuamente. Condiciones de una vida distinta, pero necesaria en condiciones distintas. Los seres humanos pasaran mas tiempo en casa conectados, realizando actividades que comúnmente se realizaban fuera de sus hogares como jugar, ver cine o series, conciertos, apostando, y en todas estas actividades la Inteligencia Artificial (IA) tiene un rol muy importante, logrando que cada una de estas actividades se conviertan en generadoras de contenidos de una forma sencilla.

Inteligencia Artificial se centra en la simulación de la Inteligencia humana en una máquina (Munakata, 2019), (Tames,et.al, 2020) menciona: “La máquina estará en condiciones de identificar y usar la pieza de conocimiento que se necesita en la resolución de un problema”.

La inteligencia artificial tiene la capacidad de analizar e interpretar los datos, aprender con ellos y aplicarlos para lograr objetivos definidos. La inteligencia artificial es clave en la transformación digital de una organización. El internet de las cosas (IoT), permite la habilitación de hogares inteligentes, ciudades inteligentes, cada día es más común la utilización de la inteligencia artificial y el machine learning que permiten enfoques predictivos para la toma de decisiones.

La transformación digital requiere datos, estos son quienes habilitan las nuevas tecnologías, los datos impulsan la transformación digital, los datos permiten entender a los clientes, sus comportamientos, preferencias, y gracias a estos realizar acciones o tomar decisiones.

3.4. Machine Learning

Un área derivada de la Inteligencia artificial es el machine learning (aprendizaje automático) es la capacidad de las máquinas de aprendizaje, sistemas capaces de identificar patrones en los datos y realizar predicciones.

Es una disciplina científica de la Inteligencia Artificial, donde las máquinas, por medio de un software, aprenden de manera automática, por medio de algoritmos donde se analizan los datos y así se predice un comportamiento futuro (Hernández, et al., 2017). Existen diferentes aplicaciones que aprovechan esta herramienta para reconocer patrones de conducta y convertir muestras de datos en conjuntos de datos que a través de la inferencia generan nuevos conjuntos de datos. La estadística es la base fundamental de machine learning.

3.5. E-Learning

Una de las áreas relevantes en la transformación digital de una Institución educativa es el e-learning, el cual permite la creación de entornos de aprendizaje adaptativo y es posible transmitir las clases virtuales en las universidades, es posible simular entornos de aprendizaje con uso de tecnología y de realidad virtual. En este método de estudio el profesor y los estudiantes están separados en tiempo y espacio y se utilizan desarrollos en línea para establecer la comunicación.

Por lo tanto, el e-learning es un aprendizaje basado en la web. Es un almacén de instrucción, correspondencia de datos, preparación e información y ejecución de los ejecutivos. En nuestro mundo en rápida evolución, creemos que es complejo superar las dificultades de aprendizaje y los logros potenciales. Para salvar la diferencia, las ideas, por ejemplo, e-learning, e-instructing, e-educators se han convertido en parte de una educación exitosa (S. Singh, Z. Hussain, 2020).

El machine learning se centra en la construcción de sistemas que mejoran automáticamente a través de la experiencia, de la optimización de recursos informáticos, de la extracción y análisis de datos. (Jordan & Mitchell, 2015), por lo anterior e-learning se convierte en un pilar en el proceso de transformación en las Universidades, en las que se integran conocimientos específicos, bibliotecas digitales, transformación digital de procesos y procedimientos, tecnologías al servicio del conocimiento, con la utilización de aplicaciones adhoc a las necesidades.

4. Transformación Digital en la Universidad

4.1. Digitalización de procesos

La digitalización de procesos en una IES, permite llevar a cabo una transición obligada de modelos análogos a modelos digitales, dentro de los cuales se deben considerar aspectos académicos, administrativos y de investigación. Aspectos académicos como la implementación de tecnología educativa, misma que obliga a una transición en aspectos académicos como son: la modificación de la educación tradicional a una educación mas incluyente, en la que se consideran elementos como cursos MOOC (Massive Online Open Courses), cursos a distancia, accesibles por internet y que pueden ser aprovechados por cualquier usuario, contienen matriculas masivas de estudiantes y comúnmente son ofrecidos de manera gratuita y por Universidades prestigiadas. El MOOC es un modelo educativo tecnopedagógico emergente, desarrollado en la modalidad en línea y caracterizado por el uso de los recursos de internet y las TIC; se centra en el estudiante, quien es el responsable directo y absoluto de su propio aprendizaje; es masivo, porque es una propuesta formativa dirigida a miles de participantes de modo simultáneo y abierto (Ruiz Bolívar, 2015).

Existen diferentes variantes en este tipos de cursos, es necesario considerar, los cursos mooc social learning o cursos de aprendizaje social, que permiten la integración de la inteligencia colectiva, en el cual la conexión entre personas, lugares e ideas que se da en la web a través de distintos medios como son las redes sociales, modelo en el que se rompen esquemas tradicionales por un modelo en el que la dinámica del proceso aprendizaje

cambia, centrado en las capacidades para creación y generación de conocimiento del estudiante y se aprovecha el usos de la web y el trabajo colaborativo. Este tipo de cursos son más aprovechados e impulsado para dar acceso a la comunidad académica

Otro cambio relevante es el uso y lectura de materiales didácticos y bibliografía, por materiales como ebooks, que son libros en formato digital a los cuales se puede accesar de manera gratuita o con una paga y se realiza la descarga desde internet. Los accesos a bases de datos y bibliografía digital, ha desplazado a los espacios y anaqueles de una Biblioteca en las universidades por cantidades muy superiores de información actualizada y mediante unos clicks se tiene acceso a ellos.

Un área muy importante en la vida universitaria es el área administrativa, la cual integra procesos de vinculación y actividades propias de trámites en paralelo a avances académicos. La situación que se vive actualmente ha cambiado radicalmente la dinámica y formas de trabajar de las instituciones. Esta situación ha acelerado la necesidad de tener modelos de trabajo y procesos que funcionen a distancia, que las tecnologías auxilien en procesos administrativos, promoviendo la desconexión física de las personas, pero la posibilidad de avanzar y continuar con la labor académica y administrativa en universidades habilitadas digitalmente y con procesos administrativos eficientes.

4.2. Capacitación y actualización de capital humano

Un reto muy importante que se vive en las Instituciones educativa es el que su personal docente se ha convertido en estudiante a la par que sus alumnos, la situación prevaleciente ha forzado al personal académico ha reorganizar planes de trabajo, métodos de enseñanza, ha atender a demandas emergentes con una formación y disponibilidad de recursos insuficientes, de pronto el pizarrón y el plumón se han cambiado por el ZOOM, GOOGLE Drive, el classroom, entre otros, herramientas que han tenido un auge importante, debido a que permiten la comunicación y colaboración digital y apoyan el trabajo remoto; Plataformas que requieren capacitación para su aprovechamiento adecuado. Las capacidades que ofrecen, además de la acelerada actualización y adecuación que ofrecen estas herramientas se ha convertido en un gran aliado en este momento, el reto para las universidades es la capacitación y/o actualización de su personal, que por un lado permita atender las necesidades de la comunidad universitaria y aprovechar las ventajas que ofrecen las herramientas digitales, pero además que sea capaz de asumir nuevos retos, esto es, se requiere de capacitaciones que apoyen la preparación de docentes que se adapten a condiciones cambiantes, que conozcan y utilicen sistemas adaptativos y herramientas útiles en la toma de decisiones.

4.3. Transformación digital en la Universidad

Es posible considerar a la transformación digital en una institución educativa con procesos integrales e involucrados, los cuales son: la digitalización de procesos académicos y administrativos, la innovación y nuevos modelos que incluyan las nuevas formas de percibir una Universidad en la que la actualización y capacitación de los usuarios involucrados es uno de los pilares de esta transformación, con cursos asociados a una metodología implementada por la Universidad cursos asociados al diseño de cursos y estrategias apoyadas en TIC y con cursos asociados a herramientas de libre acceso en Internet

De acuerdo con (Mahoney et al., 2018), se argumenta que las escuelas deben tener claro el objetivo el preparar a sus alumnos para enfrentar la vida en un contexto difícil y complejo. Esta preparación no solo debe recaer en contenido académico. Un aprendizaje social y emocional (Social and Emotional Learning) es parte fundamental para el éxito de la vida personal y profesional de los alumnos y amerita una cuidada y sostenida atención (Mahoney et al., 2018, p. 1).

En la figura No. 2, se integran elementos que conforman un proceso de transformación, la visión de la Universidad debe dirigir la elaboración de planes y estrategias necesarias para generar una universidad que sea incluyente y ubicua, la digitalización de procesos académicos y administrativos, que permita a los estudiantes el avance en su proceso educativo, utilizando herramientas tecnológicas, materiales como ebook, aprovechando el e-learning y el social-learning, la capacitación y actualización del personal involucrado, académicos, administrativos y de apoyo en una Universidad. Dos aspectos muy relevantes son considerar una organización ágil que sea dirigida por un líder actualizado, con mentalidad abierta y capaz de adaptarse a situaciones cambiantes como la que se vive en la actualidad, por la pandemia COVID 19.

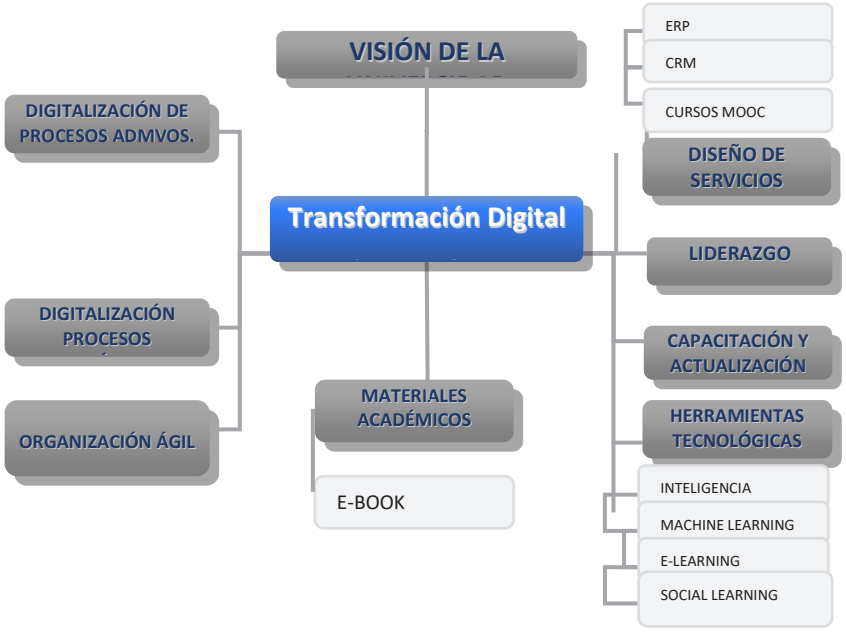


Figura 2 – Elementos transición de proceso de transformación de una Universidad.

5. Conclusiones

Es un hecho reconocido que el COVID 19, propicio e impulso un cambio acelerado en las formas cotidianas de desarrollo y convivencia de la sociedad, obligando a las

organizaciones a implementar actividades en un esquema de Home Office. Sin dejar excluidos los procesos involucrados en instituciones educativas. Una vez analizados aspectos relevantes en procesos de transformación digital en una Universidad, es posible concluir que es necesario identificar las capacidades y opciones de gestión de la IES, para responder a los nuevos requerimientos de la sociedad. Si bien la integración de tecnologías y herramientas digitales juega un papel muy importante, la gestión del talento humano y la implementación de modelos de servicio educativo deben ser transformados aprovechando las tecnologías emergentes.

Este trabajo proporciona un análisis de aspectos que complementan el uso de tecnologías y herramientas, como es la consideración de un liderazgo que se adapte a condiciones cambiantes, un liderazgo que considere la posibilidad de adaptar modelos educativos diferentes, como puede ser un curso MOOC, la consideración de implementación del e-learning, como una herramienta valiosa en el aprendizaje. La inclusión e integración de conocimientos a través de social learning, la adaptación de procesos educativos y administrativos que permita dar acceso a los estudiantes universitarios desde distintos lugares y tiempos, pero alcanzando los objetivos y metas académicas especificadas.

Referencias

Cortés, M. (2019). ¿Cómo deben ser los líderes digitales? (CIO Mexico) Recuperado el 5 de diciembre de 2019, de http://cio.com.mx/como-deben-ser-los-lideres-digitales/

Diez, C. (2020). Transformación digital en la educación en tiempos del COVID-19. Universidad San Ignacio de Loyola.

Hernández, E., Duque-Méndez, N. y Moreno-Cadavid, J. (2017). Big Data: una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación. TecnoLógicas, vol. 20,™ núm. 39, mayo-agosto. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v20n39/v20n39a02.pdf.

Jordan, M.I., Mitchell, T.M. (2015) Machine Learning: Trends, perspectives, and prospects. Recuperado, 10 de Septiembre de 2020, de https://science.sciencemag.org/content/349/6245/255

Matt, C., Hess, T. & Benlian, A. Digital Transformation Strategies. Bus Inf Syst Eng 57, 339–343 (2015). https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5

Mora, H, Sánchez, P.,(2020), “Digital Transformation in Higher Education Institutions with Business Process Management: Robotic Process Automation mediation model,” 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Sevilla, Spain, pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI49556.2020.9140851.

Munakata, T.(2019). books.google.co.cr. Recuperado de books.google.co.cr: https://books.google.co.cr/books/about/Fundamentals_of_the_New_Artificial_Intel.html?id=1QSzDM_4j_sC&redir_esc=y

OMS, (2020), https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=CjwKCAiA4079BRBvEiwAjteoYH-SHWdiZCAuekZR0Tzbj HDo7qkQirYr___SGnjHxDrMWdfWfNUO2xoC4NAQAvD_BwE, Recuperado 05 de Agosto de 2020.

OIT, (2019). Trabajar para un futuro más prometedor. https://www.ilo.org/global/lang--es/index.htm, Consultado 10 Agosto 2020, Ginebra.

Ruiz, B. (2015). El MOOC: ¿un modelo alternativo para la educación universitaria?. Apertura (Guadalajara, Jal.), 7(2), 86-100. Recuperado en 05 de Agosto de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-61802015000200086&lng=es&tlng=es.

S. Singh and S. Z. Hussain, (2020), Mechanising E-learning for equiping start-up entrepreneurs, Materials Today: Proceedings, https://doi. org/10.1016/j.matpr.2020.08.289

Salas, S., (2018), Qué es -y qué no- la transformación digital. (Forbes Mexico) Recuperado diciembre de 2019, de https://www.forbes.com.mx/que-es-y-que-no-la-transformacion-digital/

Sanchez, M. A. (2020). University E-Readiness for the Digital Transformation: The Case of Universidad Nacional Del Sur. Revista Gestão & Tecnologia, 20(2), 75–97. https://libcon.rec.uabc.mx:4440/10.20397/2177-6652/2020.v20i2.1848

Sánchez, M., & Zuntini, J. (2019). Digital Readiness in Government: the Case of Bahía Blanca Municipal Government. International Journal of Electronic Governance, 11(2), 155-181.

Tames, L.,Campos, B., & Conejo, N., Fauricio. (2020). Inteligencia Artificial para la transformación digital en toma de decisiones. 10.5281/zenodo.3599930.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: xx/09/2020
Aceitação/Acceptance: xx/11/2020

Desarrollo de un prototipo de olla de barro para las cocinas a inducción basado en Internet de las Cosas

Mauricio Patricio Artieda- Ponce[1], Jonathan Mauricio Armijos Pardo[1], Melissa Nathaly Orellana-Porras[1], Patricia Marisol Chango-Cañaveral[1], Pablo Alejandro Quezada- Sarmiento[2-3]

mpartieda@utpl.edu.ec; jmarmijos@utpl.edu.ec; mnorellana1@utpl.edu.ec; pmchango@utpl.edu.ec; paquesar@alumni.uv.es; pablo.quezada@tecazuay.edu.ec

[1] Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Ciencias Empresariales, Loja, 11-01-608, Ecuador

[2] Universitat de Valencia, Didáctica y Organización Escolar, 46003, Valencia, España

[3] Instituto Superior Tecnológico del Azuay, Tecnología Superior de Desarrollo de Software, Cuenca,Ecuador

Pages: 603-615

Resumen: El internet de las cosas hace referencia al conjunto de objetos físicos que tiene una inteligencia e identidad propia para integrarse e interactuar de manera independiente en Internet con otro dispositivo o usuario; en el presente articulo se presenta el diseño de un prototipo de olla de barro, para las cocinas a inducción. Durante la etapa de experimentación, se realizó un análisis y selección de los materiales necesarios para la elaboración del prototipo, posteriormente se ejecutaron las pruebas respectivas, con el objetivo de comprobar la funcionalidad del mismo, con el cual se obtienen mejores cocciones de los alimentos, brindando de esta manera un aporte innovador al ámbito gastronómico; es importante destacar que el prototipo desarrollado tiene integrado un conjunto de sensores que recolecta información y es enviada a una aplicación móvil desarrollada en el contexto del proyecto de Computación en la Nube y Computación Afectiva.

Palabras-clave: Aplicación Móvil; Gastronomía; Internet de las Cosa; Olla de Inducción; Patrimonio Culinario

Development of a prototype of a clay pot for induction cookers based on the Internet of Things

Abstract: The internet of things refers to the set of physical objects that have their own intelligence and identity to integrate and interact independently on the Internet with another device or user; This article presents the design of a prototype clay pot for induction cookers. During the experimentation stage, an analysis and selection of the materials necessary for the elaboration of the prototype was carried out, later the respective tests were executed, in order to verify its functionality, with which better cooking of food is obtained, thus providing an innovative contribution to the gastronomic field; It is important to highlight that the developed prototype has an

integrated set of sensors that collects information and is sent to a mobile application developed in the context of the Cloud Computing and Affective Computing project.

Keywords: Mobile Application; Gastronomy; Internet of Things; Induction Cooker; Culinary Heritage

1. Introducción

Según (Mendoza, 2010); manifiesta que el Ecuador es uno de los países de América Latina más ricos en cuanto a la variedad de alimentos y preparaciones culinarias, esto debido a que existe la presencia de una amplia gama de frutas, verduras y legumbres, las cuales se combinan con carnes y pescados, dando como resultado una exquisita cocina ecuatoriana, en la que además se mezclan con los productos característicos de la cultura indígena; tales como, el maíz, papas, quinua, cacao, yuca, palmito, entre otros. Así también, se suman los productos importados por los españoles, entre los cuales se destacan, el arroz, lentejas, trigo, cerdo, cebolla, ajo y otros, mismos que se mantienen como elementos fundamentales de la dieta ecuatoriana actual.

La combinación de estos alimentos ha permitido producir una amplia gama culinaria con un renombre nacional e internacional, e incluso ha determinado que este sea el destino turístico de muchos viajeros, no obstante, es de interés el proceso de cocción fundamentada en las tradiciones y saberes ancestrales, que, en conjunto con el desarrollo de platos, forman parte del patrimonio cultural ecuatoriano (Chango et al., 2019). Adicional a este orden de ideas, el estado como órgano rector inicia en el 2013, el desarrollo del plan estratégico de la Matriz Energética del país, con miras a desarrollar nuevas alternativas para el uso de fuentes de energía, incluyendo dentro de esto la cocción de alimentos, pues es una medida la inclusión del sistema de inducción para la producción de calor, y con ello el desarrollo dentro del mercado del uso de las cocinas a inducción, con esto el estado busca pasar hasta el 2022 de un subsidio de gas que anualmente le representa una inversión de alrededor de 120 millones de dólares (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2014). Esto conlleva no solo a un desarrollo tecnológico, sino a la adecuación de un paradigma, al migrar el modo de cocinar, a usar las nuevas fuentes energéticas, genera que la población se sienta insegura, y en ciertas comunidades ancestrales aún más, ya que, en las cocinas más autóctonas persiste el rechazo al abandono de sus costumbre de cocinar en ollas de barro y en fogones de leña, a pasar al uso de cocinas a inducción, un hecho que no es de esperar, puesto que los materiales con los cuales se las fabrican, pueden llegar a ser nocivos para la salud, debido a que las cacerolas elaboradas con elementos metálicos, genera que éstos a la larga se adhieran a la comida.

Como lo asegura la (Organización Mundial de la Salud, 2010), en el documento Aluminium in drinking-water (Aluminio en el agua potable). Por lo que, se aborda como fenómeno el diseño de la olla de barro que permita ser empleada en cocinas de inducción, logrando así preservar los sabores originarios de los principales platos típicos del país. Es importante mencionar, que el proceso investigativo logrará beneficiar a un determinado segmento de la población que se dedica al ámbito gastronómico y que busca afianzar valores patrimoniales culinarios de las principales regiones, lo que permite el encuentro con los origines y la memoria gustativa.

2. Marco Conceptual

2.1. Ancestralidad

Los saberes ancestrales son la expresión de una cosmovisión, profunda y compleja, que refleja las concepciones y valores de las poblaciones a través una práctica sociocultural íntimamente ligada a la historia, es por ello que el conocimiento y comprensión de la ancestralidad es compleja, ya que la verdadera compresión de los saberes ancestrales surgen desde la vivencia de esa cosmovisión, de la forma en que las personas se relacionan con ella, en la cual la intuición y el sentir se entrelazan con el pensamiento para generar el conocimiento del mundo (Carvallo, 2015).

En este sentido, la ancestralidad conlleva a un proceso de rescate de los orígenes de los pueblos para el reencuentro de las costumbres actuales con la cultura y tradiciones esenciales de una comunidad, permitiendo el fortalecimiento de la identidad de un pueblo. Es importante mencionar que los fenómenos mundiales y la masificación tecnológica se presentan como un reto frente a la necesidad de reencuentro en los pueblos con sus propias costumbres (Quezada et.,2018).

2.2. Património alimentário del Ecuador

La alimentación es considerada un sistema cultural que está articulada a diversas dimensiones de la vida, pues vincula elementos de naturaleza ecológicos, biológicos, económicos, ideológicos y socioculturales; pero en un sentido amplio, este fenómeno es definido como "*una representación de la cultura, que revela una concepción particular del mundo, en el que dos universos, naturaleza y cultura, se implican*" (Unigarro, 2015).

2.3. Sistema de Cocción

Los métodos de cocción son una técnica culinaria con la que se modifican los alimentos crudos mediante la aplicación de calor para su consumo (Armijos & Orellana, 2019). Hay muchos alimentos que necesitan una modificación química para hacerlos digestivos y también hay alimentos que se pueden consumir crudos, pero mediante la cocción podemos hacerlos más sabrosos y apetitosos, se modifica su aspecto y su textura, y su garantía sanitaria se ve aumentada porque la cocción destruye casi todos los microorganismos (Republica, 2008). En este contexto, el proceso de cocción de alimentos puede realizarse de diversos métodos, entre ellos la inducción, la cual se realiza por medio de una cocina eléctrica que es considerada como un equipo que aumenta la calidad de vida de una sociedad, mejorando el índice sobre el desarrollo humano (IDH), el índice de pobreza multidimensional (IPM), el bienestar de dicha sociedad y la eficiencia energética del sistema energético. En Ecuador, se ha observado que, eliminando el subsidio del estado, al uso del gas licuado junto un subsidio a los primeros 100 kW de los hogares insertos en el programa, el estado ahorraría 260,7 millones de dólares anuales (Martínez et al., 2015). Es por ello, que tiene lugar en la actualidad la sustitución paulatina del sistema de cocción a gas por el de inducción, más aún por ser parte de un programa de eficiencia energética para cocción por inducción y calentamiento de agua con electricidad en sustitución del gas licuado de petróleo (GLP), en el sector residencial, del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

2.4. Inducción

La modalidad de cocinar a través de la inducción consiste en el uso de un nuevo medio tecnológico que sustituye el uso de gas, ya que "*es un sistema de calor generado por medio del traspaso de energía en un contacto magnético*" (Mendieta, 2015). Este proceso calienta directamente el recipiente mediante un campo electromagnético en vez de calentar mediante calor producido por resistencias y disminuye las pérdidas de energía. Este proceso funciona a partir de un inductor, o una bobina, la cual comprende la transmisión de la energía eléctrica en forma de campo magnético cuando aumenta la intensidad de corriente, devolviéndola cuando ésta disminuye. El calentamiento por inducción supone la aplicación de corriente a un conductor para así generar un campo magnético, con una fuerza eléctrica inducida, generando un calentamiento por inducción (Serrano & Rojas, 2014).

Particularmente, en el caso de las cocinas de inducción domésticas, el bobinado del inductor utiliza alambre multi-trenzado de cobre, que pueden ser de nidos para lograr la máxima eficiencia de inducción, mientras que el diámetro debe ser inferior a la profundidad de la piel de los campos y el número de hebras está definido por la corriente eficaz de la bobina a la potencia nomina propiedades del calentamiento por inducción (Acero et al., 2006). Es importante definir que el proceso de transferencia de energía, entre el inductor y el material a calentar, es similar a un transformador que recibe una resistencia mínima por el material receptor, lo que garantiza el mantenimiento del calor, pues se inicia por una energía eléctrica que pasa a ser calórica, generando pérdidas poco significativas.

2.5. Sistema de cocción en barro

La cocción tiene lugar cuando se realiza la transferencia de calor de un cuerpo caliente a uno frío por medio de mecanismos denominados, conducción, convección y radicación, el primero hace referencia a la transferencia de energía de altas temperaturas a bajas como un gradiente, el segundo es la transferencia de calor entre partes relativamente frías o calientes, y la tercera cuando la energía o el calor es absorbido por el receptor. Con relación al barro, la arcilla y la cerámica, se emplean ancestralmente para la cocción de los alimentos. Para la cocción de alimentos a través de estos elementos, se requiere de calor y temperatura, los cuales serán transferidos hasta los alimentos por medio de la convección, por calentamiento de la estructura del barro (Armijos & Orellana, 2019).

Los métodos de cocción tienen un efecto sobre los nutrientes presentes en los alimentos, es importante considerar que la cocción prolongada tiene un efecto negativo sobre las proteínas, al destruir los aminoácidos perdiendo su principal elemento de nutrición, así también puede ocasionar una degradación de los glúcidos, precipitación de algunos minerales y oxidación de las vitaminas. Por tanto, la cocción en barro garantiza la exposición de calor lentamente evitando estos procesos (Alcaraz, 2015); es por ello que se mantienen las técnicas tradicionales en la cocción de alimentos, ya que mantienen las técnicas para preparar los alimentos, pues la cocción en barro requiere de la transferencia del calor lentamente, favoreciendo la conservación de nutrientes en alimentos tradicionales (Quezada et.,2018).

3. Metodología

Para el desarrollo del presente articulo se realizo una combinación de, metodologías de investigación, así como de experimentación (Quezada et al., 2020). El método inductivo crea leyes a partir de la observación de los hechos, mediante la generalización del comportamiento observado; en realidad, lo que realiza es una especie de generalización, sin que por medio de la lógica pueda conseguir una demostración de las citadas leyes o conjunto de conclusiones (Quezada & Mengual, 2019).

La entrevista, según los autores (Hernández et al., 2010), la definen como: una reunión para conversar e intercambiar información entre una o más personas, que por lo general son el entrevistador y el entrevistado. Atraves de la encuesta se pudo determinar el nivel del uso de las ollas de barro, la importancia del uso de las olas de barrio a nivel gastronómico, alimentos que se preparan en dichos utensilios; razones para usar las ollas de inducción; criterios de prototipos de ollas de barro, característica de modelo de ollas de inducción, preferencias de adquisición de utensilios de inducción (Armijos & Orellana, 2019).

Para llevar a cabo la ejecución del prototipo, en su primera fase se realizó la correcta elección de los componentes; es decir la arcilla adecuada, el material que compone la placa, así como el diseño más viable a realizar. De esta manera para continuar con el proceso en una segunda fase, es indispensable seguir un procedimiento ordenado que armonice con los elementos antes mencionados. Considerando que no se trata de la elaboración de una olla de barro convencional, puesto que el prototipo tiene que ser adaptable para las cocinas a inducción, según (Veliz, 2018) este tiene algunos aspectos que se deben tomar en cuenta; los cuales se detallan a continuación.

3.1. Selección de Materiales

La arcilla de Cera, es un elemento que por lo general se la encuentra en el subsuelo, en las áreas vírgenes, es decir donde no se ha extraído anteriormente; se la puede encontrar partir de 1 metro de profundidad, regularmente la arcilla negra se encuentra en la primera capa y cuanto más se profundiza en la mina, la arcilla va cambiando de color a amarillo a un tono más crema. Una vez extraída la arcilla de la cantera y cuidando que los terrones sean lo más pequeños posible para facilitar un secado optimo y rápido, se transporta con mucho cuidado a un sitio limpio, en el que dicho material debe ser tendido durante una semana aproximadamente, para que de esta manera se evapore toda la humedad natural que posee en su interior; luego de este lapso de tiempo, y una vez secada la arcilla, esta se puede desgranar en pequeños terrones, constituyendo así el mejor signo que todo está correctamente seco. Luego de esta fase, se procede a guardar herméticamente cerrado y en un sitio libre de humedad ambiental.

Breve descripción del procedimiento empleado para la preparación de las pastas de arcilla, de la parroquia de Cera.

- La preparación se la realiza siguiendo los métodos tradicionales manuales, pero respetando estrictamente las formulas y las proporciones; ya que un descuido en su fórmula, podría ocasionar deformaciones, grietas o incluso que las piezas se pueden llegar a partir por completo.

- Teniendo en cuenta el tipo de producto que se desea modelar, se procede a determinar las medidas a usar de cada uno de los elementos: como la arcilla y la arena.
- Luego de esto, sobre un plástico grande y en una superficie plana se extiende la arcilla previamente medida y se le aplica suficiente agua, hasta que esta quede sumergida; debe concentrarse por un lapso de 24 horas, tiempo en el cual hay que estar reiteradamente agregando agua por aspersión, para garantizar que todo está diluido; generalmente se la remoja en la tarde, para que durante la noche se concentre y al día siguiente se pueda continuar con el proceso.
- Una vez que la arcilla ha sido remojada durante toda la noche, se procede a agregar arena sobre la arcilla en la proporción requerida, luego de esto una persona o a veces más, proceden a realizar un movimiento con sus pies, para poder mezclar dichos componentes. Por lo general, esta parte del proceso, dura aproximadamente de 6 a 8 horas, tiempo en el que se culmina con la elaboración de bloques rectangulares, de aproximadamente 20 a 25 kilos, que posteriormente son introducidos en fundas grandes, para garantizar la humedad y con ello la plasticidad durante el modelado. Esta es la manera tradicional en la que se realiza la preparación de la pasta de arcilla, misma que tiene un alto grado de garantía para la fabricación de las famosas "*Ollas de Cera*".

3.2. Etapa de moldeado

La cerámica tiene una infinidad de técnicas para el modelado de las diferentes piezas, según la cultura y la época. En el caso de la cultura local, (Veliz ,2018) señala que las técnicas siempre han sido manuales, de las cuales se conocen y se practican principalmente dos:

- La técnica de rollos; la cual consiste en tomar pequeñas porciones de arcilla y mediante el movimiento paralelo en las manos convertirlo en elementos largos y flexibles, similares a una cuerda; también se puede realizar sobre la superficie de una mesa haciendo rodar las dos palmas de las manos. Estas fracciones se aplican paso a paso en una pieza para lograr el cuerpo deseado; esta técnica es muy primitiva y permite trabajar ollas, cantaros y tinajas grandes, que fueron utilizadas principalmente para "*porrones*" donde se guardaba los granos como el maíz y el frejol; además mediante esta técnica se elaboraron elementos artísticos y ceremoniales propios de la cultura local.
- La técnica del golpeado; esta viene siendo la más utilizada por los artesanos, que hoy en día aún continúan realizando diferentes piezas de cerámica, Esta consiste básicamente en dotarse de dos herramientas; una cóncava y la otra convexa, con las que dando golpes uniformes y con mucha destreza se logra construir todo tipo de ollas, cantaros, platos tazas, etc. los cuales se consideran utensilios propios de la cerámica de Cera.

Para la elaboración del prototipo requerido, se utilizó la técnica de modelado por golpes, para ello se partió de una esfera básica muy relacionada con el tamaño de la pieza, luego auxiliándose de esta técnica y tras varios impactos se construyó principalmente el cuerpo de la olla. Este proceso se lleva a cabo en diferentes etapas y depende mucho del clima, ya que, si existe la presencia de lluvias o vientos, esto puede afectar el objeto

a modelar, ya que, para la siguiente fase, se requiere que haya reducción de humedad y esto solo se logra luego de varias horas o días. Los detalles de las piezas, se los realiza con herramientas básicas y simples, en el caso del prototipo se emplearon herramientas como el martillo de goma, rasqueta de goma, espátulas, esponjas, pinceles, alambres para cortar, entre otros. Pero todo esto puede variar dependiendo la destreza del alfarero, quien tan solo con la ayuda de una torneta manual, puede modelar todas las piezas de manera artesanal. Luego de terminar el modelado del prototipo, este fue bruñido en su última fase, esto consiste en sacar brillo a la olla, con la ayuda de una funda plástica y ejerciendo presión a la superficie de la misma; finalmente se tuvo que esperar a que la humedad restante se evapore por completo.

Si bien esta es una etapa, en donde por lo general solo hay que esperar a que la pieza se seque durante un lapso aproximado de unos 10 a 15 días, (Veliz, 2018) explica que; es muy importante que las piezas estén en una superficie plana y ubicadas de forma correcta, ya que durante el tiempo de secado pueden sufrir cambios o distorsiones debido al movimiento imperceptible que sufren por la evaporación del agua.

El secado debe ser lento con la ayuda del calor del sol, pero sin exponerla directamente, se debe evitar el contacto con el viento y la lluvia, todo esto para evitar que una sola área de la pieza sea forzada a evaporarse, lo que traería como consecuencia que la pieza se parta. La reducción que sufrió el prototipo desde el modelaje hasta el secado final fue de aproximadamente un 12%, según la pasta tradicional de la arcilla de Cera.

El proceso de la quemar la pieza, tiene las mismas características y requiere las mismas observaciones, para cualquier tipo de fórmulas; excepto para las que son elaboradas con caolín cuyo porcentaje es reemplazado por la arena de rio. La quema no requiere hornos especiales, no hay inconveniente, al usar hornos tradicionales; ya sea que funcionen a leña o combinados con gas, tienen que llegar a generar calor superior a los 80°C.

Antes de introducir el prototipo para ser quemado, fue indispensable precalentar el horno, este precalentamiento regularmente se hace, con la ayuda de la temperatura generada por el sol ya sea de media mañana o del medio día; esto con la finalidad de evitar el brusco cambio de temperaturas al introducir la pieza en el horno., lo que podría resquebrajar la olla.

Una vez precalentado según el método ya descrito, se procedió a ubicar la pieza dentro del horno de tal forma que no se sobreponga con las otras; es necesario dejar espacios entre pieza y pieza, para que el calor generado las cubra por completo, de tal manera que el proceso de quema sea uniforme sobre toda la olla.

Una vez iniciada la quema, se aconseja que la temperatura aumenta de manera gradual al menos durante la primera hora, el proceso por lo general dura en un lapso de entre 4 horas hasta unas 6 horas, luego del cual se debe apagar completamente el fuego, mediante el retiro de todo tipo de combustible, y dejar cerrado las áreas de la caldera, para evitar el brusco descenso de la temperatura, lo que podría traer como consecuencia, la posibilidad del rompimiento de las piezas.

Tomando en cuenta las etapas o fases que previamente se llevaron a cabo, se deduce los principales aspectos a tomar en cuenta para la elaboración de una pieza de arcilla, antes de proceder a quemarla:

- Tipo de arcilla. Esta debe estar formulada según el tipo de producto que se desea modelar, en este caso se trata de una olla que servirá para la cocción de alimentos.
- Grado de humedad. Debido a que, a mayor presencia de agua, mayor plasticidad; así mismo mayor reducción de su tamaño final al secarse.
- Diseño. En este caso y para cualquier fin, debe tener una base firme para garantizar la estabilidad de la pieza.
- Espesor. Es importante tener en cuenta este aspecto, ya que si una olla para cocinar tiene sus paredes muy finas, será liviana y muy veloz para hervir, ya que requieren el mismo tiempo de una olla metálica, pero muy frágil para su manipulación, no garantizando una larga vida; en cambio si esta misma olla tiene sus paredes más gruesas, será más pesada pero con mayor resistencia a los golpes esporádicos o accidentales, el inconveniente de este tipo de ollas es que se demoran alrededor de 5 a 8 minutos sobre una hornilla normal de cocina a gas, hasta calentarse totalmente su interior, pero una vez que empieza hervir tiene la capacidad de acumular el calor justamente en sus paredes gruesas, de tal manera que aun cuando el fuego se apague totalmente, la olla continúa hirviendo de forma seguida por varios minutos.
- Tipo de engobe. En lenguaje alfarero esto es una capa que se aplica con una brocha pincel o incluso con la palma de las manos, a la pieza una vez finalizado y en el último momento del secado final de las piezas, tiene como finalidad resaltar el color característico de cada zona o cultura y también para crear una capa para lograr una mejor estética y para impermeabilizar el área que va estar expuesta al agua durante la cocción de alimento.
- Bruñido. Es la última intervención que se le hace a la pieza, en este largo capítulo del modelado, antes de ser introducido en los hornos de alta temperatura y consiste en sacar brillo a toda la superficie donde se aplicó el engobe, mediante herramientas simples como piedras o pequeños bloques de plásticos, luego y para garantizar una absoluta nitidez del brillo, se procede a pasar de forma manual y haciendo presión a la superficie una funda plástica, con lo que se logra un brillo único sin recurrir a ningún elemento químico.
- Técnica del Negreado o Técnica Roku; (Veliz, 2018) afirma que esta es una técnica relativamente nueva en la comunidad de Cera, introducida hace no más de unos 5 años en esta zona, básicamente consiste en cambiar el color característico a un color negro profundo. Este reacción se debe a que la pieza de cerámica, se la somete en un horno a temperaturas superiores a 700°C, junto con hojas secas de plantas aceitosas como, el eucalipto, la chilca, la hoja de mango etc., posteriormente se cubre la pieza en su totalidad, para evitar la combustión, logrando de esta manera que todo el humo y la evaporación de los aceites penetren profundamente en la superficie de la arcilla, logrando no solamente impregnar un color negro sino también un brillo natural de los procedente de los aceites vegetales.

Una vez que se ha revisado la calidad del prototipo, se procedió a realizar el ensamblaje del material ferromagnético sobre la superficie inferior de la olla, para esto fue necesario tener a mano una amoladora pequeña con un disco especial para cerámica, para pulir el material, lijas de metal, martillo y las placas magnéticas con la respectiva medida.

Por tratarse de un proyecto innovador en proceso de experimentación se prevé que la placa al igual que el material ferromagnético, cumplan una doble función: la primera garantizar la efectiva transmisión del calor a las paredes de la olla, y la segunda, lograr un ensamblaje de alta ingeniería, pero a la vez simple, sin necesidad de recurrir a ningún pegamento artificial.

Durante esta fase de consideran algunas variables que requieren, observación, pruebas, y análisis de los factores inmersos para poder detectar posibles elementos que estén impidiendo el rendimiento óptimo del proyecto, para ello posteriormente se debe realizar pruebas experimentales para determinar la eficiencia del prototipo.

En el caso de las ollas de barro, (Veliz, 2018) enfatiza que no es recomendable usar ningún tipo de pinturas o engobes artificiales post-horno, es decir luego de salido del horno, donde pasaron su "*prueba de fuego*". Lo único que, si se puede y se debe realizar, es seguir con el proceso de "curado", para lo cual existen varios métodos tradicionales probados, este último procedimiento permite que la pieza no contenga olor ni sabor alguno, permitiendo de esta manera estén aptas para una cocción segura.

Finalmente, lo que sí, se puede agregar, es algún tipo de aceite natural sobre la superficie exterior, esto para dar una mejor apariencia del producto, en el caso del prototipo se combinando la tradición con la adaptación a las tecnologías actuales. Una vez realizada la correcta elección de la arcilla, así como del material que compone la placa y posterior el diseño más viable a realizar; se continuó con el respectivo proceso para elaborar el prototipo. Una vez que fue culminado, se procedieron a realizar pruebas experimentales, para determinar la efectividad del modelo; estas se las realizó en una cocina a inducción digital, usando la energía con potencia de 220 voltios y con un control contaste de tiempo y temperatura. Para la experimentación del proyecto, el prototipo fue sometido a tres pruebas consideradas como fundamentales, que son: la resistencia térmica de la pieza de cerámica, la capacidad de transmisión del calor, y la cocción de alimentos.

En la figura 1 se puede apreciar el material utilizado, proceso de construcción de prototipo y su prueba respectiva.

Figura 1 – Prototipado de Olla de Inducción

En la actualidad, dentro del ámbito gastronómico se ha generado un desarrollo progresivo de nuevos sistemas y aparatos, mismos que permiten realizar cocciones mucho más rápidas y eficientes (Chango et. 2019); debido a las ventajas que dichas herramientas representan, muchos chefs y cocineros, han visto la necesidad de hacer un uso continuo de los mismos; este hecho ha ocasionado que se deje de lado el uso de las ollas de barro, perdiendo consigo el valor cultural que representa, así como los resultados que se obtienen al cocinar en este tipo de utensilios.

En la figura 2 se presenta las vistas frontales, interior, así como la placa Arduino utilizada en el desarrollo del prototipo.

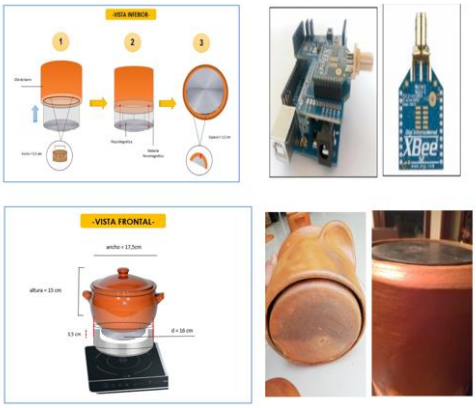


Figura 2 – Prototipo de Olla de Barro a inducción

Figura 3 – Aplicativo móvil de información de cocción de producto

En la figura 3 se puede visualizar el prototipo de aplicación móvil donde se registra la información del proceso de cocción. Este prototipo fue desarrollado en el marco del Proyecto de uso de herramientas de computación en la nube y computación afectiva.

"*Las redes cableadas de sensores no son nada nuevo y se las ha utilizado ampliamente para monitorear instalaciones importantes como plantas químicas, fábricas, etc. Sin embargo, en los últimos años, y gracias al avance tecnológico han surgido nuevas tecnologías como son las redes inalámbricas de sensores, un área de investigación muy activa debido a su amplia gama de aplicaciones, no solamente en la ciencia y la ingeniería*", sino también en el turismo y gastronomía (Quezada et., 2017).

Las tecnologías de redes de sensores inalámbricos en la actualidad se encuentran en crecimiento y cada vez es más aceptada para implementar soluciones de la vida real en los diferentes campos donde se pueda aplicar aprovechando al máximo las bondades y beneficios que la tecnología ofrece, por tal razón dicha tecnología está creciendo a pasos agigantados (Quezada et., 2017).

En la actualidad, dentro del ámbito gastronómico se ha generado un desarrollo progresivo de nuevos sistemas y aparatos, mismos que permiten realizar cocciones mucho más rápidas y eficientes; debido a las ventajas que dichas herramientas representan, muchos chefs y cocineros, han visto la necesidad de hacer un uso continuo de los mismos; este hecho ha ocasionado que se deje de lado el uso de las ollas de barro, perdiendo consigo el valor cultural que representa, así como los resultados que se obtienen al cocinar en este tipo de utensilios.

El prototipo, al igual que las ollas de barro, presentan una característica peculiar, pues a diferencia de las ollas convencionales, estas tienen una mayor capacidad para transmitir el calor, esto debido a que los componentes de las arcillas, generan una reacción térmica, que según refiere la revista (Nueva Mujer Gourmet, 2016); puede extenderse, incluso después de haberla retirado de las hornillas, es decir que aun ya apagada, puede seguir calentando y conservando un calor residual, lo que genera un mayor ahorro de energía y a su vez, contribuye a que los sabores sean más concentrados; así mismo atraves de le los sensores colocados se puede recolectar información y enviar datos al usuario.

4. Conclusiones

Debido a que la composición de las arcillas varía; no todas son aptas para la fabricación de piezas de cerámica que posterior entrarán en contacto con los alimentos, debido a este factor se concluye que; la arcilla de cera es la más ideal, pues está compuesta de diversos minerales, los cuales le otorgan características especiales para elaborar las ollas de barro.

El proceso de curado de la olla de barro, evita que se genere un choque térmico que puede ocasionar el resquebrajamiento de la misma, además de contener olores o sabores extraños. Debido a este factor se concluye que; antes de usar el prototipo en la vitrocerámica, es indispensable realizar dicho procedimiento, para evitar futuras complicaciones al momento de cocinar.

El trabajo con las arcillas, fabricación de placas metálicas y medición de voltajes, por tanto, se concluye que; es necesario llevar a cabo un trabajo en equipo con otras

titulaciones, o con personas afines al tema de estudio, con la finalidad de que cada uno aporte su conocimiento y experiencia.

Referencias

Acero, J., Alonso, R., Burdío, J., Barragán, L., & Puyal, D. (2006). Frequency- dependent resistance in Litz-wire planar windings for domestic induction heating appliances. IEEE Trans. Power Electron, 21(4), 856-866.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2016). Resúmenes de Salud Pública - Aluminio (Aluminum). Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs22.html

Armijos Pardo, Jonathan Mauricio.,Orellana Porras, Melissa Nathaly. (2019). Estudio y diseño de un prototipo de olla de barro, para las cocinas a inducción. (Trabajo de Titulación de Licenciado en Gastronomía). UTPL, Loja

Carvallo, N. (2015). El Telégrafo. Obtenido de Saberes ancestrales: lo que se sabe y se siente desde siempre: https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/buen/1/saberes-ancestrales-lo-que-se- sabe-y-se-siente-desde-siempre

Chango-Cañaveral, P. M., Artieda-Ponce, M. P., Alvarez, W. T. S., & Quezada-Sarmiento, P. A. (2019). Used of digital marketing for tourism and gastronomic route "mancomunidad bosque seco sabores y tradiciones del sur". Paper presented at the Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2019-June doi:10.23919/CISTI.2019.8760868

Chango-Cañaveral, P. M., Armijos-Nanchi, K. M., Frais-Breas, J. A., Quezada- Sarmiento, P. A., & Barnuevo-Solís, X. A. (2019). Cultural factors linked to the food part of the yacuambi country. Paper presented at the Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI,2019-June doi:10.23919/CISTI.2019.8760754

Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2010). Metodología de la Investigación, 5ta Edición. Mexico D.F.: McGrawHill.

Nueva Mujer Gourmet. (2016). El delicioso sabor de la comida hecha en la olla de barro. Obtenido de https://www.nuevamujer.com/gourmet/2016/04/11/delicioso-sabor-comida- hecha-olla-barro.html

Organizacion Mundial de la Salud. (2010). Aluminium in drinking-water. Obtenido de Water Sanitation Hygiene: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/aluminium/en/

Martínez, J., Vaca, D., Orozco, M., Montero, I., & Carrion, D. (2015). Aplicación de Métodos Multicriterio para la Selección de Materiales para Menaje de Cocinas de Inducción. Revista Técnica "Energia"(11), 116-126. doi:ISSN 1390-5074

Mendieta, M. F. (2015). Repositorio Digital de la Universidad de Cuenca. Obtenido de Manual práctico para el uso de cocinas de induccion: http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22766/2/Manual%20pr %C3%A1ctico%20para%20el%20uso%20de%20cocinas%20de%20inducci%C 3%B3n.pdf

Mendoza Macías, L. d. (Febrero de 2010). Tesis: Creación de restaurante de gastronomía ecuatoriana. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2589/1/Gs008.pdf

Ministerio de Cultura y Patrimonio. (21 de Junio de 2016). Ministerio de Cultura y Patrimonio. Obtenido de http://patrimonioalimentario.culturaypatrimonio.gob.ec/wiki/index.php/%C2%BFPOR_QU%C3%89_LA_SALVAGUARDA_DEL_PATRIMONIO_ALIMENTARIO_DEL_ECUADOR%3F

Quezada-Sarmiento, P. A., Macas-Romero, J. D. C., Roman, C., & Martin, J. C. (2018). A body of knowledge representation model of ecotourism products in southeastern ecuador. Heliyon, 4(12) doi:10.1016/j.heliyon.2018.e01063

Quezada-Sarmiento, P. A., & Mengual-Andres, S. (2019). Principles of the semantic web and affective computing in a sustainable ecotourism through the development of educational web application. [Principios de la web semántica y computación afectiva en un ecoturismo sustentable mediante el desarrollo de aplicación web educativa] RISTI - Revista Iberica De Sistemas e Tecnologias De Informacao, (E17), 212-221.

Quezada-Sarmiento, P. A., Chango-Cañaveral, P. M., López-Criollo, J. & Pacheco- Viteri, F. A., (2017). Design of a wireless network of temperature and lighting sensor for gastronomic laboratories under the principles of agile scrum methodology. [Diseño de una Red de sensores inalámbricos de temperatura e iluminación para laboratorios Gastronómicos bajo principios de la metodología

Quezada-Sarmiento, P. A., Elorriaga, J. A., Arruarte, A., & Washizaki, H. (2020). Open BOK on software engineering educational context: A systematic literature review. Sustainability (Switzerland), 12(17) doi:10.3390/SU12176858 gil Scrum] Espacios, 38(46)

Republica. (2008). Gastronomia&Cia. Obtenido de Metodos de coccion: https://gastronomiaycia.republica.com/2008/08/21/los-metodos-de- coccion/

Serrano, J., & Rojas, J. (Julio de 2014). Repositorio Digital de la Universidad de Cuenca. Obtenido de Tesis_Impacto de la implementación masiva de la cocina de inducción en el sistema eléctrico ecuatoriano: http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/19841/1/TESIS.pdf

Unigarro Solarte, C. (2015). Sistemas alimentarios y patrimonio alimentario. Transculturizaciones en el caso ecuatoriano. Antropología, Cuadernos de Investigación, 21-34. Obtenido de http://cuadernosdeantropologia- puce.edu.ec/index.php/antropologia/article/view/38/28

Unigarro Solarte, C. (2010). Patrimonio cultural alimentario. Cartografóa de la Memoria, 83-88

Veliz Robalino, C. (2018). Proceso para elaborar una olla de barro. (J. Armijos, & O. Melissa, Entrevistadores) Parroquia de Cera

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/10/2020
Aceitação/Acceptance: 27/12/2020

Planificación del diseño de las instalaciones de la industria de comercialización de neumáticos

Juan F. Reyes[1], Marco A. Barragan[2], Patricio Sanchez[3], Marcelo V. Garcia[4]

jreyes0835@uta.edu.ec; mbarragan1899@uta.edu.ec; patriciosanchez@uti.edu.ec; mgarcia294@ehu.eus

[1] Universidad Técnica de Ambato, 180103, Ambato, Ecuador.

[2] Universidad Técnica de Ambato, 180103, Ambato, Ecuador.

[3] Universidad Tecnológica Indoamérica, 180204, Ambato, Ecuador.

[4] University of Basque Country, 48013, Bilbao, Spain.

Pages: 616-629

Resumen: La presente investigación se orienta a análisis del diseño de instalaciones, y se basa en la búsqueda de la optimización de la disposición de los insumos para el desarrollo de las actividades de las empresas de comercialización de neumáticos. El uso de la metodología de problema de diseño de instalaciones [FLP] contempla el estudio de múltiples factores como son: el humano, el espacio, las transportaciones, etc. Se escogió el enfoque en la disminución de trasportaciones con la disposición más adecuada de exhibidores y productos que obstaculizan e influyen en los tiempos de innecesarios. La simulación permite obtener aproximaciones a la realidad y permite establecer modelos ajustados a las necesidades y que incrementan la productividad de los trabajadores representando beneficios claros a corto, mediano y largo plazo.

Palabras-clave: Distribución de planta, industria, operaciones industriales, productividad de la mano de obra, simulación.

Design planning of the tire marketing industry facilities

Abstract: The present investigation is oriented to analysis of the design of facilities, and is based on the search for optimization of the disposition of the inputs for the development of the activities of the tire marketing companies. The use of the facility design problem methodology [FLP] contemplates the study of multiple factors such as: human, space, transportation, etc. The focus on the reduction of transportations was chosen with the most adequate disposition of exhibitors and products that hinder and influence unnecessary times. The simulation allows to get approximations to reality and allows to establish models adjusted to the needs and that increase the productivity of the workers, representing clear benefits in the short, medium and long term.

Keywords: Plant distribution, industry, industrial operations, labor productivity, simulation.

1. Introducción

El diseño o la reorganización de las instalaciones de una empresa juegan un papel importante en el funcionamiento de la empresa. Su impacto en el rendimiento del sistema es bien conocido (Pierreval 2018; Pantoja, Orejuela, and Bravo 2017), desafortunadamente los problemas de diseño pueden ser muy complejos de resolver y principalmente tienen que ver con encontrar la disposición de recursos más eficiente (Fengque et al. 2017).

La mayoría de los métodos de diseño de instalaciones existentes toman la cantidad de logística como un único índice de evaluación, a saber, el gasto de manejo de materiales entre las instalaciones en zonas de operación e ignora el factor dominante en el sistema operativo: las personas. Las características físicas de los trabajadores son factores clave para limitar todo el sistema de operación (Katiraee et al. 2019).

En las empresas a nivel mundial un diseño de planta óptimo es una forma de reducir el costo de operación y aumentar la productividad. También aumenta el buen flujo de trabajo en la ruta de operación (Sharma and Singhal 2016) y disminuye el riesgo físico al que se encuentra expuesto el personal.

Esta investigación describe el diseño original de las instalaciones de la empresa, el análisis del flujo de materiales, que incluye el área y la distancia entre las operaciones que se desarrollan en la empresa. A partir de la experiencia en el desarrollo de las actividades se descubrió que había una pérdida de tiempo o retraso en el proceso de comercialización, es decir, el movimiento del material en una línea larga y un flujo interrumpido, así como el traslado por un área inútil de la empresa (Sharma and Singhal 2016).

Existen diferentes técnicas para resolver el problema de distribución de las instalaciones como: técnicas de programación matemática, técnicas de simulación y técnicas de búsqueda aleatoria. Las técnicas de programación matemática generan mucho costo computacional y las técnicas de simulación no pueden obtener las soluciones óptimas, por lo que las técnicas de búsqueda aleatoria han sido ampliamente adoptadas en los últimos años, aunque al azar las técnicas de búsqueda pueden dar la óptima o casi óptima distribución, no se puede describir el proceso de operación y proporcionar un entorno intuitivo para que el diseñador diseñe (Pourhassan and Raissi 2017).

Esta investigación se analizaron métodos de optimización de distribución de las instalaciones y la estructura del artículo contiene: en la Sección 2 las metodologías de selección de artículos, la Sección 3 habla del análisis de los resultados y por último en la Sección 4 se presentan las conclusiones, trabajos futuros.

2. Materiales y métodos

2.1. Metodología

La metodología estipulada para la selección y revisión sistemática de literatura (SRL) está tomada en base a (Pusdá-Chulde et al. 2020). La estructura de la revisión de literatura se detalla en la Figura 1 y estuvo contemplada en los siguientes parámetros: (i) Preguntas

clave de investigación, (ii) exploración de documentos afines, (iii) discriminación de trabajos y (iv) extracción de información que brinde contenido comprobable y relevante.

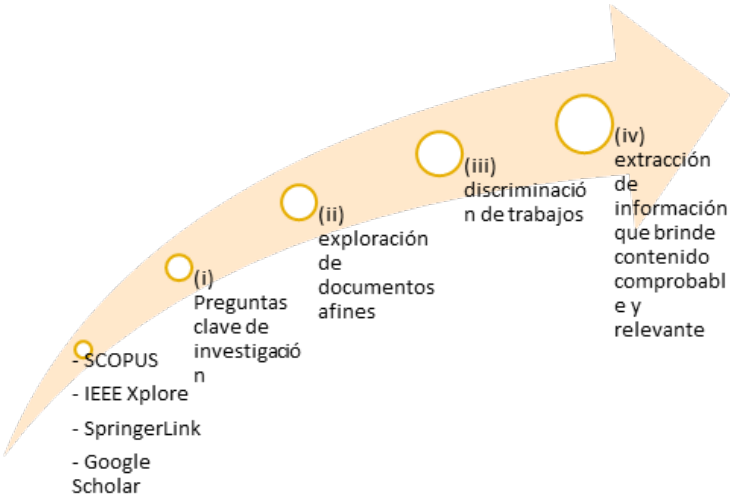


Figura 1 – Metodología planteada en SRL.

2.2. Preguntas clave de investigación

En la selección de artículos se propusieron preguntas clave que se muestran en la Tabla 1, para iniciar el proceso de revisión acerca del tema. Estas preguntas están orientadas a los tipos de distribución de planta que existen y los métodos de optimización usando simulación. La información se obtuvo de las bases de datos científicas: Scopus, IEEE Xplore Digital Library, SpringerLink y Google Scholar (Pusdá-Chulde et al. 2020).

Código	Pregunta
P1	¿Qué metodologías aplicadas para la aplicación de la planificación del diseño de las instalaciones se usan?
P2	¿A qué factores está orientada una distribución de planta?
P3	¿Qué métodos de optimización para la distribución de planta brinda la simulación?

Tabla 1 – Preguntas clave de la investigación

La formulación de preguntas se realizó para conformar similitudes en procedimientos y herramientas que proveen los autores y de los cuales se ha obtenido resultados positivos, a su vez que permitan brindar opciones de aplicación en otros lugares con diferentes particularidades desde condiciones económicas hasta operativas.

2.3. Exploración de documentos afines

Para la busqueda de artículos relacionados se utilizó un proceso básico que constó de la recepción de artículos obtenidos de las bases de datos anteriormente mencionadas, tomando como mayores aportantes Google Scholar e IEEE Xplore debido a la accesibilidad de su información.

Un punto álgido en la exploración de información es la necesidad de obtener permisos para el acceso de artículos de las bases de datos por lo que se convierte en decisivo para realizar investigación con revisión de literatura. Es importante también recordar que varios artículos no son indexados por lo que se convierten en irrelevantes para este trabajo al ser catalogados como no comprobados o no expuestos a la revisión por pares.

Sin embargo, el uso variado de trabajos de investigación ha tenido un gran impacto en el desarrollo de conocimiento especialmente en el campo de casos de estudio con aplicación ya que aumentan y mejoran el aprovechamiento de los rescursos con la finalidad de obtener beneficios para las empresas donde se aplican.

Los artículos tiene una íntima relación en este punto es decir, buscan el mejoramiento continuo, el adecuado funcionamiento de las operaciones y la producción optimizada con herramientas que se ajustan a las necesidades de cada una de las condiciones que se presentan en función del tipo de empresa, condiciones geográficas y disposición actual del área que ocupa.

Número	Criterio de aceptación
C1	Estudios acerca de la distribución de planta.
C2	Estudios acerca de simulación de procesos productivos.
C3	Estudios acerca de optimización de instalaciones mediante procesos matemáticos y procesos de simulación.
C4	La información del artículo es de los últimos 5 años 2015 al 2020.

Tabla 2 – Criterios de selección

Además, las investigaciones tomadas como revisión de literatura tienen la particularidad de no estar distantes en una línea de tiempo mayor a los 5 años, esto para que la información que proponen los autores tenga objetividad en función de las necesidades operativas de las empresas que se desembuelven en los mercados actuales y que a su ves se ajusten a las variaciones que sufren por factores internos y externos muchos de ellos controlables y medibles para ser modificados y convertirlos de debilidades en fortalezas.

2.4. Discriminación de trabajos

En la etapa de selección de artículos científicos se estipularon varios parámetros como criterios de aceptación los cuales se muestran en la Tabla 2, para asociar y poder clasificar los artículos se estipuló la creación de carpetas que contengan relación.

Es decir, una carpeta con artículos relacionados a la distribución de planta, una acerca de simulación, una que se denominó de optimización por último era indispensable que

el seleccionado para cada carpeta cumpla con la temporalidad establecida en C4 de la Tabla 1.

Es importante resaltar que para la discriminación de trabajos se efectuó un análisis inicial con la relación coherente que tiene la introducción del mismo a la distribución de planta, la factibilidad del uso de la información que fue provista por el autor en el siguiente punto del análisis donde la herramienta o metodología usada se convierte en el canal adecuado para ser tomado en cuenta o descartado por completo.

Finalmente, la capacidad del autor de mostrar resultados sólidos de optimización de espacio y recursos como el humano usando herramientas de simulación que permitan la visualización o interacción virtual de la realidad con posibles escenarios donde la experimentación ayude a la búsqueda de mejores opciones de disposición buscando siempre el cuidado de la vida de las partes interesadas de las empresas y esperando reducción de costos operativos.

2.5. Extracción de información que brinde contenido comprobable y relevante

Para la revisión final se quedaron los artículos seleccionados y que aprobaron todos los filtros iniciales dicha información científica se detalla en la tabla 3 que contiene el título la base de datos, a donde pertenece, el año de publicación y además cumple con su codificación para poder acceder de mejor manera la información.

Es relevante también designar características esenciales que cada artículo presenta y al decir esto se habla de especificaciones que no se repiten como el uso de la metodología para un análisis dinámico o estático recordando que existen varios tipos de manufactura y de servicios, el uso de simulación o procesos matemáticos según los requerimientos y ajustes de cada autor.

Código	Criterio de aceptación	Base de datos	Año
A1	Applied Process Simulation-Driven Oil and Gas Separation Plant Optimization Using Surrogate Modeling and Evolutionary Algorithms	Google Scholar	2020
A2	Solving Unequal Area Static Facility Layout Problems by Using a Modified Genetic Algorithm.	IEEE Xplore	2015
A3	Solving a Sortation Conveyor Layout Design Problem with Simulation-Optimization Approach.	IEEE Xplore	2019
A4	Supermarket Optimization: Simulation Modeling and Analysis of a Grocery Store Layout.	IEEE Xplore	2016
A5	Research on Design of the Smart Factory for Forging Enterprise in the Industry 4.0 Environment.	Google Scholar	2017

Código	Criterio de aceptación	Base de datos	Año
A6	Consideraciones Para El Rediseño de La Línea de Ensamble de Vehículos Aéreos No Tripulados Desarrollados Por La Fuerza Aérea Ecuatoriana.	Google Scholar	2016
A7	Problema de Asignación Para Operaciones de Comando Dual En Un Almacén Con Un Layout Transversal y de Espina de Pescado.	Google Scholar	2019
A8	Simulación de La Distribución Uniforme Generalizada.	Google Scholar	2020
A9	Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un índice de desempeño.	Google Scholar	2016
A10	Optimisation of Factory Floor Layout Using Force-Directed Graph Drawing Algorithm.	IEEE Xplore	2015
A11	Human Diversity Factors in Production System Modelling and Design: State of the Art and Future Researches	Google Scholar	2019
A12	The Layout Optimization Problem of Automobile Engine Production Line.	IEEE Xplore	2018
A13	Simulation and Optimization of Intelligent Workshop Layout and Logistics Transportation by System Layout Planning Combined with Em-Plant.	IEEE Xplore	2019
A14	Optimization of Factory Layout Design Using Simulation Tool.	IEEE Xplore	2019
A15	Metodología de Distribución de Plantas En Ambientes de Agrupación Celular.	Google Scholar	2017
A16	Application of Genetic Algorithm and Variable Neighborhood Search to Solve the Facility Layout Planning Problem in Job Shop Production System.	IEEE Xplore	2018
A17	Integrated Simulation Optimization for Layout Problems.	IEEE Xplore	2018
A18	An Integrated Simulation-Based Optimization Technique for Multi-Objective Dynamic Facility Layout Problem.	Scopus	2017
A19	Image Analysis Based on Heterogeneous Architectures for Precision Agriculture: A Systematic Literature Review.	Springer	2020
A20	Propuesta Metodológica Multicriterio Para La Distribución Semicontinua de Plantas.	Google Scholar	2019

Código	Criterio de aceptación	Base de datos	Año
A21	Facility Layout Problem with QAP Formulation under Scenario-Based Uncertainty.	Google Scholar	2018
A22	Layout Design for Large Scale Problems with a Hybridized Clustering Based Heuristic Method.	IEEE Xplore	2016
A23	A Framework for Multi-Objective Facility Layout Design.	Google Scholar	2015
A24	Using Six Sigma DMAIC Methodology to Develop a Facility Layout for a New Production Line.	IEEE Xplore	2019
A25	Design and Evaluation of Layout Alternatives to Enhance the Performance of Industry.	Springer	2016
A26	Process Layout Planning and Optimised Product Range Selection in Manufacture of Wooden Construction Sets.	Google Scholar	2019
A27	Efficiency Analysis for Stochastic Dynamic Facility Layout Problem Using Meta-heuristic, Data Envelopment Analysis and Machine Learning.	Google Scholar	2020
A28	Un Método Metaheurístico Para Resolver El Problema de Distribución de Instalaciones de Áreas Desiguales y Dimensiones Fijas.	Google Scholar	2020
A29	Designing Facility Layouts with Hard and Soft Constraints by Evolutionary Algorithm.	IEEE Xplore	2018
A30	A Method of Single Line Diagram Layout and Optimization for Regional Distribution System Based on GA.	IEEE Xplore	2018

Tabla 2 – Criterios de selección

3. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos según las preguntas planteadas en la tabla 1 se presentan en el análisis de los autores que muestran varias similitudes como en que el FLP es una metodología necesaria para la distribución de planta adecuada si se quiere tomar en cuenta factores determinantes para el desarrollo de actividades productivas (Tayal et al. 2020).

Entre los factores más citados están: las personas e instalaciones ya que la optimización de ellos como recursos operativos generalmente representan un gran porcentaje de la productividad de las empresas, en especial de las que se dedican a brindar servicios por

ser los más visibles en el giro del negocio y permitir que el proceso y las transacciones sean más fluidas.

3.1. ¿Qué metodologías aplicadas para la aplicación de la planificación del diseño de las instalaciones (FLP)?

Para el desarrollo del modelo integrado para resolver el FLP Gai y Ji propusieron que, en primer lugar, su enfoque era acerca de un conjunto de diseños utilizando una matemática modelo de programación, que tenía como fin la minimización del costo total de transporte entre todas las instalaciones (Phanden, Demir, and Gupta 2018). Luego, utilizando los criterios de expertos, al asignar puntaje de cada alternativa y considerando los criterios cuantitativos y cualitativos (Urango Narvaez, Hernández Riaño, and López Pereira 2020). Parece que la generación de algunos diseños iniciales al considerar solo el costo de transporte, y luego relacionarlos con el ranking obtenido diseños basados en criterios cuantitativos y cualitativos como resultado se discriminan diseños con menor importancia en términos de costo de transporte, pero se obtiene mejores resultados con atributos relacionados como: los flujos de información, equipo, personal además con los enlaces en la supervisión, etc (Phanden, Demir, and Gupta 2018), (Saraswat, Venkatadri, and Castillo 2015).

Otra forma usada para la aplicación de la metodología FLP propuesta por (Sahragard and Bashiri 2016) consiste en aplicar ciertos pasos: primero, solucionar el problema usando el algoritmo Layout Desing Prograin [ALDEP] que es un software de construcción y que se basa en la selección sucesiva, el emplazamiento de regiones, a partir de los requerimientos de proximidad y que además presenta una limitación para el número máximo de instalaciones. Segundo describir las dimensiones de las instalaciones las cuales deben contar con superficies destinadas a su uso y los elementos específicos como los pasillos, escaleras, etc. Tercero asignar preferencias en los emplazamientos entre los departamentos desde las más esenciales usando letras del alfabeto inicial y para las indeseables las del final. Por último, establecer un formato del número de distribuidores con el que se va a contar. El algoritmo ALDEP permite que se vaya construyendo un diseño óptimo por sí mismo, lo que provee de un conocimiento de relaciones de partes en el proceso que para operaciones son actividades relacionadas (Sahragard and Bashiri 2016).

Usando las diferentes alternativas de FLP presentada por (Wen and Ting 2018) como una de las opciones es el diseño restringido del problema de instalación [CFLP], que se centra en la movilidad de los módulos y el aparecimiento de restricciones en espacios que sean asignados como libres, además de respetar un orden geométrico que se ajuste al problema de diseño de las instalaciones. Mediante la evaluación de calidad se obtiene la solución candidata del CFLP, que toma en cuenta dos parámetros de análisis los mismos que son: el área de cobertura o funcionamiento y la conexión en longitud que tienen una injerencia sobre el costo de uso de suelo y el costo de mantenimiento de las instalaciones. Al minimizar el área de operación automáticamente se presenta una reducción en el costo del uso del suelo y permite preservar el espacio para destinarlo en el futuro con otros fines en beneficio de crecimiento o expansión de la empresa. En la CFLP se debe considerar tres grados en el estudio de movilidad que se diferencian porque son de eje fijo y libres. El primero: es un módulo remplazado, deberá tener una

ubicación en la empresa predeterminada y será fijo, es decir los grados de libertad que tendrá serán cero. En segundo lugar: un módulo de eje fijo, pero se puede desplazar a lo largo del otro eje por lo que este mantiene un grado de libertad. Para finalizar, el tercer módulo tiene movilidad total por lo que se puede desplazar arbitrariamente dentro del área de operación y adquiere dos grados de libertad que le facilitan su posicionamiento a conveniencia (Wen and Ting 2018).

Para (Asl, Ali Derakhshan 2015) otra de las herramientas que presenta el FLP en su clasificación comprendida por dos partes que son: el problema de diseño de instalaciones estático [SFLP] y el problema de diseño de instalaciones dinámico [DFLP], con el apoyo del algoritmo genético [GA] modificado se pueden obtener diseños eficientes y eficaces. Para los DFLP se debe tener como característica fundamental que el flujo de material entre los departamentos que son diseñados puede cambiar a lo largo del horizonte de planificación en dependencia del tiempo, este tipo de FLP no son idóneos para ciertos entornos de funcionamiento de las empresas especialmente donde el flujo de materiales que se da entre departamentos se fija para una duración muy larga (Asl, Ali Derakhshan 2015).

3.2. ¿A qué factores está orientada una distribución de planta?

En el diseño de instalaciones [FLP] uno de los clásicos problemas en los que la planificación para asignar los diferentes tipos de recursos y estos son considerados como los principales factores a los cuales está orientada toda distribución de planta y estos son: máquinas, empleados estaciones de trabajo, servicios públicos, áreas de servicio al cliente, baños, áreas de almacenamiento de material, comedores, bebederos, oficinas y paredes internas se discute (GOSENDE 2016). Resolver FLP es una decisión estratégica y tiene un gran impacto en el total de los gastos operativos, plazos de entrega y productividad (Sahragard and Bashiri 2016).

La distribución de planta que se ajusta a las necesidades operativas debe contar con un diseño dado por la posición en el piso, que cumpla con todo lo necesario que permita la producción de bienes o servicios (Andreasen 2020). Una instalación o infraestructura es una entidad que facilita el desarrollo de la actividad productiva de cualquier tipo trabajo sea este de producción o de servicios. Puede estar contemplada por una máquina, centro de trabajo, célula de fabricación, departamento, almacén son varios los factores que diferencian denotan los problemas de diseño y que a su vez requiere también tomar en cuenta la variedad y el volumen de producción, el nivel de servicio esperado, los materiales, el flujo de materiales y personas, el número de pisos y las formas con los que cuenta la instalación además de los lugares destinados a la recepción y entrega (Pierreval 2018; Siemiatkowski and Vargovská 2019).

3.3. ¿Qué métodos de optimización para la distribución de planta brinda la simulación?

En el estudio realizado por (Pierreval 2018) dice que con la ejecución de metodologías para el FLP lo que se busca es la optimización de la distribución de los elementos circulantes y estáticos de la empresa que pueden ser simulados. La representación del diseño permite que se contemplen otras problemáticas de una manera más realista

y no tan determinista que con el uso de métodos más robustos y complejos como los matemáticos que requerirían de muchos más recursos para llegar a una solución. De hecho, el uso de la simulación puede evitar situaciones de suposición poco realistas, además permite insertar características más complejas propias de los procesos de operaciones que tengan las empresas. También se pueden modificar a comportamientos de tipo más dinámico que se ajusten al funcionamiento y operatividad de los recursos disponibles.

Otra propuesta de simulación la hicieron (Naranje, Reddy, and Sharma 2019) que mediante el uso de Autocad Draw se representó la planta y usando la herramienta de planificación sistemática de diseño [SLP] se presentó el diseño mejorado como alternativa de solución y mejora (Ramírez Drada, Chud Pantoja, and Orejuela Cabrera 2019; Mengzhen et al. 2019).

Para (Chen et al. 2019) la optimización usando la simulación generalmente se usa para encontrar la mejor forma de entrada de variables de todas las posibilidades que se presentan en el funcionamiento de una empresa, con la finalidad de que no existe la necesidad de representar directamente las situaciones más complejas que se presenten además de la varianza que se estime en el modelo usando su incertidumbre .

El desarrollo de técnicas, de diseño, distribución y optimización de planta en los últimos años ha cambiado según las necesidades y basados en varios parámetros, pero el diseño de planta se ha empleado la técnica que se centra en la relación entre personas y espacio y la relación entre cosas y espacio (Şahinkoç and Bilge 2018), (Dorismond 2016). La relación que existe entre las personas y el espacio disponible casi siempre es muy limitada, el área operativa ocupada por máquinas, equipos y productos ofertados que es conocida como el espacio útil de la empresa deberá ser planeado sistemáticamente con la finalidad de obtener el mejor provecho en su utilidad (Pierreval 2018; Li, Liu, and Shi 2018; Kanduc and Rodic 2015).

Salmani y col. se centraron en la consideración de las dimensiones de los departamentos dinámicos considerados como inciertos siguiendo un orden para incrementar la eficiencia del diseño de instalaciones (González-Hernández et al. 2020). Como consecuencia de este análisis se desarrolló el modelo de programación de enteros mixtos y la adición de dos nuevas funciones objetivo, que consistían en la minimización del área distribuida por los departamentos u la otra en maximizar el número de juntas entre los mismos (Phanden, Demir, and Gupta 2018; González-Hernández et al. 2019; Fiallos Castillo et al. 2016; Shaker Abualsaud et al. 2019; Zhou et al. 2018).

3.4. Discusión

En gran parte de los artículos seleccionados para realizar su análisis en la revisión literatura se habla de la importancia y la necesidad del desarrollo de actividades productivas en condiciones adecuadas, gran parte de los costos y perdidas se producen por el transporte y traslado de personal para cumplir con actividades que generan valor, las mismas que no están delimitadas o definidas en un espacio u área física dentro de la instalación.

La metodología FLP es una de las más utilizadas ya que contempla varios de los factores que participan en los procesos productivos específicamente en la búsqueda de soluciones

óptimas mediante el análisis multi-criterio orientado básicamente al cuidado de la salud de los trabajadores y del uso de los espacios que en gran medida están sub ocupados o desperdiciados completamente por su sobredimensionamiento o la colocación inadecuada de enseres que disminuyen el flujo de los materiales y las personas.

El uso de herramientas matemáticas y de simulación facilitan la representación de cada proceso y esto lo denotan en la mayoría de los artículos sin embargo también se puntualiza que los procesos matemáticos requieren de un gran espacio de memoria o de cálculos bastante complejos y el no contar con recursos suficientes para adquirir máquinas con la capacidad de soportar estas características lo convierte en una debilidad y no tan viable, el ajuste a modelamiento en base a simulación es la que recomiendan a pesar de que se manejen márgenes de error que en gran medida pueden ser aceptados si las soluciones obtenidas optimizan los procesos que requieren mejora.

El apoyo con herramientas informáticas es una de las practicas que en la actualidad brindan mejores resultados ya que facilitan la observación directa y las reestructuraciones de los modelos de manera inmediata es así que algunos artículos se inclinan hacia el uso de algoritmos genéticos o con redes neuronales con los que permiten que su modelo aprenda y desarrolle mecanismos de corrección automática o de presentación de soluciones nuevas según las necesidades y variaciones de espacio.

4. Conclusiones y trabajos futuros

La optimización se centra en el incremento de la productividad y la seguridad del trabajo de los trabajadores, reduciendo los factores de riesgos y mejorando la capacidad de operación lo que tiene un efecto directamente en el cumplimiento de actividades.

El simular el proceso ayudó con propuestas que disminuyen los espacios entre productos que tienen relación con la necesidad de ser trasladados para que el cliente pueda acceder a ellos y así cumplir con el objetivo y giro de negocio de la empresa.

Se propone como posibles trabajos en la posteridad el análisis de nuevas distribuciones del área de servicios de instalación, balanceado y alineado de llantas y comparar con la realidad del proceso actual.

Referencias

Andreasen, Anders. 2020. “Applied Process Simulation-Driven Oil and Gas Separation Plant Optimization Using Surrogate Modeling and Evolutionary Algorithms.” *ChemEngineering* 4(1): 11. https://www.mdpi.com/2305-7084/4/1/11.

Asl, Ali Derakhshan, and Kuan Yew Wong. 2015. “Solving Unequal Area Static Facility Layout Problems by Using a Modified Genetic Algorithm.” : 302–5.

Chen, James C., Chien-Fu Huang, Tzu-Li Chen, and Yu-Hsin Lee. 2019. “Solving a Sortation Conveyor Layout Design Problem with Simulation-Optimization Approach.” In *2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, IEEE, 551–55. https://ieeexplore.ieee.org/document/8715232/.

Dorismond, Jessica. 2016. "Supermarket Optimization: Simulation Modeling and Analysis of a Grocery Store Layout." In *2016 Winter Simulation Conference (WSC)*, IEEE, 3656–57. http://ieeexplore.ieee.org/document/7822385/.

Fengque, Pei, Tong Yifei, He Fei, and Li Dongbo. 2017. "Research on Design of the Smart Factory for Forging Enterprise in the Industry 4.0 Environment." *Mechanics* 23(1). http://mechanika.ktu.lt/index.php/Mech/article/view/ 13662.

Fiallos Castillo, Ricardo, John Reyes Vasquez, Paúl Armas Ramírez, and Mario García Carrillo. 2016. "Consideraciones Para El Rediseño de La Línea de Ensamble de Vehículos Aéreos No Tripulados Desarrollados Por La Fuerza Aérea Ecuatoriana." *INGE CUC* 12(1): 51–64. http://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/ingecuc/article/view/793.

González-Hernández, Isidro Jesús et al. 2019. "Problema de Asignación Para Operaciones de Comando Dual En Un Almacén Con Un Layout Transversal y de Espina de Pescado." *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún* 6(12): 37–44. https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/view/3877.

Gosende, Pablo Alberto Pérez. 2016. "Evaluación de la Distribución Espacial de Plantas Industriales Mediante un Índice de Desempeño." *Revista de Administração de Empresas* 56(5): 533–46. http://www.scielo.br/ scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902016000500533&lng=es&tlng=es.

Kanduc, T., and B. Rodic. 2015. "Optimisation of Factory Floor Layout Using Force-Directed Graph Drawing Algorithm." In *2015 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, IEEE, 1087–92. http://ieeexplore.ieee.org/ document/7160437/.

Katiraee, N., D. Battini, O. Battaia, and M. Calzavara. 2019. "Human Diversity Factors in Production System Modelling and Design: State of the Art and Future Researches." *IFAC-PapersOnLine* 52(13): 2544–49. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405896319315769.

Li, Hang, Ran Liu, and Lun Shi. 2018. "The Layout Optimization Problem of Automobile Engine Production Line." In *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, IEEE, 1736–40. https://ieeexplore.ieee.org/document/8607387/.

Mengzhen, Xu et al. 2019. "Simulation and Optimization of Intelligent Workshop Layout and Logistics Transportation by System Layout Planning Combined with Em-Plant." In *2019 IEEE 10th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, IEEE, 663–67. https://ieeexplore.ieee.org/document/9040788/.

Naranje, Vishal, P. Venkata Reddy, and Bhoopesh K. Sharma. 2019. "Optimization of Factory Layout Design Using Simulation Tool." In *2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, IEEE, 193–97. https://ieeexplore.ieee.org/document/8715162/.

Pantoja, Cielo, Juan Pablo Orejuela, and Juan José Bravo. 2017. "Metodología de Distribución de Plantas En Ambientes de Agrupación Celular." *Estudios Gerenciales* 33(143): 132–40. http://linkinghub.elsevier.com/ retrieve/pii/ S0123592317300256.

Phanden, R. K., H. I. Demir, and R. D. Gupta. 2018. "Application of Genetic Algorithm and Variable Neighborhood Search to Solve the Facility Layout Planning Problem in Job Shop Production System." : 270–74. http://ieeexplore.ieee.org/ document/8333959/.

Pierreval, H. 2018. "Integrated Simulation Optimization for Layout Problems." : 1486–90. https://ieeexplore.ieee.org/document/8607591/.

Pourhassan, Mohammad Reza, and Sadigh Raissi. 2017. "An Integrated Simulation-Based Optimization Technique for Multi-Objective Dynamic Facility Layout Problem." *Journal of Industrial Information Integration* 8: 49–58. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2452414X16300176.

Pusdá-Chulde, Marco R. et al. 2020. "Image Analysis Based on Heterogeneous Architectures for Precision Agriculture: A Systematic Literature Review." In , 51–70. http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-33614-1_4.

Ramírez Drada, Eliana, Vivian Lorena Chud Pantoja, and Juan Pablo Orejuela Cabrera. 2019. "Propuesta Metodológica Multicriterio Para La Distribución Semicontinua de Plantas." *Suma de Negocios* 10(23): 132–45. https://editorial.konradlorenz.edu.co/2019/06/propuesta-metodologica-multicriterio-para-la-distribucion-semicontinua-de-plantas.html.

Şahinkoç, Mert, and Ümit Bilge. 2018. "Facility Layout Problem with QAP Formulation under Scenario-Based Uncertainty." *INFOR: Information Systems and Operational Research* 56(4): 406–27. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03155986.2018.1424445.

Sahragard, M., and M. Bashiri. 2016. "Layout Design for Large Scale Problems with a Hybridized Clustering Based Heuristic Method." In IEEE, 1610–14. http://ieeexplore.ieee.org/document/7798149/.

Saraswat, Ashish, Uday Venkatadri, and Ignacio Castillo. 2015. "A Framework for Multi-Objective Facility Layout Design." *Computers & Industrial Engineering* 90: 167–76. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360835215003861.

Shaker Abualsaud, Abeer et al. 2019. "Using Six Sigma DMAIC Methodology to Develop a Facility Layout for a New Production Line." In *2019 8th International Conference on Modeling Simulation and Applied Optimization (ICMSAO)*, IEEE, 1–5. https://ieeexplore.ieee.org/document/8880335/.

Sharma, Parveen, and Sandeep Singhal. 2016. "Design and Evaluation of Layout Alternatives to Enhance the Performance of Industry." *OPSEARCH* 53(4): 741–60.

Siemiatkowski, Mieczyslaw S., and Mária Vargovská. 2019. "Process Layout Planning and Optimised Product Range Selection in Manufacture of Wooden Construction Sets." *Maderas. Ciencia y tecnología* (ahead): 0–0. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2019005000205&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

Tayal, Akash et al. 2020. "Efficiency Analysis for Stochastic Dynamic Facility Layout Problem Using Meta-heuristic, Data Envelopment Analysis and Machine Learning." *Computational Intelligence* 36(1): 172–202. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/coin.12251.

Urango Narvaez, Wimer, Helman Enrique Hernández Riaño, and Jorge Mario López Pereira. 2020. "Un Método Metaheurístico Para Resolver El Problema de Distribución de Instalaciones de Áreas Desiguales y Dimensiones Fijas." *INGE CUC* 16(1). https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/2408.

Wen, Yu-Wei, and Chuan-Kang Ting. 2018. "Designing Facility Layouts with Hard and Soft Constraints by Evolutionary Algorithm." : 44–47. https://ieeexplore.ieee.org/document/8665682/.

Zhou, Boxi et al. 2018. "A Method of Single Line Diagram Layout and Optimization for Regional Distribution System Based on GA." In *2018 Chinese Control And Decision Conference (CCDC)*, IEEE, 5303–7. https://ieeexplore.ieee.org/document/8408053/.

Critérios Editoriais

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, que foca a investigação e a aplicação prática inovadora no domínio dos sistemas e tecnologias de informação.

O Conselho Editorial da RISTI incentiva potenciais autores a submeterem artigos originais e inovadores para avaliação pelo Conselho Científico.

A submissão de artigos para publicação na RISTI deve realizar-se de acordo com as chamadas de artigos e as instruções e normas disponibilizadas no sítio Web da revista (http://www.risti.xyz).

Todos os artigos submetidos são avaliados por um conjunto de membros do Conselho Científico, não inferior a três elementos.

Em cada número da revista são publicados entre cinco a oito dos melhores artigos submetidos.

Criterios Editoriales

La RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) es un periódico científico, centrado en la investigación y en la aplicación práctica innovadora en el dominio de los sistemas y tecnologías de la información.

El Consejo Editorial de la RISTI incentiva autores potenciales a enviar sus artículos originales e innovadores para evaluación por el Consejo Científico.

Lo envío de artículos para publicación en la RISTI debe hacerse de conformidad con las llamadas de los artículos y las instrucciones y normas establecidas en el sitio Web de la revista (http://www.risti.xyz).

Todos los trabajos enviados son evaluados por un número de miembros del Consejo Científico de no menos de tres elementos.

En cada número de la revista se publican cinco a ocho de los mejores artículos enviados.

Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

©RISTI 2021 http://www.risti.xyz