

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Matemática computacional
Recibido: 10/02/2020 | Aceptado: 12/05/2020 | Publicado: 01/06/2020

Técnicas multicriterio y lógica difusa para el proceso de evaluación de desempeño realizado en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Multicriteria techniques and fuzzy logic for performance assessment process conducted at the University of Informatics Sciences.

Jenisley Verde Acosta ^{1*}

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas. jeni@uci.cu

* Jenisley Verde Acosta: jeni@uci.cu

Resumen

La gestión en el Proceso de Evaluación del Desempeño juega un papel protagónico para garantizar la eficiencia en las entidades laborales. En la Universidad de las Ciencias Informáticas se realiza a través de modelos con indicadores establecidos en los que son reflejadas las competencias de los trabajadores. Sin embargo, no es posible realizar informes sobre sus comportamientos, ni contar con técnicas para la ayuda en la toma de decisiones sobre las evaluaciones. El presente trabajo describe la solución a la problemática a partir del uso de técnicas multicriterio y lógica difusa para la determinación confiable de la evaluación de desempeño de los empleados. A través del documento se describen los conceptos fundamentales de los elementos utilizados en la investigación, así como las formulas empleadas. Finalmente se desarrolla un caso de estudio que explica paso por paso las etapas por las que atraviesa todo el proceso de evaluación para llegar a un resultado confiable y definitivo.

Palabras clave: Evaluación de Desempeño; lógica difusa; técnicas multicriterio; toma de decision.

Abstract

The management in the Process Performance Assessment plays a leading role in ensuring efficiency of labor entities. At the University of Informatics Science is done through models with established indicators that are reflected in the capabilities of workers. However, it is not possible to report on their behavior, nor have techniques to aid in making decisions on assessments. This paper describes the solution to the problem from the use of multi-criteria and fuzzy logic techniques for the reliable determination of the performance evaluation of employees. Throughout the paper describes the fundamental concepts of the elements used in the investigation, and the formulas employed. Finally develops a case study that explains step by step the stages through which runs through the evaluation process to reach a reliable and definitive result.

Keywords: Performance Evaluation; fuzzy logic; multicriteria techniques; decision-making

Introducción

Las empresas cubanas con el propósito de alcanzar un mejor desempeño han incorporado ideas vinculadas con el desarrollo del Capital Humano, orientándose en la Gestión por competencia. La evaluación del desempeño constituye el proceso por el cual se estima el rendimiento global del trabajador y es indispensable para que este se esfuerce por mejorar la calidad de su labor. Según la (*Norma Cubana 3000, 2007*) es: “medición sistemática del grado de eficacia y eficiencia con el que los trabajadores realizan sus actividades laborales durante un período de tiempo determinado y de su potencial desarrollo, y constituye la base para elaborar y ejecutar el plan individual de capacitación y desarrollo.”. Muchas instituciones utilizan esta información para determinar las compensaciones a otorgar. Un buen sistema de evaluación puede también identificar problemas con un funcionamiento insuficiente, indicar la necesidad de volver a capacitar o revelar un potencial no aprovechado.

Con el fin de mejorar su condición de vanguardia en la batalla socio-economía del país y de lograr un servicio de excelencia, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), a partir de los resultados productivos y el nivel de sus exportaciones, estableció en julio del 2007, un sistema de estimulación salarial, basado en la evaluación del desempeño laboral de sus trabajadores. Cada jefe administrativo posee la facultad de orientar, controlar y evaluar a sus subordinados a través de un conjunto de indicadores establecidos que a su vez están regidos por pautas o estándares que son totalmente medibles y verificables. Bajo este sistema se encuentran todos los trabajadores, sean profesores, especialistas, investigadores, técnicos, teniendo incluidos los cuadros, dirigentes, así como los especialistas adjuntos.

El proceso de evaluación constituye un acto puramente formal y burocrático donde los administrativos reflejan a su entender el comportamiento de sus trabajadores en un periodo de tiempo, normalmente se apoya en sus experiencias o en la semejanza a decisiones anteriormente tomadas que llevaron a buenos resultados, y raras veces se basa en un método sistemático o herramientas adecuadas para llevar dicho control. En ocasiones existe un alto grado de subjetividad en el proceso, causando evaluaciones con criterios en igual valor concluidas con diferentes puntuaciones.

Para poder recepcionar y analizar la información en los diferentes procesos de su gestión, es necesario en muchas ocasiones el empleo de técnicas que permitan brindar criterios que ayuden a la toma de decisiones, las técnicas multicriterio y la lógica difusa han sido ampliamente utilizadas, por las facilidades que brindan para el tratamiento de información cualitativa, imprecisa, para la toma de decisiones con incertidumbre y el procesamiento de información abundante y compleja.

Materiales y métodos

Proceso de Evaluación de Desempeño:

El Proceso de Evaluación del Desempeño constituye el factor fundamental para el buen desarrollo del trabajador y de la institución. Para llevar a cabo este proceso se deben tener presente normas, operaciones, restricciones de la organización, que representan el medio por el cual la estrategia es implementada, para esto se tiene:

1. Cronograma del proceso evaluativo.

- Se orientan las tareas que debe cumplir el trabajador.
- Se controlan las tareas orientadas.
- Se evalúan las tareas según la calidad con que fueron desarrolladas.
- Se entrega la evaluación definitiva (Deficiente – Adecuado – Superior) en dependencia de la calidad del desempeño durante todo el periodo a evaluar.
- Se firma la evaluación para hacer constar que el evaluado y evaluador tienen conocimiento y de esta forma se aprueba la evaluación.

2. Si el trabajador tiene menos del 75% de horas trabajadas entonces será No Evaluado (NE).

3. No recibirá pago adicional en caso de tener al menos:

- una ausencia injustificada.
- dos llegadas tardes.
- Si es sancionado (sanción de cualquier índole).
- Si el desempeño durante el mes es deficiente.

Caso de estudio desarrollado a través de una evaluación real:

Para el proceso de obtención de la evaluación de desempeño se utilizan fórmulas y criterios matemáticos los que dan como resultado un valor que se ubicará en un rango que dará la evaluación final en Deficiente: 0% - 30%, Adecuado: 27% - 87%, Superior: 83% - 100%. Sin embargo, existen valores en los que no se puede determinar con seguridad a que categoría pertenece, por esta razón se utilizan técnicas de lógica difusa con el fin de clasificar una evaluación. En la investigación se muestra un ejemplo donde se expone paso a paso todo este proceso.

Se utiliza el Método de Scoring para identificar las alternativas preferibles en el problema de decisión multicriterio ya que este se desarrolla de una manera rápida y sencilla (*Hussein, Badawyand, Abouelela, 2016*) (*Garza, González & Rodríguez, 2019*).

Pasos:

1. Identificar la meta general del problema: Evaluación del Desempeño
2. Identificar las alternativas: Bien, Regular, Mal
3. Listar los criterios a emplear en la toma de decisión:
 - Participar en las entregas de Guardia de las áreas (8:30 a.m.).
 - Presentar informe de revisión lógica de los laboratorios. (10:30 a.m.)
 - Asistencia.
 - Cumplir el horario de trabajo (8am a 5pm).
 - Controlar los medios dispuestos para sus funciones (Inventario).
 - Chequear todos los lunes el mantenimiento de las PC y enviar el reporte.
 - Chequear y cumplir el Plan de seguridad informática establecido.
 - Disponibilidad del servicio.
 - Controlar diariamente las tareas asignadas a los jefes de turno.
 - Preparar e impartir capacitación para los técnicos.
 - Realizar escaneo de la subred correspondiente al área asignada.
 - Implementación de los clientes ligeros en los laboratorios de docencia.
 - Estado de opinión del Jefe de área.
4. Asignación de una Ponderación para cada uno de los criterios mediante el empleo de una escala de tres puntos:
 - Importancia Alta – 5.

- Importancia Media – 3.
- Importancia Baja – 1.

Tabla 1. Asignación de una ponderación a cada criterio.

Crterios	Ponderación Wi
Participar en las entregas de Guardia de las áreas.(8:30 a.m.)	3
Implementación de los clientes ligeros en los laboratorios de docencia	5
Estado de opinión del Jefe de área	5
Presentar informe de revisión lógica de los laboratorios. (10:30 a.m.)	3
Asistencia	5
Cumplir el horario de trabajo (8am a 5pm).	3
Controlar los medios dispuestos para sus funciones (Inventario).	3
Chequear todos los lunes el mantenimiento de las PC de los domingos y enviar el reporte	1
Chequear y cumplir el Plan de seguridad informática establecido	3
Disponibilidad del servicio	5
Preparar e impartir capacitación para los técnicos	3
Realizar escaneo de la subred correspondiente al área asignada	1

5. Establecer el Rating de satisfacción para cada alternativa. El evaluador establece un rating de satisfacción al analizar el desempeño del evaluado en las actividades realizadas durante el período.

Tabla 2. Rating de Satisfacción

Crterios	Bien	Regular	Mal
Participar en las entregas de Guardia de las áreas.(8:30 a.m.)	1	0	0
Implementación de los clientes ligeros en los laboratorios de docencia	0	1	0
Estado de opinión del Jefe de área	1	0	0
Presentar informe de revisión lógica de los laboratorios. (10:30 a.m.)	0	1	0
Asistencia	1	0	0
Cumplir el horario de trabajo (8am a 5pm).	0	1	0
Controlar los medios dispuestos para sus funciones (Inventario).	1	0	0
Chequear todos los lunes el mantenimiento de las PC de los domingos y enviar el reporte	1	0	0

Chequear y cumplir el Plan de seguridad informática establecido	0	1	0
Disponibilidad del servicio	1	0	0
Preparar e impartir capacitación para los técnicos	0	1	0
Realizar escaneo de la subred correspondiente al área asignada	0	1	0

6. Se requiere de la penalización de los vectores (Bien, Regular y Mal) en valores de (0, 2/5, 1). Quedando la fórmula de penalización:

$$V_{PT} = \sum (V_{Pi})^2 * V_{Mi} + (V_{Pi})^2 * V_{Ai} * 2/5$$

Donde:

V_{PT} Vector de Penalización de Tareas.

V_{Pi} Vector de Pesos de las Tareas en el iésimo valor al cuadrado para aumentar el peso de diferencia entre las tareas.

V_{Mi} Vector Mal del iésimo valor.

V_{Ri} Vector Regular del iésimo valor.

Quedando la tabla anterior:

Tabla 3. Criterios con la ponderación dada y la penalización de acuerdo al rating de satisfacción dado.

Criterios	Ponderación	Bien	Regular	Mal	Penalización
Participar en las entregas de Guardia de las áreas.(8:30 a.m.)	3	1	0	0	0
Implementación de los clientes ligeros en los laboratorios de docencia	5	0	1	0	10.00
Estado de opinión del Jefe de área	5	1	0	0	0
Presentar informe de revisión lógica de los laboratorios. (10:30 a.m.)	3	0	1	0	3.60
Asistencia	5	1	0	0	0
Cumplir el horario de trabajo (8am a 5pm).	3	0	1	0	3.60
Controlar los medios dispuestos para sus funciones (Inventario).	3	1	0	0	0
Chequear todos los lunes el mantenimiento de las PC de los domingos y enviar el reporte	1	1	0	0	0

Chequear y cumplir el Plan de seguridad informática establecido	3	0	1	0	3.60
Disponibilidad del servicio	5	1	0	0	0
Preparar e impartir capacitación para los técnicos	3	0	1	0	3.60
Realizar escaneo de la subred correspondiente al área asignada	1	0	1	0	0.40
					24.80

7. Después de determinar la sumatoria del Vector de Penalización de las Tareas ($\sum V_{PT}$) se plantea la fórmula para llegar a una evaluación de desempeño quedando:

$$E(x) = \frac{(\sum(V_p)^2 - \sum V_{pt}) * 100}{\sum(V_p)^2}$$

Donde:

$\sum(V_p)^2$ Sumatoria del Cuadrado del Vector de Pesos de las tareas

$\sum V_{pt}$ Sumatoria del Vector de Penalización

La Multiplicación por 100 se emplea para determinar la evaluación en base a por ciento de tareas evaluadas.

8. Esta ecuación para determinar una evaluación de desempeño no es óptima debido a reglas que son necesarias para determinar hasta cuando una persona puede ser Superior y cuando llega a ser Deficiente, estas reglas son:

Superior

- Todas las tareas en Bien.
- Todas las tareas de importancia alta en Bien y el resto en Regular.
- Todas las tareas en Bien menos el 50% de las tareas de importancia alta en Regular.
- Más del 50% de las tareas de importancia alta en Bien y hasta un 30% de las tareas de importancia media o baja en Regular.

Adecuado

- Más del 50% de las tareas de importancia alta en Regular.

- Todas las tareas en Bien y al menos una tarea en Mal.
- Todas las tareas de importancia alta en Bien, el 50% de las tareas de importancia media o baja en Mal y el resto en Bien o en Regular.
- Hasta un 50% de las tareas de importancia media o baja en Mal y el resto en Regular.

Deficiente

- Todas las tareas en Mal.
- Todas las tareas en Regular y al menos una tarea de importancia alta en Mal.
- Todas las tareas de importancia alta en Bien y el resto de las tareas en Mal.
- Todas las tareas de importancia alta en Regular y más de un 50% de las tareas de importancia media o baja en Mal.
- Más del 30% de las tareas de importancia alta en Mal y el resto de las tareas en Bien.

Para esto se determina una función de penalización de tareas en mal, la que será $F(x,y) \Rightarrow 0$ y $F(x,y) \leq 1$

$$\text{Max} \left(\text{Min} \left(\frac{5}{6}, \left(\frac{y}{x+y} \right)^2 \right), \frac{1}{x+1} \right)$$

Donde (x) Cantidad de tareas Mal y (y) Cantidad de tareas. Esta función cumple que:

$$F(0, y) = 1$$

$$F(1, y) = 5/6$$

$$F(x, y) = \left(\frac{y}{x+y} \right)^2 \text{ con } x \Rightarrow 1$$

Además, se determina esta misma función para penalizar la cantidad de tareas con importancia alta en Mal, donde (x) representa la cantidad de tareas de importancia alta en Mal y (y) la cantidad de tareas de importancia alta.

9. Después de este análisis la fórmula final para determinar la evaluación de desempeño queda:

$$E(x) = \frac{(\sum(V_p))^2 - \sum V_{pt}}{\sum(V_p)^2} * \text{Max} \left(\text{Min} \left(\frac{5}{6}, \left(\frac{y}{x+y} \right)^2 \right), \frac{1}{x+1} \right) * \text{Max} \left(\text{Min} \left(\frac{5}{6}, \left(\frac{y}{x+y} \right)^2 \right), \frac{1}{x+1} \right)$$

Dando para el ejemplo expuesto una evaluación de desempeño de 84.1%.

Este valor se encuentra en el rango de incertidumbre entre adecuado y superior por lo que se aplican las técnicas de lógica difusa para determinar que evaluación final tendrá.

Lógica difusa es: Propuestas surgida para la formalización del razonamiento aproximado, que intenta manejar el conocimiento propio del “sentido común” (alto, pocos, mucho, caro, etc.) Se trata de una generalización de la lógica booleana (lógica clásica, de verdadero o falso). Consistente en una extensión de la lógica clásica con objeto de permitir manejar el concepto de verdades parciales situadas entre el “completamente verdadero” y el “completamente falso” (Zadeh, 1994).

Aplicar lógica difusa al ejemplo anterior de evaluación de desempeño:

1. Variable lingüística: “Evaluación”.
2. Se toma como Universo de Discusión un rango de 0 % - 100 % con respecto a la evaluación de las tareas de desempeño establecidas.
3. Las Etiquetas definidas son: Superior, Adecuado, Deficiente.
4. Dominio:
 - Deficiente: 0% - 30%.
 - Adecuado: 27% - 87%.
 - Superior: 83% - 100%.

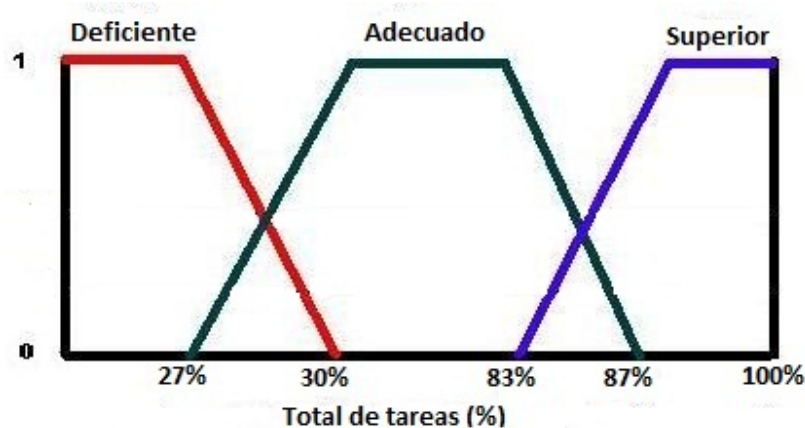


Figura 1. Etiquetas y el dominio de las mismas

5. Después de haber realizado el proceso de Fuzzificación y la Inferencia Difusa los valores asociados a cada etiqueta son:

Tabla 4. Valores de pertenencia

Deficiente	Adecuado	Superior
0	0.44	0.14

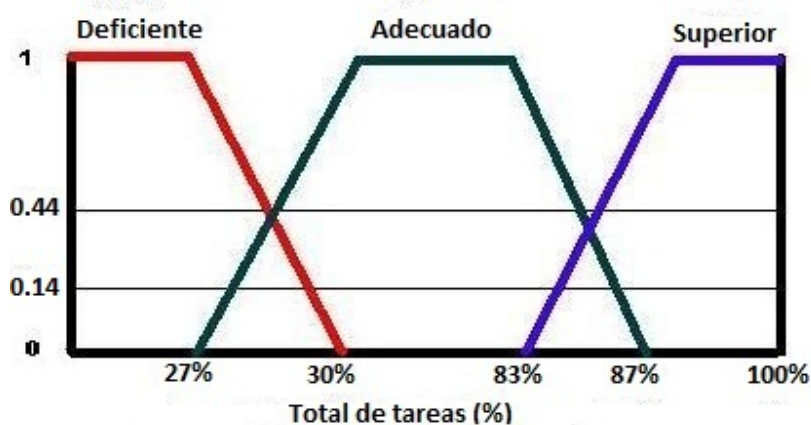


Figura 2. Función de Pertenencia

Se toman pasos de 10 comenzando por el 15% quedando estos valores tabulados de la siguiente forma:

Tabla 5. Tabulación de valores tomados.

X_i	$M(X_i)$	$X_i * M(X_i)$
15	0	0
25	0	0
35	0.44	15.4
45	0.44	19.8
55	0.44	24.2
65	0.44	28.6
75	0.44	33
85	0.29	24.65
95	0.14	13.3
Suma	2.63	158.95

COG		60.44
-----	--	-------

Esto se refleja en la siguiente fórmula:

$$COG = \frac{M(X1)*X1 + M(X2)*X2 + M(X3)*X3 + \dots + M(Xn)*Xn}{M(X1)+M(X2) +M(X3)+ \dots +M(Xn)}$$

$$M(X1)+M(X2) +M(X3)+ \dots +M(Xn)$$

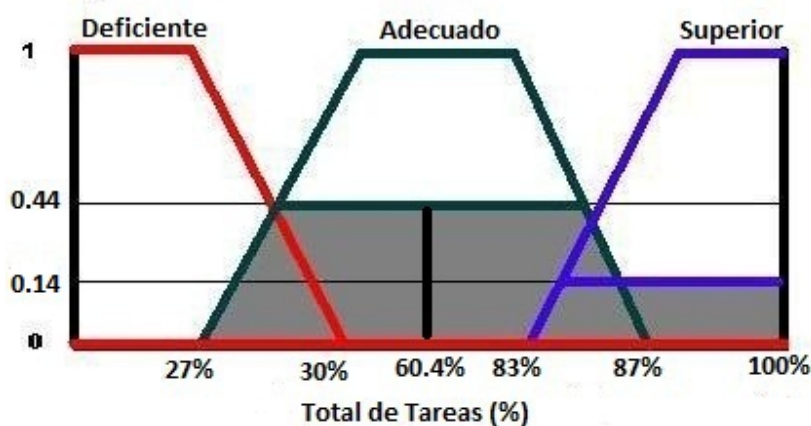


Figura 3. Representación del valor del Método de Centroide.

Se puede observar en la figura 3 que 60.44 representa el centro de gravedad COG teniendo como variable de salida para este caso una evaluación de desempeño de ADECUADO.

Resultados y discusión

Como resultado de esta investigación se tiene la implementación de técnicas multicriterio y lógica difusa para la toma de decisión en la gestión del proceso de evaluación del desempeño. Con la puesta en práctica de esta investigación se pretende que el personal administrativo disponga de un sistema para su labor diaria que gestione el proceso de evaluación del desempeño. Además de alcanzar una evaluación más justa, donde no influyan completamente las decisiones y experiencias humanas.

Conclusiones

- Las técnicas multicriterio y la lógica difusa son utilizadas por las facilidades que brindan para el tratamiento de información cualitativa, imprecisa, para la toma de decisiones con incertidumbre y el procesamiento de información abundante y compleja.
- Con la utilización de técnicas multicriterio y lógica difusa en la gestión de la evaluación de desempeño se pueden alcanzar mejores resultados, teniendo valores que permitan presentar criterios más justos y reales para la toma de decisión en el proceso de evaluación.

Referencias

1. Norma Cubana 3000 Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano: Vocabulario, ININ, 2007, NC 3000, 1-28.
2. HUSSEIN, T.; BADAWYAND, AL.; ABOUELELA, M. Predictive value of different scoring systems for critically ill patients with hospital acquired pneumonia. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*, 2016, 65(4): p. 733-862.
3. GARZA RÍOS, RC.; GONZÁLEZ SÁNCHEZ, CN. & RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, EL. Aplicación del método Scoring para la clasificación integral de clientes. [En Línea]. *Revista chilena de ingeniería*, 2019, 27(3): p. 375-382. [Consultado el: 15 de abril de 2020] Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000300375>.
4. ZADEH, LA. Soft computing and fuzzy logic. *IEEE Software*, 1994, 11(6): p. 48-56.