

# Modelo teórico para la especificación y gestión de procesos de negocio sobre el Internet de las Cosas (IoT), sustentados en Big Data

Theoric model for the specification and management of the business process, based on the use of Big Data and Internet of Things (IoT)

Mijares, M. D.<sup>1</sup>, Bonillo, P. N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Central de Venezuela, Venezuela

marize.mijares@ciens.ucv.ve , pedro.bonillo@ciens.ucv.ve

**RESUMEN.** Los Procesos de Negocio (PN) y el estudio de los aspectos que permiten especificar de manera formal sus propiedades y gestionar eficientemente los mismos, actualmente se han convertido en un tema de amplia investigación. Debido a la multiplicidad de elementos involucrados en el tratamiento de los PN y que su definición ha evolucionado en el tiempo, en este artículo se realiza una revisión histórica de los conceptos relacionados con la especificación formal de las propiedades de los PN, la gestión y control de los mismos, haciendo especial énfasis en los PN asociados al Internet de las Cosas o IoT (Interconexión digital de objetos cotidianos con Internet), que además requieren que su persistencia se realice bajo Big Data, debido a la gran cantidad y variabilidad de los datos y a las velocidades requeridas para procesar los mismos. Igualmente, se proponen algunos modelos conceptuales basados en las definiciones más recientes sobre este tema. Adicionalmente, se introduce la definición de las propiedades verificables de los PN. Este artículo forma parte de una investigación en progreso que tiene como objetivo facilitar un marco teórico que reúna la relación de los aspectos más importantes del proceso de especificación y gestión de los PN, sobre el IoT sustentados en Big Data.

**ABSTRACT.** The Business Processes (PN) and the study of the aspects that allow to formally specify their properties and efficiently manage them, have now become a subject of extensive research. Due to the multiplicity of elements involved in the treatment of PNs and that their definition has evolved over time, this article makes a historical review of the concepts related to the formal specification of PN properties, management and control of them, with special emphasis on the PN associated with Internet of Things or IoT (Digital Interconnection of everyday objects with Internet), which also require that its persistence be carried out under Big Data, due to the large amount and variability of the data and at the speeds required to process them. Likewise, some conceptual models based on the most recent definitions on this topic are proposed. Additionally, the definition of verifiable properties of PNs is introduced. This article is part of a research in progress that aims to provide a theoretical framework that gathers the relationship of the most important aspects of the process of specification and management of PNs, on IoT based on Big Data.

**PALABRAS CLAVE:** Procesos de negocios, Calidad, Especificación formal, Big Data, IoT.

**KEYWORDS:** Business processes, Quality, Formal specification, Properties, Big Data, IoT.

## 1. Introducción

El análisis de las propiedades sobre los Procesos de Negocio (PN) surge por la alta dependencia y la necesidad que tienen las organizaciones, los negocios y las personas, por garantizar altos niveles de fiabilidad y confianza en la ejecución de sus procesos, ya que éstos manejan aspectos claves que establecen el logro de los objetivos de las empresas. En el área empresarial y académica se han realizado esfuerzos por encontrar un modelo que relacione y especifique las propiedades de los PN sobre el IoT, sustentados en Big Data (Aalst & Hee, 2004; Eshuis & Wieringa, 2002; Foster et al., 2004).

Es por ello, que el estudio de la relación entre las propiedades de los PN y cómo especificar las mismas bajo un lenguaje formal, ha sido foco de interés desde hace algún tiempo. Los PN, son procesos que pueden ser automatizados mediante el desarrollo de sistemas que abarquen las actividades involucradas en dichos procesos. Actualmente, los desarrolladores crean aplicaciones sin seguir los análisis formales de las actividades cumplidas en tales procesos y sobre requisitos en general. Los analistas no especifican de manera formal tales actividades, lo cual conduce a una práctica que da lugar a errores y a la creación de sistemas poco fiables.

En este artículo se pretende establecer un modelo teórico que representa las diferentes acepciones de los conceptos relacionados con las propiedades de los PN sobre el IoT, sustentados en Big Data, para ello se consideran aspectos claves cómo: la especificación y la verificación formal de las propiedades de calidad de los PN, los lenguajes y métodos formales utilizados para lograr dicha especificación.

La revisión bibliográfica ha reflejado que existen algunos modelos y métodos que definen o expresan las propiedades de los PN sobre el IoT, sustentados en Big Data, pero sólo algunos pocos han enfatizado en la especificación y verificación formal de los mismos (Aalst & Hee, 2004). No se encontró un estudio riguroso sobre cuáles de estos métodos y modelos expresan las propiedades de los PN y su relación con un lenguaje formal para su especificación. Entre los autores que presentan documentos que reflejan el estudio de verificación y especificación de PN, están quienes proponen un conjunto de propiedades bajo el concepto de solidez (Eshuis & Wieringa, 2002) y los que permiten la definición de propiedades ad-hoc (Eshuis & Wieringa, 2002). En (Foster et al., 2014) se proponen varios tipos de propiedades generales que todas las definiciones de composiciones de procesos deberían verificar. Su diferencia con los trabajos anteriores está en que son propiedades diseñadas no para la verificación de un proceso aislado, sino para la composición de procesos. Ninguno de los modelos antes descritos incorpora el aspecto formal, sin embargo es posible tomar en cuenta las características que proponen estos autores para asociarlas a los PN y buscar luego una expresión formal de las mismas en Lógica Temporal (LT). Este artículo forma parte de una investigación en progreso que tiene como principal objetivo proponer un Modelo de Conceptos sobre la Especificación y Gestión de los PN sobre el IoT, sustentados en Big Data y cómo expresar sus propiedades usando LT como lenguaje formal de especificación; como una solución al problema que acarrea la especificación de las propiedades de los PN.

El artículo consta de 4 secciones, incluyendo la presente introducción. En la sección 2 se realiza un análisis del modelo conceptual propuesto, luego en la sección 3 se expone el modelo de conceptos compartidos, en el cual se establecen las relaciones entre los distintos conceptos manejados en relación al tema de investigación. Finalmente, en la última sección se establecen las conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. Modelo conceptual propuesto

Para conformar el modelo conceptual objeto de este trabajo, se analizaron las definiciones de los PN, sus propiedades, la relación de éstas con la LT, además de definir aspectos relevantes que conducen a la importancia de la LT como lenguaje formal de especificación de las propiedades de los PN.

### 2.1. Procesos de Negocio

Los PN (representados en la Figura 1) son un conjunto de actividades o tareas que involucran agentes que participan en los flujos de trabajo, los actores que las ejecutan, los que asignan responsabilidades, etc., y que están sujetos a las reglas del negocio de la organización. Los PN críticos son aquellos que proporcionan soporte



a los factores críticos de éxito (algo que debe ocurrir o debe evitarse para alcanzar los objetivos de la organización). Todo PN presenta un conjunto de propiedades de interés dentro de las cuales se pueden mencionar: el alcance de las propiedades, la estructura general de los procesos, el desempeño, la planeación de la capacidad, las dependencias de datos, la composición y correctitud y la concurrencia.

Los PN deben cumplir con ciertas propiedades (la Fiabilidad (Reliability), la Seguridad Externa (Safety), la Seguridad Interna (Security), el Desempeño (Performance), la Integridad (Integrity) y la Disponibilidad (Availability) destacando su nivel de confiabilidad.

Cada una de las propiedades expuestas en la Figura 1, pueden agruparse en tres categorías (Funcionalidad, Fiabilidad y Eficiencia), siguiendo el esquema del estándar ISO/IEC 9126 y que se ajustan a los conceptos generales que agrupan a dichas propiedades. Tales propiedades pueden ser verificadas automáticamente mediante la especificación del proceso con un modelo formal (Bérard et al., 1999).

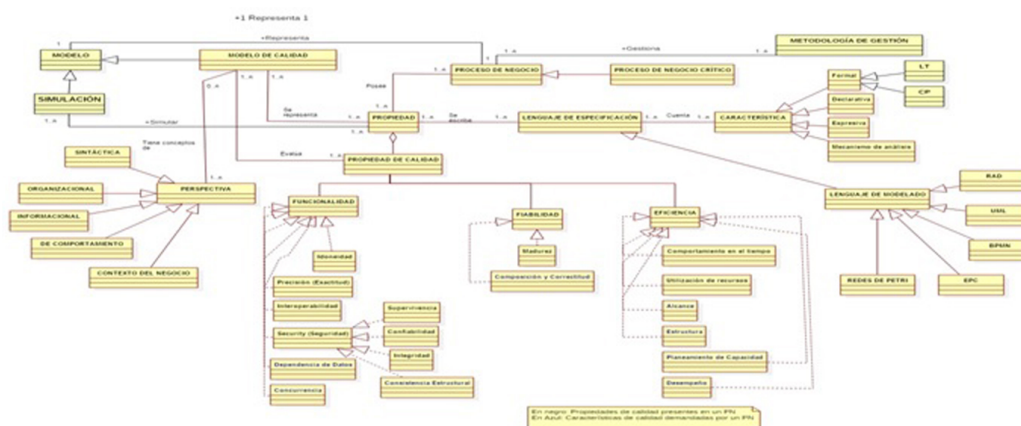


Figura 1. Modelo de los conceptos relacionados con Procesos de Negocio. Fuente: Elaboración propia.

## 2.2. Especificación de Procesos de Negocio

Para Knight, Strunk y Sullivan (2003), un PN es aquel que cumple con una especificación de criticidad, la cual consta de:

- Cada elemento de la especificación debe considerar aquellos aspectos de los procesos con los cuales está relacionada así como las condiciones del ambiente en las cuales se debe cumplir la especificación.
- Un conjunto de especificaciones de las formas de servicio aceptables del proceso.
- La transición se especifica de un estado actual a un estado deseado bajo las condiciones en las cuales es posible.
- Para cada un conjunto de especificaciones de las actividades que conforman el proceso, la probabilidad de que sea cumplido por cada componente del sistema que lo automatizará.

Existen muchas maneras formales en las cuales se puede especificar una propiedad, además de los lenguajes formales, como son las técnicas de descripción formal que pueden contribuir a reducir la imprecisión que pudieran poseer tales lenguajes (Heitmeyer, 2006).

Entonces, se debe distinguir entre métodos formales y métodos de especificación formal. Los primeros se refieren a cualquier técnica, basada en el uso de las matemáticas. Los métodos de especificación formal, en los que se centra este trabajo, son métodos formales dedicados a escribir especificaciones de propiedades de procesos de negocios. La mayor parte de los métodos de especificación formal son notaciones que permiten especificar y razonar sobre el comportamiento de procesos (García, 2000).

Una especificación formal es una expresión matemática que contiene la descripción de un proceso o procesos García, 2000).

Los conceptos relacionados con la especificación de propiedades están relacionados según el modelo de la Figura 2. Cada actividad de cada proceso puede ser expresada usando escenarios o eventos, pero los eventos son las formas más calificadas para representar el carácter reactivo de los PN, puesto que los mismos modelan reacciones.

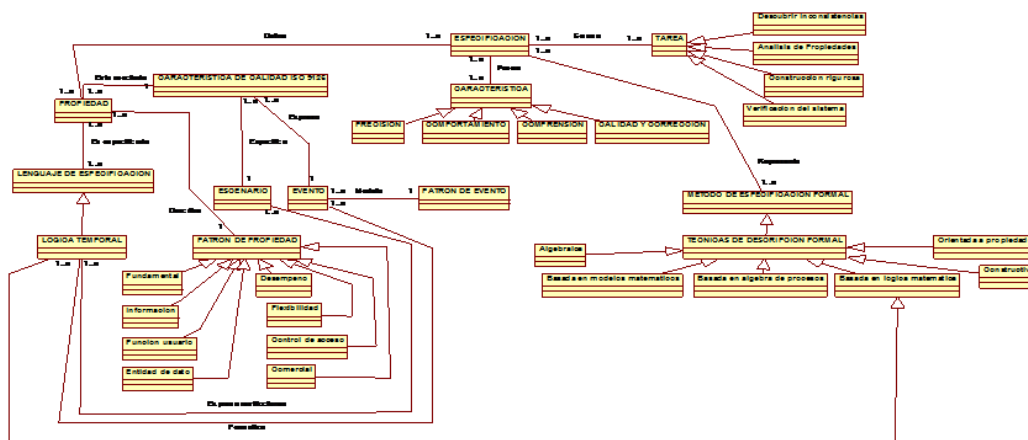


Figura 2. Modelo de los conceptos relacionados con Especificación. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. Lógica temporal

En esta investigación se toma la LT como lenguaje de especificación formal de requerimientos de calidad de PN, debido a, (1) disponibilidad de documentación y ejemplos de su uso, (2) permite la descripción formal y completa de las propiedades de PN, las cuales contemplan el cumplimiento de restricciones temporales, (3) permite especificar, expresar y razonar sobre los comportamientos dinámicos de elementos de los procesos con el paso del tiempo, y (4) permite discriminar si un hecho tiene lugar en el presente, en el pasado o en el futuro.

Conceptualmente, las fórmulas en LT describen propiedades que pueden expresarse con árboles. El árbol está formado por la designación de un estado en una estructura Kripke (concepto que se aborda más adelante) como el estado inicial y luego “relajando” la estructura dentro de un árbol infinito con el estado de  $\neg$  signado en la raíz (Clarke, 2001).

Las fórmulas en LT están compuestas de cuantificadores de camino y operadores temporales. Los cuantificadores de camino son usados para describir las ramas en el árbol. Existen diversas clasificaciones de las propiedades LT en la literatura. Hay una clasificación que tiene especial relevancia para modelos de verificación usando autómatas de Büchi. Esta clasificación, descrita por primera vez por Lamport (2002) divide el conjunto de las propiedades LT en dos subconjuntos: las propiedades de seguridad y las de vivacidad.

La Figura 3 muestra los conceptos relacionados con la LT, la cual constituye un lenguaje formal integrado por reglas, símbolos, fórmulas y operadores que permiten establecer una descripción o expresión formal de las propiedades de los PN.

Los PN tienen impacto dentro de las organizaciones en tres grandes dimensiones: aquellos que están asociados con la prestación del servicio (Ventas, facturación, innovación y desarrollo, cobranza y recaudación); los que tienen que ver con el soporte a la operación (gestión de incidencias, gestión de problemas, indicadores, estadísticas, monitoreo y control); y, los que están asociados con la gestión de los seres humanos

(Hospitalización y maternidad, nómina, gestión de proveedores).

En este estudio nos enfocaremos en los PN que soportan la operación y que específicamente lo hacen a través de la interconexión de los objetos en internet, que generan un gran volumen de datos con mucha variabilidad en los diferentes elementos que componen la persistencia de los datos y requieren procesamiento y consulta de estos datos en velocidades menores a 5 segundos. A continuación, se describirán con mayor detalle estos conceptos.

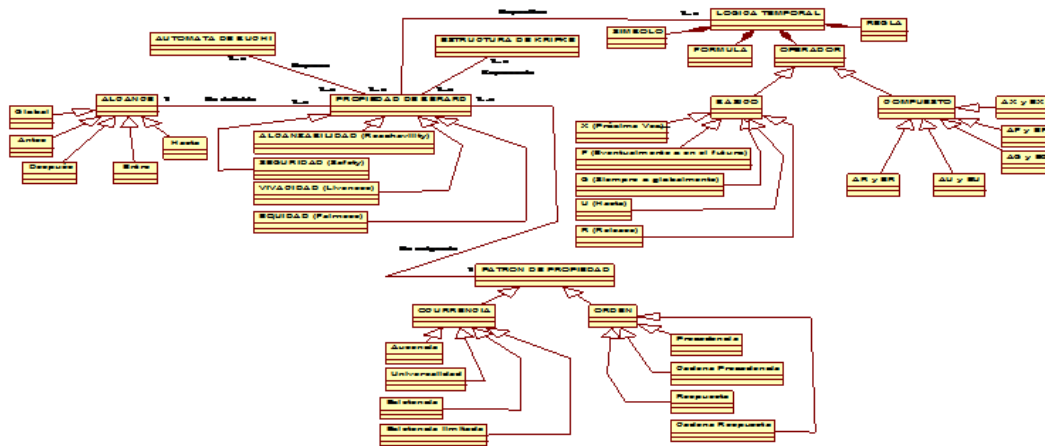


Figura 3. Modelo de los conceptos relacionados con la LT. Fuente: Elaboración propia.

## 2.4. Internet de las Cosas (IoT)

Con el auge de la tecnología y especialmente del sector de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), las empresas y organizaciones se han visto en la necesidad de robustecer sus estrategias para mantenerse competitivas y rentables ante un mercado cada vez más globalizado y cambiante.

Una de las aplicaciones de mayor crecimiento y desarrollo en el sector de las TIC ha sido el de IoT. El IoT se refiere a la comunicación en forma real entre objetos mediante redes de Internet, permitiendo recabar datos e información para convertirla en conocimiento (Gutierrez et al., 2014).

“Todas las empresas compiten en dos mundos: un mundo físico integrado por recursos que se pueden ver y tocar, y un mundo virtual consistente en información. Se ha denominado este nuevo mundo informático, mercado virtual, a fin de diferenciarlo del mundo material físico” (Rayport & Sviokla, 2016).

La comprensión de las posibilidades de hibridación físico-virtual por la ruptura que supone, se puede intuir como una de las mayores dificultades para adaptar las competencias directivas tradicionales, lo cual no sólo demandará una optimización y cambios de PN, sino también una mejora de la gerencia de la organización y control de sus funciones.

“El IoT es la tendencia con más posibilidades de desarrollo y negocio, tanto en los servicios para las personas como en sus aplicaciones industriales. En esencia IoT se basa en sensores, redes de comunicación y en un sistema inteligente que maneja todo el proceso y los datos que genera. Esta última parte conecta a IoT con Big Data” (Lombardero, 2015).

## 2.5. Big Data

Gartner Group define “Big data” como un conjunto de datos de gran volumen, de gran velocidad y procedente de gran variedad de fuentes de datos que demandan formas innovadoras y efectivas de procesar la información.

El objetivo principal con Big Data es capturar, almacenar, buscar, compartir y agregar valor a los datos pocos utilizados o inaccesibles hasta la fecha (Puyol, 2014).

Por lo anterior, las compañías deberán estructurar estrategias que le permitan gestionar y controlar los millones de potenciales fuentes que aparecen y desaparecen, sobre datos; y aplicar soluciones de almacenamiento para organizar y alimentar sus Procesos de Negocio, aplicando técnicas de business analytics para transformar los datos en información de valor (Del Pino, 2015).

El business analytics busca procesar todos estos datos provenientes de distintas fuentes y habilitarlos o ponerlos a disposición del consumidor, de forma sencilla. De manera similar, el Big Data se compone de datos tanto estructurados como desestructurados, pero debe proporcionar al usuario accesos transparentes y sencillos en la medida de lo posible. La búsqueda empresarial o el enterprise search, es el paradigma más común para explorar los datos desestructurados (Del Pino, 2015).

Con lo antes expuesto, es fácil observar que con la combinación entre el Business Intelligence y el Enterprise Search a través del Big Data y otras fuentes de datos podrán atenderse de manera óptima las necesidades del futuro consumidor de información y los PN.

Los conceptos expuestos de Big Data y el IoT, pueden visualizarse y detallarse en la Figura 4.

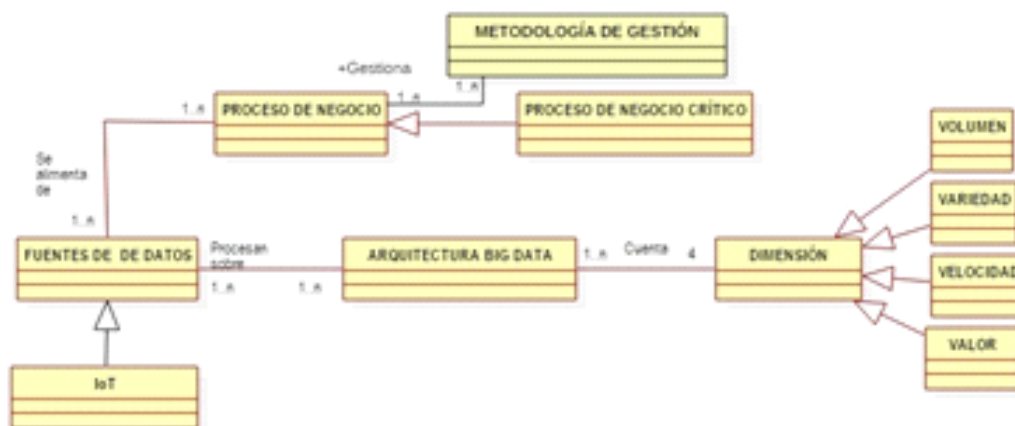


Figura 4. Modelo de los conceptos relacionados con Big Data y el IoT. Fuente: Elaboración propia.

## 3. Modelo de conceptos compartidos

Los conceptos descritos en la Figura 5 sientan las bases de la propuesta que permite la especificación en LT de las propiedades de los PN sobre el IoT sustentados en Big Data, así como la gestión de estos. Una vez que se han descrito por separado los aspectos compartidos en torno a la especificación de las propiedades de los PN, conviene mostrarlos en un modelo unificado donde están presentadas nuevas relaciones no mostradas hasta el momento. Una de las relaciones integradas es la de las propiedades de los PN pueden soportarse por alguna de las propiedades de Lampion (2002) y éstas a su vez ser expresadas o especificadas formalmente por la LT. De esta forma se tiene que las propiedades de los PN pueden ser soportadas por técnicas de descripción

formal, tales como los lenguajes formales en los que está incluida la LT fomentando así un proceso de expresión de propiedades de PN en LT.

Si bien el proceso de especificación de las propiedades de un PN no aporta conceptos nuevos, la innovación consiste en la agrupación de los conceptos anteriores y la relación de los mismos, pero presentados en conjunto, como un nuevo intento para establecer una Metodología de Especificación de las propiedades de los PN y cómo expresar dichas propiedades usando la LT como lenguaje formal de especificación para luego verificar las propiedades de calidad de los PN.

La presentación de dicha metodología se presentará en trabajos futuros, pero podemos dar un adelanto ilustrando la relación entre una de las propiedades de Bérard et al. (1999) y una de las propiedades de calidad de los PN (ISO/IEC 9126, 2001).

Muchos especialistas en las áreas de especificación y modelado de PN, han estudiado la posibilidad de la formulación de nuevos lenguajes y técnicas para el logro de los objetivos en dichas áreas. Tal es el caso de Monserrat et al. (2012), quienes presentan una heurística que busca modelar Procesos de Negocio Decisionales a través de la notación BPMN.

Esta propuesta es otro modo de representar o especificar los PN, en nuestro caso añadiremos aspectos formales en dicha especificación con el objeto de lograr la verificación de la calidad de los PN, además de lograr una mejor gestión de los mismos, controlando los datos que los alimentan por medio de una arquitectura Big Data y fuentes de información provenientes del IoT.

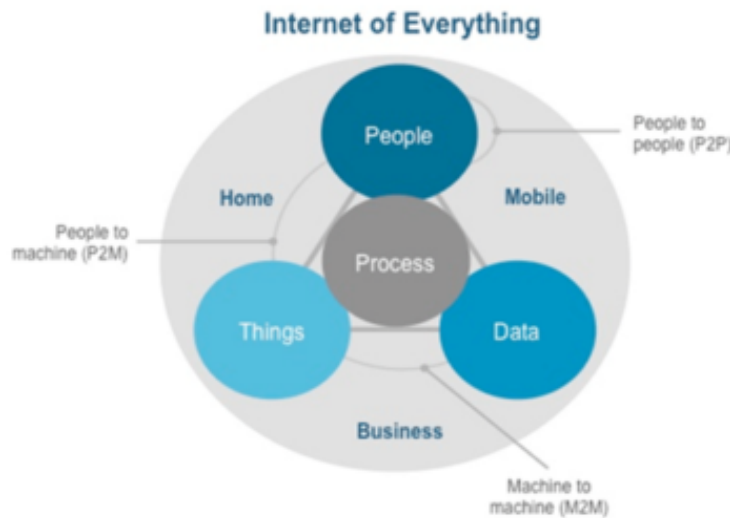


Figura 5. Modelo de conceptos compartidos relacionados con los PN sobre el IoT, sustentados en Big Data. Fuente: Elaboración propia.

## 4. Conclusiones

A través de este trabajo se han descrito y relacionado los conceptos que giran en torno a los PN, su gestión y especificación y las propiedades formales que éstos deben satisfacer. Adicionalmente, se integra el uso de la LT como lenguaje formal para expresar dichas propiedades. Lo importante que se destaca con esta relación, es la posibilidad de lograr verificar dichas propiedades y garantizar el cumplimiento de altos niveles de desempeño y calidad en procesos de este tipo. Con la definición de estos modelos conceptuales se logra la posibilidad de definir el modelo de dominio de los PN. Como trabajo futuro se estima la formulación completa de la metodología de gestión y de especificación para PN introducido en este trabajo. Adicionalmente, se considera la posibilidad de aplicar la especificación y gestión de los PN considerando la metodología que

permita aplicarlo. Nuestro objetivo final es definir un proceso de especificación y gestión formal de los Procesos de Negocios en general.

En base a lo presentado en este trabajo, se puede constatar además, que el modelo propuesto representa cada uno de los aspectos que son necesarios para gestionar y modelar un PN. Sin embargo, no se puede dejar de lado algunas deficiencias como:

- La falta de expresividad en algunas reglas que permitan el modelado de los PN.
- La falta de diferenciación entre el modelado de PN y la automatización de los mismos o mejor aún, la relación entre modelar y automatizar los PN.
- La falta de una arquitectura Big Data integrada con IoT para el procesamiento de datos que alimentan los PN sobre el IoT sustentado en Big Data.

En resumen, estas deficiencias, aunque no imposibilitan el modelado de estos tipos de procesos, indican la carencia de expresividad para gestionar y representar de manera simple y legible los elementos de un PN y seguidamente la definición formal, simulación y la verificación de las propiedades de calidad de los mismos. En consideración, se propone algún tipo de regla que permita estructurar de mejor forma los elementos de estos tipos de modelos, sin perder la información que debe ser representada. Un análisis más profundo de esta solución u otras, son temas de investigación como trabajo futuro.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Mijares, M. D.; Bonillo, P. N. (2017). Modelo teórico para la especificación y gestión de procesos de negocio sobre el Internet de las Cosas (IoT), sustentados en Big Data. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, 4(2), 7-14. ([www.ijisebc.com](http://www.ijisebc.com))

## Referencias

- Aalst, W.; Hee, K. (2004). *Workflow management: Models, methods, and systems*. Cooperative information systems. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Bérard, B.; Bidoit, M.; Finkel, A.; Laroussinie, F.; Petit, A.; Petrucci, L.; Schnoebelen, Ph.; McKenzie, P. (1999). *Systems and software verification. Model Checking Techniques and Tools*.
- Clarke, E. (2001). *Model checking*. Cambridge, Mass: MIT Press. Second Edition.
- Del Pino. (2015). Cuando el Big Data y el Internet de las cosas colisionan.
- Eshuis, R.; Wieringa, R. (2002). Verification support for workflow design with uml activity graphs. In *Proceedings of the International Conference on Software Engineering (ICSE 2002)*. ACM Press.
- Foster, H.; Uchitel, S.; Magee, J.; Kramer, J. (2014). Compatibility verification for web service choreography. In *Proceedings of the International Conference on Web Services*.
- García, J. (2000). Especificación, verificación y mantenimiento de requisitos funcionales con técnicas de descripción formal. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.
- Gutierrez, J.; Serna, M.; Parada, J.; Torres, O. (2014). Mapa de ruta para Internet of Things. PROMEXICO.
- Heitmeyer, C. (2006). Developing safety-critical systems: the role of formal methods and tools. In *Proceedings of the 10th Australian Workshop on Safety Critical Systems and Software - Volume 55* (Sydney, Australia). T. Cant, Ed. SCS, vol. 162. Australian Computer Society.
- ISO/IEC 9126. (2001). *Software Product Evaluation. Quality Characteristics and Guide Line for their use*.
- Knight, J.; Strunk, E.; Sullivan, K. (2003). *Towards a Rigorous Definition of Information Systems Survivability*. DISCEX 2003.
- Lampert, L. (2002). *Specifying systems: The TLA+ language and tools for hardware and software engineers*. Addison Wesley Professional.
- Lombardero, L. (2016). Problemas y retos en la gestión empresarial en la economía digital: Estudio comparativo y sistémico de competencias directivas. Tesis Doctoral. Universidad Camilo José Cela.
- Monserat, C.; Páez, A.; Arias, C.; Rivadeneira, S.; Vilanova, G.; Miranda, G. (2012). El modelado de procesos como técnica de elicitation de requerimientos. II EIPA.
- Puyol, J. (2014). Una aproximación al Big Data. *Revista de Derecho UNED*.
- Rayport, J.; Sviokla, J. (2016). Explotación de la cadena de valor virtual. En *La creación de valor en la economía digital*.

Mijares, M. D.; Bonillo, P. N. (2017). Modelo teórico para la especificación y gestión de procesos de negocio sobre el Internet de las Cosas (IoT), sustentados en Big Data. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, 4(2), 7-14.

