

Tipo de artículo: Artículo original

Temática: seleccionar la temática a partir de las líneas editoriales de la revista

Recibido: 2/08/16 | Aceptado: 05/09/16 | Publicado: dd/mm/aa

## Procedimiento multicriterio multiexperto para la priorización de atención a servicios técnicos

### *Multiexperto multi-criteria procedure for prioritizing attention to technical services*

Ing. Pedro Manuel Puig Díaz <sup>1\*</sup>, Ing. Bárbara Bron Fonseca <sup>2</sup>, MSc. José Alberto Álvarez Laborde <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, [pmpuig@uci.cu](mailto:pmpuig@uci.cu)

<sup>2</sup> Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, [bbron@uci.cu](mailto:bbron@uci.cu)

<sup>3</sup> Universidad de Artemisa, Cuba

\* Autor para correspondencia: [pmpuig@uci.cu](mailto:pmpuig@uci.cu)

---

#### Resumen

Para que una empresa sea productiva, requiere de una alta cohesión en los elementos que intervienen en su sistema de atención a servicios técnicos. Ejemplo de esto lo representa la Universidad de las Ciencias Informáticas que sustenta sus procesos sobre una infraestructura tecnológica. Con el objetivo de atender las solicitudes de reportes tecnológicos, se implementa un sistema de reporte que permite abrir la solicitud de atención especializada. Sin embargo, en ocasiones la cantidad de reportes es mayor que la capacidad o disponibilidad de medios o respuestas de los servicios técnicos siendo insuficiente la disponibilidad de servicio donde no es posible identificar los reportes críticos para priorizar el trabajo hacia esa dirección. El presente trabajo describe una solución a la problemática planteada mediante la realización de un procedimiento que aplica técnicas multicriterios con el consenso de expertos para establecer un ranking a los reportes de servicios técnicos, utiliza como proceso de inferencia el operador de suma ponderada para asignar el peso de los indicadores obteniendo el Nivel de prioridad a reportes. Se realizó como proceso de validación un estudio de caso aplicado en una organización real donde se fue posible obtener el nivel de prioridad sobre la atención a reportes demostrando la aplicabilidad y posible grado de generalización de la propuesta.

**Palabras clave:** consenso de experto; técnicas multicriterios; servicios técnicos.

#### Abstract

*For a company to be productive, it requires a high cohesion in the elements involved in their care system technical services. An example of this is represented by the University of Information Science underlying processes on a technological infrastructure. In order to respond to requests for technical reports, a reporting system that lets you open the application for specialized care is implemented. However, sometimes the number of reports is greater than the capacity or availability of means or technical services responses still insufficient availability of service where it is*

*not possible to identify critical reports to prioritize work towards that direction. This paper describes a solution to the problems raised by performing a procedure that applies technical multicriteria with expert consensus to establish a ranking to reports of technical services, used as inference process operator weighted sum to assign weight indicator obtaining the priority level reports. a case study applied in a real organization where it was possible to obtain the priority level of attention to reports demonstrating the applicability and possible degree of generalization of the proposal was made as validation process.*

**Keywords:** *expert consensus; multicriteria techniques, technical services.*

---

## **Introducción**

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), sustenta sus procesos docentes, productivos e investigativos sobre una infraestructura tecnológica destinada a tal fin. Los servicios técnicos del área de tecnología en la actualidad se encargan de la recepción, evaluación y solución de las roturas que se reportan diariamente. Para la atención a las afectaciones, se implementa un sistema de reportes donde son clasificados en diferentes categorías y que puede variar desde un teléfono hasta especificaciones en los sistemas de cómputos abarcando todas las posibles manifestaciones de afectaciones.

Para realizar estos reportes los usuarios deben llamar a un número telefónico definido para este servicio, donde el personal que trabaja allí se encargará de gestionar todos elementos relacionados al reporte, introduciendo los datos en un sistema y generando para cada uno de ellos un número de reporte único. Este listado de reportes diarios es distribuido a todos los grupos técnicos por cada una de las áreas de la universidad y se van resolviendo de manera secuencial, sin tener en cuenta nivel de prioridad de una afectación u otra, según el grado de importancia o impacto de la misma.

En algunas ocasiones el comportamiento de atención a los reportes se puede atender de manera priorizada, pues se utilizan criterios empíricos o aleatorios para definir o priorizar la atención a reportes de afectaciones en proyectos productivos que son catalogados como primarios o priorizados en la universidad o la facultad, áreas de mayor relevancia o impacto dentro del funcionamiento de las organizaciones y centros de producción de software.

Cuba inmersa en un contexto complejo donde la economía mundial impacta directamente en los proveedores de servicios, donde son insuficientes los recursos posibles a adquirir, requiere de novedosos procesos para su distribución jugando un papel importante la racionalización.

Si se analiza la problemática planteada, es posible realizar una representación como un problema de toma de decisiones donde se posee un conjunto de reportes o alternativas a atender los cuales poseen un conjunto de características o criterios a valorar. La presente investigación trazó como objetivo realizar un procedimiento multicriterio multiexperto que permita la priorización sobre la atención a reportes de afectaciones en servicios técnicos.

El impacto de esta propuesta radica en optimizar el destino final de los recursos técnicos limitados basados en una clasificación de las afectaciones estableciendo un nivel de prioridad para cada atención.

## **Materiales y métodos**

Seleccionar la mejor alternativa dentro de un conjunto de ellas o simplemente ordenarlas, utilizando el criterio de uno o varios expertos y con la evaluación de más de una medida de efectividad se requiere diariamente en el ámbito empresarial. Los autores proponen utilizar el criterio de los expertos para evaluar el impacto de la propuesta (ROMERO 1987), para ello diseñó un procedimiento, el cual se basa en el enfoque multicriterio (ACOSTA 2009), (MAR 2014) compuesto por los siguientes pasos:

Paso 1. Selección de los expertos.

Paso 2. Identificación de los criterios a valorar.

Paso 3. Determinación de la importancia de cada uno de los criterios a valorar.

Paso 4. Determinación del Índice de Prioridad.

A continuación, se expone cómo se realizan cada uno de estos pasos:

### 1. Selección de los expertos:

Deben ser seleccionados considerándose las especialidades implicadas en la problemática, así como la representatividad de las diferentes instituciones, organismos o departamentos encargados de tomar las decisiones.

Los expertos han de ser personas con un grado de conocimiento e implicación en el problema y no han de tener ninguna motivación política o económica que pueda condicionar su propia libertad de opinión (CRUZ 2012), (MAR *et al.* 2015b). Los mismos deben ser representativos de todos los segmentos posibles referidos a: procesos diferentes, áreas de interés, profesiones o cualquier otra variable que los identifique. Se debe tener en cuenta que el número de expertos debe estar entre 7 y 13 y se recomienda que sea un número impar. Por lo que si el número de expertos no cumple las especificaciones anteriores se debe realizar un ajuste (BARROSO 2003), (SALINA 2004).

## 2. Identificación de los criterios a valorar:

La selección de los criterios a valorar se basa en una lluvia de ideas con los expertos seleccionados los cuales conformarían el número de criterios valorativos (FILEV and YAGER 1998), (MAR *et al.* 2015a) para lo cual se pide que cada experto proponga un criterio a evaluar. De modo que se cumpla que:

$$E_i = [C_1 \dots C_n] \quad (1)$$

Donde:

$E$ : son los expertos que participan en el proceso.

$C$ : son la cantidad de criterios propuestos por los expertos.

## 3. Determinación de la importancia de cada uno de los criterios a valorar:

Adquiere importancia la actividad del analista o especialista y el grupo de expertos, ya que el analista debe ser capaz de obtener información racional de los expertos respecto a sus preferencias (GONZÁLEZ 2013), (GLYKAS 2010).

Para el autor se entenderá por importancia  $W$  el valor que se le atribuye a la evaluación de un criterio con respecto al resto de los criterios. Uno de los principales aspectos en el análisis de los problemas, es conocer cuál es el criterio más importante y cuánto más. Los pesos se determinarán a través de las valoraciones de los expertos. Estos podrán expresar sus preferencias de dos formas: a través de un valor cuantitativo o a través de la comparación entre los criterios (MAR *et al.* 2015b).

Cuando los expertos emiten sus valoraciones respecto a los criterios, si dos criterios tienen igual valoración indica que ambos criterios son igualmente importantes y si un criterio tiene mayor valor que otro significa que este primero es más importante (LEYVA and ROSADO 2012), (SALMERON 2009). Más de un criterio puede tener el mismo valor, el valor cero para algún criterio indica la no importancia del criterio, mientras que el valor más alto indica la máxima importancia para ese criterio.

Los valores de los pesos deben cumplir las siguientes condiciones:

$$0 \leq W_j \leq 1 \quad \text{y} \quad \sum_{j=1}^m W_j = 1 \quad (2)$$

Donde:

$W$ : representa el vector de importancia atribuido a la evaluación de un criterio.

$j$ : representa el puntero de desplazamiento en la selección de un criterio dentro de la función sumatoria.

$m$ : representa el límite de criterios a analizar en la función sumatoria.

A cada experto se le pide que emita su opinión acerca de la importancia que tiene cada indicador con relación a los demás para el proyecto a evaluar (LIN and LEE 2002). La sumatoria de estos valores relativos debe ser igual a 100.

*EP*: Función promedio mediante la cual es obtenido el valor relativo de cada criterio.

$$EP = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{E} \quad (3)$$

Donde:

$W_i$ : representa el peso de los vectores de peso atribuido a un criterio.

*E*: cantidad de expertos que participa en el proceso.

El valor relativo de cada criterio se obtiene a través de la sumatoria de los valores otorgados por los expertos en cada criterio entre la cantidad de expertos que participan en la actividad. El peso *P* de los criterios se determina con la expresión:

$$P = \frac{EP}{100} \quad (4)$$

Donde:

*P*: Peso absoluto.

*EP*: Media aritmética de los valores por cada criterio.

#### 4. Determinación del Nivel de Prioridad (NP) para la atención a reportes:

Para la determinación del NP los autores proponen la aplicación del método suma ponderada (YAGER 1988), (KISHOR *et al.* 2014) con la expresión:

$$NP = \sum_{i=1}^n P_i C p_i \quad (5)$$

Donde:

*NP*: Nivel de prioridad

*P*: peso absoluto (se obtienen en el paso 3)

*Cp*: Representa los valores numéricos correspondidos a la preferencia otorgada para cada indicador.

Teniéndose el resultado del NP se utiliza la escala definida por Sánchez (SÁNCHEZ 2012) en la Tabla 1 haciendo corresponder los valores de control con el estado de la organización.

Tabla 1: Rango para evaluar NP

Rango de NP	Nivel de prioridad
$0.7 < NP$	Alta prioridad
$0.5 < NP < 0.7$	Medio nivel de prioridad
$0.3 < NP < 0.5$	Bajo nivel de prioridad
$NP < 0.3$	Insuficiente nivel de prioridad

## Resultados y discusión

Caso de estudio “Departamento Tecnológico Facultad 6”: La Facultad 6 cuenta con cinco Departamentos docentes donde cuatro se encargan de la gestión académica y uno de los procesos de soportes. Para la aplicación práctica de la propuesta se tomó como campo de acción el departamento tecnológico de la Facultad 6.

Paso 1. Selección de los expertos:

Para la selección de los expertos se define que el área del conocimiento en la que se enmarcan sus competencias sean las de: “Dirección” con dominio en los siguientes temas:

- Gestión Empresarial.
- Dirección.
- Calidad de procesos.
- Gestión Tecnológica.
- Alta experiencia demostrada.
- Diversidad de instituciones.

Después de identificar los posibles candidatos se realizó una selección de 9 candidatos según la apreciación de los autores sobre la base de los criterios valorativos antes expuestos.

Paso 2. Identificación de los criterios a valorar:

Para la identificación de los criterios valorativos, se utilizó el método de la lluvia de ideas, donde se propone a los expertos que emitan un criterio o grupo de criterios que a su entender sean los elementos claves para la priorización sobre la atención a reportes.

Se identificaron cinco criterios valorativos los cuales se relacionan a continuación:

1. *Integridad del medio*: Se define integridad de un medio o dispositivo a propiedad de poder identificar el estado físico del medio en cuestión, se considera que un medio donde no es posible identificar si esta averiado o hurtado requiere mayor prioridad de atención que otros casos donde si es posible su identificación.
2. *Impacto en la organización*: Se define por impacto a la afectación que provoca el medio fuera de servicio para la gestión del área implicada.
3. *Tiempo de explotación*: Se define por tiempo de explotación al consumo de vida útil del medio donde es necesario su priorización para combatir la obsolescencia tecnológica.
4. *Impacto en la seguridad del medio*: Se define como la afectación que puede tener un equipo debido a un ataque interno o externo que implique dejar fuera de servicio el medio que ha sido vulnerable al mismo, siendo violados los principios que rigen la seguridad informática en el área.
5. *Labores de mantenimiento*: Se definen como las acciones de mantenimiento y soporte planificadas regularmente para los medios y equipo de cada área.

Paso 3. Determinación de la importancia y peso de cada uno de los criterios a valorar:

Se entenderá por valor relativo a la importancia que se le atribuye a la evaluación de un criterio con respecto al resto de los criterios. Para ello se encuesta a cada experto pidiendo que emita su opinión acerca de la importancia que tiene cada criterio con relación al resto de los criterios. Se especifica que la sumatoria de estos valores relativos debe ser igual a 100.

La Tabla 2 visualiza el resultado de la encuesta realizada a los expertos donde es posible determinar el peso de cada criterio.

Tabla 2: Asignación de peso a los indicadores

C/E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	$\sum_{i=1}^9 E_i$
<b>C1</b>	26	24	22	22	25	26	24	22	26	217
<b>C2</b>	24	26	28	27	25	26	23	26	23	228
<b>C3</b>	12	10	14	13	13	11	8	13	11	105
<b>C4</b>	12	12	12	14	10	12	15	12	12	111
<b>C5</b>	26	28	24	24	27	25	30	27	28	239

Se verifica la concordancia de los expertos para lo cual se calcula el coeficiente de concordancia de Kendall K.

$$K = \frac{S}{\frac{E^2(E^3 - C)}{C}} \quad (6)$$

Donde:

$$S = \sum \left( \sum_{i=1}^9 E_i - \frac{\sum \sum_{i=1}^9 E}{C} \right)^2 \quad (7)$$

Mediante la Tabla 3 es posible visualizar el despeje de los valores para obtener S.

Tabla 3: Determinación de S

	$\frac{\sum_{i=1}^9 E_i}{10}$	$\frac{\sum_{i=1}^9 E_i}{E}$	$\frac{\sum_{i=1}^9 E_i}{E}$	$\sum_{i=1}^9 E_i - \frac{\sum \sum_{i=1}^9 E}{C}$	$\left( \sum_{i=1}^9 E_i - \frac{\sum \sum_{i=1}^9 E}{C} \right)^2$
<b>C1</b>	21,7		4,34	3,7	13,69
<b>C2</b>	22,8		4,56	4,8	23,04
<b>C3</b>	10,5		2,1	-7,5	56,25
<b>C4</b>	11,1		2,22	-6,9	47,61
<b>C5</b>	23,9		4,78	5,9	34,81
$S = \sum \left( \sum_{i=1}^9 E_i - \frac{\sum \sum_{i=1}^9 E}{C} \right)^2$					175,4

Se calcula el Chi cuadrado real, sabiendo el valor del coeficiente de concordancia de Kendall:

$$X^2 = E(C - 1)K \quad (8)$$

Tabla 4: Determinación de la concordancia de los expertos.

S	E <sup>2</sup>	C <sup>3</sup> - C	E <sup>2</sup> (C <sup>3</sup> -C)	E <sup>2</sup> (C <sup>3</sup> -C)/C	K	X <sup>2</sup>
175,4	81	120	9720	1944	0,09	3,25

Donde:

$$K = S / (E^2 (C^3-C)/C) \text{ y } X^2 = E * (C - 1) * W \quad (9)$$

Se compara el Chi cuadrado real calculado con el que se obtiene de una Tabla de Distribución Chi Cuadrado, se toma  $1 - \alpha = 0.95$  donde  $\alpha = 0.05$  es el error permisible.

Si se cumple que el  $X^2$  real  $< X^2(\alpha, c-1)$  puede decirse que existe concordancia en el trabajo de los expertos (PÉREZ 2014).

Según el resultado del cálculo en la tabla anterior:  $3.07 < 3.25$  por tanto, existe concordancia entre los expertos.

Definición del peso relativo de los criterios.

Posteriormente se identifica el peso relativo (P) de cada criterio y se calcula el Índice del peso relativo de cada criterio, la Tabla 5 visualiza el cálculo del peso relativo de cada criterio, se define partiendo de la evaluación expresada a través de la siguiente expresión:

$$P = \frac{EP_n}{100} \quad (10)$$

P: peso relativo

EPn: valor de la media aritmética en los criterios apuntado por n.

Tabla 5: Determinación del peso relativo de los criterios

C/E	$\Sigma E$	EP	P
C1	217	21,7	0,217
C2	228	22,8	0,228
C3	105	10,5	0,105
C4	111	11,1	0,111
C5	239	23,9	0,239

Paso 4. Determinación del índice de Prioridad:

A medida que se vayan generando los reportes de afectaciones, se van recepcionando y determinando qué criterio cumple cada alternativa. Se entiende que para cada alternativa las preferencias CP en el momento de generar los reportes son = 1. A continuación se relaciona un conjunto de reportes a los que le fueron aplicados el método propuesto. Cada criterio que sea adicionado al reporte determina el comportamiento final de la atención generada al reporte.

Reporte 1: cumple con los criterios C1, C2, C3 obteniendo un valor de 0,55 IP.

Reporte 2: cumple con los criterios C1, C3, C4 obteniendo un valor de 0,433IP.

Reporte 3: cumple con los criterios C2, C3, C5 obteniendo un valor de 0,572 IP.

Reporte 4: cumple con los criterios C2, C4, C5 obteniendo un valor de 0,578 IP.

Reporte 5: cumple con los criterios C3, C4, C5 obteniendo un valor de 0,455 IP.

Realizando un análisis sobre los valores obtenidos sobre la aplicación práctica de la propuesta en el grupo de reportes antes expuesto, es posible identificar un rating a los indicadores quedando organizado como: Reporte 4, Reporte 3, Reporte 1, Reporte 2. Si se ubican en la Tabla 1 se puede determinar que los reportes 1, 3, 4 poseen un nivel medio de prioridad para su atención y los reportes 2 y 5 poseen un nivel bajo de prioridad para su atención.

## Conclusiones

Para que una organización logre priorizar la atención a los servicios técnicos, requiere de la implementación de mecanismos que faciliten determinar su incidencia.

Con la creación de un procedimiento que aplique técnicas multicriterios para medir el impacto de los indicadores en un proceso de atención a servicios técnicos, es posible determinar el nivel de prioridad de atención a reportes.

Mediante la aplicación práctica de la propuesta presentada en el caso de estudio “Departamento Tecnológico Facultad6”, se pudo evidenciar que es posible contar con un procedimiento capaz de priorizar la solicitud de atención a servicios técnicos donde se puede enfocar la toma de decisiones hacia dicha dirección.

## Referencias

1. ACOSTA, M. Revisión de técnicas de análisis de decisión multicriterio (múltiple criteria decisión analysis – MCDA) como soporte a problemas complejos: pronósticos de demanda Revista Científica Guillermo de Ockham, 2009, Vol.7(No.2): 91-110.
2. BARROSO, H. Técnicas matemáticas para la obtención del consenso grupal en la toma de decisiones, 2003.  
CRUZ, M. Perfeccionamiento de un instrumento para la selección de expertos en las investigaciones educativas. REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 2012, Vol.14(No.2): pp. 167-179.
3. FILEV, D. and R. YAGER On the issue of obtaining OWA operator weights Fuzzy Sets and. Systems., 1998, Vol. 94(No. 2): 157-169.
4. GLYKAS, M. Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications Secaucus, NJ, USA. Springer Verlag, 2010.

5. GONZÁLEZ, J. Propuesta de algoritmo de clasificación genética RCI, 2013, Vol. 4 (No.2): 37-42.
- KISHOR, A.; A. K. SINGH, et al. Orness Measure of OWA Operators: A New Approach Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 2014, 22(4): 1039-1045.
6. LEYVA, M. and R. ROSADO Modelado y análisis de los factores críticos de éxito de los proyectos de software mediante mapas cognitivos difusos Ciencias de la Información, 2012, Vol. 43 (No. 2): 41-46.
- LIN, C. and C. LEE Neuralnetwork- based fuzzy logic control and decision system. IEEE, 2002, Vol.40: pp. 1320-1336.
7. MAR, O. Procedimiento para determinar el índice de control organizacional Revista Infociencia, 2014, Vol.18(No.2).
8. MAR, O.; M. LEYVA, et al. Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias Ciencias de la Información, 2015a, Vol. 46(No. 2): pp. 17 - 22.
9. MAR, O.; Y. ZULUETA, et al. Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño RCCI, 2015b, Vol.9(No.4): 16-29.
10. PÉREZ, K. Modelo de proceso de logro de consenso en mapas cognitivos difusos para la toma de decisiones en grupo. UCI, 2014. p.
11. ROMERO, B. Panorámica actual de la decisión multicriterio discreta INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, 1987, vol. 11(2), 279-308. ISSN 0210-1521.
12. SALINA, G. Procedimiento multicriterio multiexperto para la toma de decisiones empresariales RII, 2004, Vol XXXIII, No I. ISSN:1815-5936.
13. SALMERON, J. Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors Knowledge-Based Systems, 2009, Vol.22 (No.4): 275-278.
14. SÁNCHEZ, K. Método para evaluar proyectos informáticos y establecer un orden de prioridad que ayude a la toma de decisiones, [En línea]. 2012. [Disponible en: <http://semanatecnologica.fordes.co.cu/ocs-2.3.2/public/site/246.pdf>
15. YAGER, R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on, 1988, Vol. 18 (No. 1 ): 183-190.