

# **Propuesta de Método para la Evaluación de Candidatos en un Proceso de Selección de Personal**

**Ing. Lizandra Arza Pérez**

Centro Nacional de Calidad de Software (CALISOFT), Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños KM 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. [lizandra@uci.cu](mailto:lizandra@uci.cu)

**Dr.C. Edistio Y. Verdecia Martínez**

Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños KM 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. [edistioyoel@uci.cu](mailto:edistioyoel@uci.cu).

**Dr. C. José Lavandero García**

Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños KM 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. [lavandero@uci.cu](mailto:lavandero@uci.cu).

## **RESUMEN**

El proceso de selección de personal reviste especial importancia dentro de la gestión de recursos humanos, dado que a partir de esta definición se realizan el resto de los procesos relacionados con el desarrollo, evaluación y remuneración del candidato. De un estudio realizado se caracteriza como un proceso en el cual está presente un alto nivel de incertidumbre, dado fundamentalmente por la participación del juicio humano en las decisiones y criterios que durante él se forman. El empleo de métodos de toma de decisión integrados a la lógica borrosa es una tendencia en las últimas décadas para dar solución a este problema. Los métodos estudiados parten de una evaluación de los candidatos y puestos de trabajo en los mismos términos, siendo esta una situación que no es real, además de que no permite el uso de toda la información disponible del candidato para su selección. Se propone en este trabajo un método que permite la evaluación de los candidatos en un puesto de trabajo a partir de información que sobre él se tiene, brindándose las funciones matemáticas y los pasos necesarios para ello.

**Palabras Claves:** Lógica borrosa, Selección de personal, Evaluación de candidatos

## **Proposed Method for the Evaluation of Candidates in Personnel Selection Process**

### **ABSTRACT**

The recruitment process is particularly important in the management of human resources, since from this definition are held on the rest of the processes involved in the development, evaluation and compensation of the candidate. In a study can be characterized as a process in which present a high level of uncertainty, given mainly by the participation of human judgment in the decisions and criteria for which are formed. The use of methods of integrated decision making fuzzy logic is a trend in recent decades to solve this problem. The methods studied are based on an assessment of the candidates and put on the same terms, this being a situation that is not real, plus it does not allow the use of available all information of candidate for selection. It is proposed in this paper a method for evaluating candidates in a job based on information have about him, offering mathematical functions and steps required to do so.

**Key Words:** Fuzzy logic, Personnel Selection, Evaluation of candidates.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Industria de Software y Servicios Informáticos (ISWSI) se considera entre las industrias cuya base es la producción intelectual, las aplicaciones informáticas son producto del conocimiento de las personas que intervienen en su desarrollo, aunque para su creación y uso se necesita de equipamientos tecnológicos. Desarrollar una aplicación es un proceso de aprendizaje iterativo, y el resultado es el conjunto de software reunido, depurado y organizado mientras se desarrolla el proceso (Pressman 2001).

Varios autores entre los que se encuentran (Boehm et. al. 2000; IEEE 2004; Pressman 2004; Acuña et. al. 2008) en sus trabajos reconocen la importancia de los recursos humanos para el proceso de desarrollo de software, (Pressman 2001) establece como elementos claves para lograr una eficaz gestión de proyectos de software las personas, el producto, el proceso y el proyecto, siendo este orden intencional, demostrando la importancia de los recursos humanos en esta industria.

Cobra entonces especial importancia en esta industria la selección del personal que ocupará cada uno de los roles en un equipo de desarrollo de software. El proceso de selección parte de una evaluación de los candidatos con respecto a cada uno de los puestos de trabajos, de ahí que este proceso de evaluación sea una actividad fundamental en la obtención de criterios para tomar la decisión final de la ubicación en el rol profesional o puesto de trabajo.

Es importante para definir acciones en función de lograr una adecuada evaluación de los candidatos y por consiguiente los criterios necesarios para decidir su ubicación, estudiar las definiciones de selección de personal y las actividades que dentro de este proceso se realizan. Una revisión de las tendencias en el tratamiento de este problema es importante para establecer definiciones acertadas en su aplicación.

## 2. LA SELECCIÓN DE PERSONAL

La selección de personal es uno de los procesos que se plantea realizar dentro de la Gestión de Recursos Humanos (GRH) (Martilla et. al. 1977; Arias 1979; Rul et al 1996; Wayne 1997; Chiavenato 1998; Chiavenato 2002; Wayne 2005; Puchol 2007; Pino et al 2008; Williamson et al. 2008; Jofre 2010), que es el área que define todos los procesos y actividades relacionados con la gestión del personal en una organización.

Sobre el término selección de personal se revisaron varias definiciones, el autor (Chiavenato 2002) realiza un estudio de algunos de los conceptos que se han dado por diferentes autores y además se revisaron otras definiciones para obtener una mejor regularidad de los criterios que más se tienen en cuenta en la definición de selección de personal.

Del análisis realizado se pueden señalar varios aspectos relevantes o que de una manera u otra están presentes en la mayoría de estas definiciones. En cuanto a la naturaleza del proceso de selección, muchos autores establecen que es un proceso de decisión y un proceso de comparación:

- Es un proceso de decisión (Mee 1958; Biles et. al. 1986; Gil et al 1993; Rul et al 1996; Chiavenato 2002; Alles 2006; Pino et al 2008): Algunos autores empleando el término selección, elección o decisión, establecen que este es un proceso en cual los responsables deciden el candidato que ocupará el puesto de trabajo, siempre en los procesos de selección está el elemento de decisión.
- Es un proceso de comparación (Mee 1958; Biles et. al. 1986; Gil et al 1993; Rul et al 1996; Chiavenato 2002; Alles 2006; Pino et al 2008): Establecen este proceso como un proceso de comparación de las exigencias del puesto, lo que se quiere obtener y las características de los candidatos que optan por el puesto, estableciendo que de esta comparación se obtienen criterios para la decisión final.

En algunas definiciones se llega un poco más allá, especificando los medios mediante los cuales se puede obtener la información para la ejecución del proceso de selección de personal:

- Empleando técnicas de selección (Chiavenato 2002): aunque solo un autor lo incluye en la definición se considera importante el empleo de estas técnicas en el proceso, siendo señalado por otros autores pero como parte de las actividades a realizar.

- Empleo de los perfiles (Gil et al 1993; Alles 2006; Pino et al 2008): estos autores en la propia definición dejan explícito el empleo de perfiles para establecer las características del puesto de trabajo a ocupar, siendo esta una herramienta de fácil manejo y que permite sintetizar y representar claramente lo que se quiere.
- Empleando medidas o criterios (Biles et. al. 1986; Gil et al 1993; Chiavenato 2002; Alles 2006): la evaluación de los candidatos se puede obtener mediante criterios o medidas que se utilizan para la comparación con las características del puesto de trabajo, esto queda explícito en las definiciones dadas por los autores citados.

Es importante el análisis de las diferentes tendencias en el tratamiento y ejecución del proceso de selección de personal en las empresas, es por ello que se revisaron los planteamientos de varios autores (Arias 1979; Rul et al 1996; Chiavenato 2002; Wayne 2005; Alles 2006; Puchol 2007; Pino et al 2008; Williamson et al. 2008). Todos ellos coinciden en partir de la información respecto a la necesidad de las plazas o puestos a cubrir, en cantidad, definiendo además, para cada uno de ellos cuáles son las responsabilidades, tareas asociadas, conocimientos y otros elementos que definen los criterios a buscar en cada candidato para tomar la decisión final. Se pueden resumir las actividades propuestas por varios autores las siguientes:

- Describir las características del puesto de trabajo que se somete al proceso de selección de personal (Gil et al 1993; Chiavenato 2002; Alles 2006; Puchol 2007).
- Reclutamiento de los candidatos (Gil et al 1993; Chiavenato 2002; Alles 2006; Puchol 2007).
- Elaborar solicitud y formularios iniciales del candidato (Gil et al 1993; Rul et al 1996; Chiavenato 2002; Wayne 2005; Alles 2006; Puchol 2007).
- Recopilar la información de candidato (Chiavenato 2002).
- Aplicar las técnicas de selección del personal (Gil et al 1993; Rul et al 1996; Chiavenato 2002; Wayne 2005; Alles 2006; Puchol 2007).
- Evaluar y clasificar a los candidatos (Gil et al 1993)
- Tomar la decisión (Rul et al 1996; Chiavenato 2002; Wayne 2005; Alles 2006; Puchol 2007; Pino et al 2008)
- Informar a los candidatos el resultado del proceso (Chiavenato 2002)

En todas estas actividades tiene un importante papel el juicio humano, y en la propia definición de selección de personal se presenta el carácter comparativo y la decisión en función de los criterios, todas estas actividades desarrolladas por personas. Esto brinda un marco satisfactorio para la representación matemática y el tratamiento de este problema mediante la teoría de la decisión, teniendo en cuenta la incertidumbre que caracteriza este proceso.

El autor (Gil et al 1993) plantea un análisis de la evolución del tratamiento de los problemas de decisión en la empresa, problemas que exigen la toma de decisiones donde los objetivos a alcanzar, las limitaciones que se presentan y las consecuencias para cada alternativa aparecen de manera imprecisa. Con el objetivo de cuantificar esta imprecisión se ha utilizado la teoría de la probabilidad, la teoría de la decisión y, en los últimos años, se ha definido un nuevo marco decisional en la empresa, que pasa de la aleatoriedad a la incertidumbre, haciendo uso de la teoría de conjuntos borrosos y otras técnicas de inteligencia artificial para problemas en esta área.

## **2.1 ESTUDIO DE LAS TENDENCIAS EN LA SELECCIÓN DE PERSONAL**

La utilización de métodos matemáticos, la aplicación de métodos para la toma de decisión y de técnicas de inteligencia artificial a la gestión de las empresas y dentro de ellas de los recursos humanos se ha estado desarrollando desde hace varias décadas.

Los autores (López et. al. 1996; Caballero et. al. 2005; Canós 2006; Canós et. al. 2007; Canós et. al. 2008; Rodríguez 2008; André et. al. 2010) hacen el análisis y plantean el problema de la selección de personal a partir de la definición de las características o perfil del puesto de trabajo y las valoraciones de los candidatos que optan por él. Algunos hablan de competencias (López et. al. 1996; Canós 2006; Canós et. al. 2007; Canós et. al. 2008; André et. al. 2010; Infante et al 2011), otros de tareas que se deben cumplir y el desempeño de los candidatos en las mismas (Caballero et. al 2003; Caballero et. al. 2005), considerándose el empleo del término competencias como el más adecuado, además es sobre este término que se establece la definición de selección de personal para esta investigación.

Autores como (López et. al. 1996; André et. al. 2010) además de tener en cuenta las competencias para los puestos de trabajo, incluyen elementos relacionados con la conformación de equipos de trabajo, de manera que influyen también como criterios en la decisión las relaciones entre candidatos y las relaciones entre los puestos de trabajo.

El empleo de métodos matemáticos se puede diferenciar de acuerdo al tratamiento de la incertidumbre que pueda existir, es por ello que entre los trabajos estudiados se encuentran algunos, aunque muy pocos, que emplean métodos determinísticos y otro, la mayoría que emplean técnicas de inteligencia artificial siempre utilizando elementos de la teoría de conjuntos borrosos.

Hay un grupo de trabajos que se destacan por proponer modelos matemáticos determinísticos, generalmente basados en una estrategia de optimización. Los autores (André et. al. 2010) proponen un modelo flexible que tiene en cuenta las características personales del candidato, pero además incluye elementos de conformación del equipo. Tiene como objetivos la optimización de 3 funciones: maximizar la competencia, minimizar las incompatibilidades del equipo y balancear la carga de trabajo, para estas funciones establece un grupo de restricciones. Este no se considera un tratamiento real del problema, no introduce la incertidumbre presente en él.

La teoría de los conjuntos borrosos ha sido aplicada a los procesos de gestión de recursos humanos por varios autores. Esta técnica facilita abordar los problemas de decisión en los que existe imprecisión y ausencia de criterios claramente definidos (Gil et al 1993). Las propuestas de (Canós 2006; Canós et. al. 2007; Canós et. al. 2008) se basan en el grupo de competencias que se define deben cumplir los candidatos para cubrir el puesto, las valoraciones de las competencias las hace utilizando funciones multivaluadas, utilizando para ello la teoría de los conjuntos borrosos. Para el ordenamiento de los candidatos utiliza la comparación con un candidato ideal, empleando métodos de distancia.

Esta técnica es la más generalizada, aunque mayormente se emplea en combinación con otras técnicas de la inteligencia artificial o métodos de toma de decisión. En este sentido destacan varios trabajos que proponen modelo basados en métodos de toma de decisión integrados a la lógica borrosa, el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) (Maurtua 2006; Rodríguez 2008; Huang, Chiu et al. 2009; Büyüközkan 2011), el método TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) (Dejiang 2009; Kelemenis and Askounis 2009; Kelemenis 2010; Krohling 2011) y el método PROMETHEE ((Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) (Chen-Tung, Yuan-Chu et al. 2009).

El AHP es un método de decisión multicriterio que permite la estructuración del problema jerarquizando los distintos criterios que intervienen en él y relacionando estos con las diferentes alternativas (Saaty 1977). El TOPSIS (Kelemenis 2010) es un modelo de decisión que permite ordenar las preferencias según su similitud a una solución ideal positiva y lejanía de una solución ideal negativa, conjugando la proximidad y la lejanía propone métodos para ordenar las preferencias. Los métodos PROMETHEE (Brans et. al. 1984) como técnica de decisión multicriterio, trata de establecer, mediante la evaluación en función de un grupo de criterios, una ordenación jerarquizada en el conjunto de alternativas. La principal idea que subyace en su filosofía, consiste en enriquecer la relación de dominio existente entre las distintas alternativas.

Todos estos métodos ofrecen mecanismos y técnicas a partir de las cuales se puede establecer un orden entre los candidatos, y de esta manera brindar los criterios para la toma de decisión en la ubicación final en el puesto de trabajo. La deficiencia que encontramos en estos métodos es que parten de tener a los candidatos evaluados en los mismos términos y características en los que están definidas las necesidades de los puestos de trabajo, siendo este un comportamiento que no siempre se tiene en el proceso de selección de personal, por ejemplo cuando se quiere asignar un puesto de trabajo a un egresado de la universidad, que la información con que se cuenta son por ejemplo sus resultados académicos.

De ahí que esta investigación y la propuesta están centradas en un método que permita utilizar la información que se tiene de los candidatos y transformarla en evaluación del candidato en cada el puesto de trabajo.

### 3. PROPUESTA DE MODELO PARA LA SELECCIÓN

Se parte del planteamiento del problema a resolver, se debe seleccionar el candidato más adecuado para cada puesto de trabajo, para lo cual se tiene un conjunto de candidatos  $C = (C_1, C_2, \dots, C_m)$   $m > 0$  de los que se conoce un grupo de atributos que los caracteriza  $C_j = \{ac_{j,1}, ac_{j,2}, \dots, ac_{j,p}\}$   $p > 0$ , cada uno de estos atributos pertenece a un dominio que no necesariamente es el mismo,  $ac \in \mathbb{C}$  siendo el dominio de todos los atributos el resultado del producto cartesiano de cada uno de los dominios  $\mathbb{C} = \mathbb{C}_1 \times \mathbb{C}_2 \times \dots \times \mathbb{C}_p$ .

Se tiene por otro lado un grupo de puestos de trabajo en los cuales se deben ubicar los candidatos, denotando el conjunto de los puestos de trabajo como  $R = (R_1, R_2, \dots, R_n)$   $n > 0$  de los que se define un grupo de atributos que representan las necesidades para su cubrimiento, se caracteriza un puesto de trabajo como  $R_i = \{ar_{i,1}, ar_{i,2}, \dots, ar_{i,q}\}$   $q > 0$ , cada uno de estos atributos está definido sobre un dominio  $ar \in \mathbb{Q}$  siendo el dominio de todos los atributos el resultado del producto cartesiano de cada uno de los dominios  $\mathbb{Q} = \mathbb{Q}_1 \times \mathbb{Q}_2 \times \dots \times \mathbb{Q}_q$ .

Un primer paso es la transformación de todos los atributos del candidato a un mismo dominio, para lo cual se recomienda transformar a un valor lingüístico en un intervalo [0,1], se define la variable lingüística de entrada utilizando conjunto de 5 etiquetas lingüísticas y números borrosos triangulares asociados a ellos, tal como se muestra a continuación:

- No Evaluado (0,0,0.2)
- Mal (0.2,0.4,0.6)
- Regular (0.4,0.6,0.8)
- Bien (0.6,0.8,1)
- Excelente (0.8,1,1)

La transformación del valor real del atributo a la etiqueta se realiza utilizando la división por el mayor valor posible y el valor resultante asociándolo a la etiqueta donde es mayor su grado de pertenencia:

$$\mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C} [0; 1]$$

$$Vnac_j = \frac{Vac_j}{V_{max}ac_j} \quad (1)$$

Se tiene entonces dos conjuntos borrosos, uno que caracteriza al candidato y otro que caracteriza al puesto de trabajo y se desea obtener la evaluación de cada candidato en cada puesto de trabajo a partir de la información o atributos que de ellos ya se conoce:

$$\widetilde{C}_j = \{\widetilde{ac}_{j,1}, \widetilde{ac}_{j,2}, \dots, \widetilde{ac}_{j,p}\} \neq \widetilde{R}_i = \{\widetilde{ar}_{i,1}, \widetilde{ar}_{i,2}, \dots, \widetilde{ar}_{i,q}\}$$

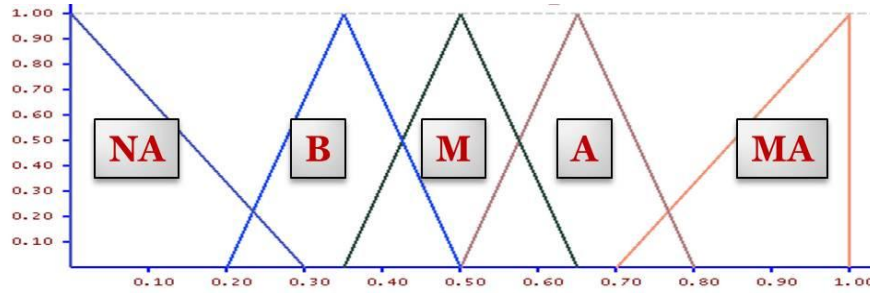
Para realizar esta transformación es necesario establecer cuál es la correspondencia que existe entre los atributos que caracterizan al candidato y los atributos que caracterizan al rol, para ello se sugiere la utilización del método Delphi para procesar la información de los expertos respecto a esta relación. Para el caso específico de esta propuesta se define la utilización del método Fuzzy Delphi, que permite el procesamiento de la información de los expertos a partir de su expresión en términos lingüísticos.

De la aplicación de este método se obtiene una matriz de aporte como la siguiente:

**Tabla 1: Matriz de aporte atributos del candidato / atributos del puesto (2)**

PUESTO i	CANDIDATO			
	ac <sub>1</sub>	ac <sub>2</sub>	...	ac <sub>p</sub>
ar <sub>i,1</sub>			...	
ar <sub>i,2</sub>			....	
...	...	....	....	....
ar <sub>i,q</sub>			...	

El aporte de cada atributo del candidato sobre los atributos del puesto está expresado en un término lingüístico con un número borroso triangular asociado, utilizando el conjunto de etiquetas que se muestra en la siguiente gráfica:



**Figura 1: Variable lingüística Nivel de Aporte**

Una vez definida la relación entre estos atributos se define una función de transformación de un dominio a otro:

$$f_{r_i}: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{Q}_i$$

$$f_{r_i}(\mathbb{C}_j) = \widetilde{\mathbb{R}}_i$$

$$f_{r_i}(\widetilde{ac}_{j,1}, \widetilde{ac}_{j,2}, \dots, \widetilde{ac}_{j,p}) = (\widetilde{ar}_{j,i,1}, \widetilde{ar}_{j,i,2}, \dots, \widetilde{ar}_{j,i,q})$$

Para definir esta función se utiliza un operador de agregación, en este caso una media ponderada, teniendo en cuenta que este operador agrega la información incorporando el elemento de la importancia o aporte del criterio, es de fácil uso y se puede obtener con él el resultado adecuado para este problema:

$$\widetilde{ar}_{j,i,q} = g_{j,i,q}(\widetilde{ac}_{j,1}, \widetilde{ac}_{j,2}, \dots, \widetilde{ac}_{j,p}) \quad (3)$$

$$g_{j,i,q}(\mathbb{C}_j) = \frac{1}{CAR(r_{iq})} \sum_{p=1}^n (Vn(\widetilde{ac}_{jp}) \times \widetilde{Na}_{iq,p}) \quad (4)$$

Donde:

$CAR(r_i)$ - Cantidad de atributos relevantes del candidato sobre el atributo  $q$  del puesto  $i$

$Vn(\widetilde{ac}_{jp})$  - Valor del atributo  $p$  del estudiante  $j$

$\widetilde{Na}_{iq,p}$ - Nivel de Aporte del atributo  $p$  sobre el atributo  $q$  del puesto  $i$

De esta forma se integra la información que se tiene de los candidatos con el objetivo de obtener su evaluación en cada uno de los puestos de trabajo, a partir de este resultado se pueden aplicar cualesquiera de los métodos mencionados para ordenar los candidatos respecto a los puestos de trabajo y realizar la selección final.

Como un resultado que da valor agregado a esta propuesta se tiene la evaluación del candidato en cada una de las competencias o atributos del puesto, de manera que puede ser posible desarrollar un plan de formación adecuado una vez ubicado en el puesto de trabajo.

Se puede resumir el algoritmo del método propuesto en los siguientes pasos:

**Paso 1:** Definir los atributos del candidato y del puesto de trabajo. Caracterizando el candidato y el puesto.

**Paso 2:** Recopilar la información de la evaluación del candidato en sus atributos y la información de los niveles deseados de cada competencia del puesto.

**Paso 3:** Transformar los atributos del candidato al dominio de la variable lingüística de entrada según (1)

**Paso 4:** Determinar el nivel de aporte de los atributos del candidato sobre los atributos del rol utilizando método Fuzzy Delphi. Obtener la matriz de aporte (2)

**Paso 5:** Evaluar al candidato en cada puesto mediante la transformación utilizando las ecuaciones (3) y (4).

#### 4. APLICACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO

Se desea evaluar a 3 candidatos para 1 puesto de trabajo, siguiendo los pasos definidos en la propuesta se obtiene:

**Paso 1:** Definir los atributos del candidato y del puesto de trabajo. Caracterizando el candidato y el puesto.

Los atributos que se definen del candidato son:

$ac_1$  – Asignatura Fundamentos de la Programación

$ac_2$  – Asignatura Algoritmo y Complejidad

$ac_3$  – Asignatura Sistemas de Base de Datos

$ac_4$  – Asignatura Ingeniería de Software.

Los atributos del puesto de trabajo son:

$ar_1$  – Elaborar código funcional a partir de la codificación y el diseño de algoritmos garantizando el cumplimiento de los requerimientos del problema.

$ar_2$  – Utilizar correctamente las facilidades y herramientas de los lenguajes de programación de acuerdo a las necesidades de la aplicación o sistema a desarrollar.

$ar_3$  – Utilizar de forma correcta los diferentes patrones de acuerdo a las necesidades de la aplicación o sistema a desarrollar.

$ar_4$  – Manipular las diferentes funcionalidades de las herramientas utilizadas en el proceso de programación logrando una mayor eficiencia en su labor.

$ar_5$  – Utilizar el lenguaje SQL estándar (u otra forma de hacer persistente los datos) para garantizar el adecuado tratamiento de los datos.

**Paso 2:** Recopilar la información de la evaluación del candidato en sus atributos y la información de los niveles deseados de cada competencia del puesto.

Se tienen las siguientes evaluaciones de los candidatos para cada uno de sus atributos:

**Tabla 2: Evaluación de los candidatos en cada atributo**

$$\begin{bmatrix} 3 & 5 & 3 & 3 \\ 3 & 4 & 5 & 5 \\ 4 & 3 & 3 & 5 \end{bmatrix}$$

**Paso 3:** Transformar los atributos del candidato al dominio de la variable lingüística de entrada según (1)

**Tabla 3: Resultado de la transformación de los atributos a un mismo dominio**

$$\begin{bmatrix} 0.6 & 1.0 & 0.6 & 0.6 \\ 0.6 & 0.8 & 1.0 & 1.0 \\ 0.8 & 0.6 & 0.6 & 1.0 \end{bmatrix}$$

**Paso 4:** Determinar el nivel de aporte de los atributos del candidato sobre los atributos del rol utilizando método Fuzzy Delphi. Obtener la matriz de aporte (2)

De la aplicación del método Delphi para la conciliación de la opinión de los expertos se obtiene la matriz de aporte:

**Tabla 4: Matriz de aporte atributos del candidato / atributos del puesto**

	$MA$	$MA$	$M$	$M$
$A$	$MA$	$B$	$NA$	
$B$	$M$	$B$	$NA$	
$B$	$M$	$M$	$NA$	
$NA$	$M$	$MA$	$B$	
	$(0.70,1.00,1.00)$	$(0.70,1.00,1.00)$	$(0.35,0.50,0.65)$	$(0.35,0.50,0.65)$
	$(0.50,0.65,0.80)$	$(0.70,1.00,1.00)$	$(0.20,0.35,0.50)$	$(0.00,0.00,0.30)$
	$(0.20,0.35,0.50)$	$(0.35,0.50,0.65)$	$(0.20,0.35,0.50)$	$(0.00,0.00,0.30)$
	$(0.20,0.35,0.50)$	$(0.35,0.50,0.65)$	$(0.35,0.50,0.65)$	$(0.00,0.00,0.30)$
	$(0.00,0.00,0.30)$	$(0.35,0.50,0.65)$	$(0.70,1.00,1.00)$	$(0.20,0.35,0.50)$

**Paso 5:** Evaluar al candidato encada puesto mediante la transformación utilizando las ecuaciones (3) y (4).

Se aplica la función para la obtención de cada  $\widetilde{ar}_{j,iq}$ , por ejemplo para el candidato  $C_1$ , se obtiene:

$$\widetilde{ar}_{1,1,1} = \frac{1}{4} \odot (0.6 \odot (0.70,1.00,1.00) \oplus 1 \odot (0.70,1.00,1.00) \oplus 0.6 \odot (0.35,0.50,0.65) \oplus 0.6 \odot (0.35,0.5,0.65))$$

$$\widetilde{ar}_{1,1,1} = \frac{1}{4} \odot (1.54, 2.20, 2.38) = (0.39, 0.55, 0.60)$$

$$\widetilde{ar}_{1,1,2} = \frac{1}{3} \odot (0.6 \odot (0.50,0.65,0.80) \oplus 1 \odot (0.70,1.00,1.00) \oplus 0.6 \odot (0.20,0.35,0.50))$$

$$\widetilde{ar}_{1,1,2} = \frac{1}{3} \odot (1.12, 1.60, 1.78) = (0.37, 0.53, 0.59)$$

$$\widetilde{ar}_{1,1,3} = \frac{1}{3} \odot (0.6 \odot (0.20,0.35,0.50) \oplus 1 \odot (0.35,0.50,0.65) \oplus 0.6 \odot (0.20,0.35,0.50))$$

$$\widetilde{ar}_{1,1,3} = \frac{1}{3} \odot (0.59, 0.92, 1.25) = (0.25, 0.31, 0.42)$$

$$\widetilde{ar}_{1,1,4} = \frac{1}{3} \odot (0.6 \odot (0.20,0.35,0.50) \oplus 1 \odot (0.35,0.50,0.65) \oplus 0.6 \odot (0.35,0.50,0.65))$$

$$\widetilde{ar}_{1,1,4} = \frac{1}{3} \odot (0.68, 1.01, 1.34) = (0.23, 0.34, 0.45)$$

$$\widetilde{ar}_{1,1,5} = \frac{1}{3} \odot (1 \odot (0.35,0.50,0.65) \oplus 0.6 \odot (0.70,1.00,1.00) \oplus 0.6 \odot (0.20,0.35,0.50))$$

$$\widetilde{ar}_{1,1,5} = \frac{1}{3} \odot (0.89, 1.31, 1.55) = (0.30, 0.44, 0.52)$$

Se realizan esos cálculos para todos los candidatos. Se tiene entonces como resultado al candidato evaluado en el puesto de trabajo:

$$C_{1,1} = \{(0.39,0.55,0.60), (0.37,0.53,0.59), (0.25,0.31,0.42), (0.23,0.34,0.45), (0.30,0.44,0.52)\}.$$

$$C_{2,1} = \{(0.42,0.60,0.68), (0.35,0.51,0.59), (0.20,0.32,0.44), (0.25,0.37,0.49), (0.39,0.58,0.67)\}$$

$$C_{2,1} = \{(0.39,0.55,0.59), (0.31,0.44,0.51), (0.16,0.26,0.36), (0.19,0.29,0.39), (0.28,0.42,0.50)\}$$

Estos resultados numéricos se asocian a una etiqueta de la variable lingüística de salida, obteniendo como evaluación cualitativa del candidato en cada competencia, esto se puede realizar utilizando distancia entre números triangulares, asociando el valor de la etiqueta donde menor es la distancia, para el candidato 1 el resultado es el siguiente:



$$C_{1,1} = \{Medium, Medium, Low, Low, Low\}$$

A partir de esto se pueden establecer comparaciones del candidato con los niveles deseados para el puesto empleando alguno de los métodos mencionados en el epígrafe 1.3, como pueden ser TOPSIS o PROMETHEE.

## 5. CONCLUSIONES

La evaluación de los candidatos en referida a los requerimientos del puesto de trabajo es un elemento fundamental para la obtención de los criterios en la toma de decisión sobre el candidato a ubicar en cada puesto durante un proceso de selección de personal.

Contar con un método que permita utilizar los atributos o información que de los candidatos se tiene para obtener su evaluación en el puesto es importante en el proceso de selección. Los métodos propuestos por varios autores no cuentan con definiciones para realizar esta transformación, sino que parten de una evaluación en términos iguales para el candidato y el puesto que permite realizar las comparaciones necesarias para su selección.

La propuesta realizada permite utilizar la información que se tiene de los candidatos a partir de su definición como atributos del candidato y obtener a partir de ella una evaluación en el puesto de trabajo

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña et. al., S. T., Gómez, M. , Juristo, N. . (2008). "Empirical study of how personality, team processes and task characteristics relate to satisfaction and software quality?" ESEM 2008, ACM: 291-293.
- Alles, M. A. (2006). Selección por competencias. Mexico.
- André et. al., A. M., Baldoquín, de la Peña María Gulnara (2010). "Un sistema de soporte a la decisión para la asignación de recursos humanos a equipos de proyectos de software." Revista Investigación Operacional: Vol., 31 , No. 31, 61-69.
- Arias, G., Fernando. (1979). Administración de Recursos Humanos. .
- Biles et. al., C. G., Schuler, R. S. (1986). Audit Handbook of Human Resources Management Practices. American Society for Personnel Administration.
- Boehm et. al., B. W. (2000). Software Cost Estimation with COCOMO II. New Jersey, Prentice Hall.
- Brans et. al., J. P., Mareschal, B. y Vincke, P. H. (1984). PROMETHEE: a new family of outranking methods in multicriteria analysis. Operational Research´84, J. P. Brans (ed.).
- Büyüközkan, G., Arsenyan, Jbid, Ruan, Da (2011). "Logistics tool selection with two-phase fuzzy multi criteria decision making: A case study for personal digital assistant selection." Expert Systems with Applications **39**.
- Caballero et. al, M. A. I., Gento, Municio Angel M. (2003). Toma de decisiones multicriterio, con incertidumbre, en el ámbito de los recursos humanos. V Congreso de Ingeniería de Organización Valladolid, Valladolid.
- Caballero et. al., M. A. I., Gento, Angel M. Municio , Redondo, Castán Alfonso (2005). Selección de Personal utilizando Lógica Borrosa. IX Congreso de Ingeniería de Organización, Gijón
- Canós et. al., D. L., Peris Ortiz, Martha, Rueda Armengot, Carlos (2008). Algunos métodos de clasificación de puestos de trabajo en la empresa. XVI Jornadas ASEPUMA – IV Encuentro Internacional.
- Canós et. al., L., T. Casasús, T. Lara, V. Liern, J.C. Pérez (2007). Un algoritmo fuzzy para la selección de personal basado en agregación de competencias. XV Jornadas de ASEPUMA y III Encuentro Internacional.
- Canós et. al., L. C. E. T., Lara M. T., Liern C. V., Pérez C. J. C. (2008). "Modelos flexibles de selección de personal basados en la valoración de competencias."

- Canós, L. D. (2006). Gestión de recursos humanos basada en lógica borrosa.
- Chen-Tung, C., H. Yuan-Chu, et al. (2009). Applying multiple linguistic PROMETHEE method for personnel evaluation and selection. Industrial Engineering and Engineering Management, 2009. IEEM 2009. IEEE International Conference on.
- Chiavenato, I. (1998). Administración de Recursos Humanos. 5ta Edición. Colombia, Editorial Mc Graw Hill Interamericana S.A.
- Chiavenato, I. (2002). Gestión del Talento Humano. Bogotá. Colombia, Editorial Mc Graw Hill Interamericana S.A.
- Dejiang, W. (2009). Extension of TOPSIS Method for R&D Personnel Selection Problem with Interval Grey Number. Management and Service Science, 2009. MASS '09. International Conference on.
- Gil et al, A. J., Kauffman, A. (1993). Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas.
- Huang, D. K., H. N. Chiu, et al. (2009). "A fuzzy multi-criteria decision making approach for solving a bi-objective personnel assignment problem." Computers & Industrial Engineering **56**(1): 1-10.
- IEEE (2004). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge-SEBOK. California, IEEE Computer Society.
- Infante et al, A. A. L., Rampersaud, Lalchandra, André, Ampuero Margarita (2011). Algoritmos metaheurísticos aplicados al problema de la asignación de RH a proyectos de software. Informática 2011, La Habana.
- Jofre, R. (2010). "PYMES y Gestión de los Recursos Humanos." Ser Humano y Trabajo.
- Kelemenis, A., & Askounis, Dimitrios (2010). "A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection." Expert Systems with Applications **37**(7): 4999-5008.
- Kelemenis, A. M. and D. T. Askounis (2009). An extension of fuzzy TOPSIS for personnel selection. Systems, Man and Cybernetics, 2009. SMC 2009. IEEE International Conference on.
- Krohling, R. A., Campanharo, Vinicius C. (2011). "Fuzzy TOPSIS for group decision making: A case study for accidents with oil spill in the sea." Expert Systems with Applications **38**.
- López et. al., E., Mendaña, C., Rodríguez, M.A. (1996). "La selección de personal con un algoritmo genético borroso." Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 2, No. 2: 61-76.
- Martilla et. al., J. A., Jarnes. John C. (1977). "Importance - Performance Analysis." Journal of Marketing: 77-79.
- Maurtua, O. D. E. (2006). Criterios de Selección de Personal mediante el uso del proceso de análisis jerárquico. Aplicación en la selección de personal para la Empresa Exotic Foods S.A.C. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mee, J. F. (1958). Personnel Handbook. Nueva York.
- Pino et al, M. A. M., Sánchez, M.C., Pino, M.L.Q. (2008). Recursos Humanos.
- Pressman, R. S. (2001). Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. Quinta Edición.
- Pressman, R. S. (2001). Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. Quinta Edición.
- Pressman, R. S. (2004). Software Engineering: A Practitioner's Approach, McGraw-Hill Science.
- Puchol, L. (2007). Dirección y gestión de recursos humanos. D. Santos.
- Rodríguez, B. S. (2008). Toma de decisión multicriteria con AHP, ANP y lógica difusa. Colombia, Universidad Nacional de Colombia.
- Rul et al (1996). Administración de Recursos Humanos. 3ra Edición. Málaga, EDEA.

Saaty, T. L. (1977). "A scaling method for priorities in hierarchical structures." Journal of Mathematical Psychology Vol. 5.

Wayne, R., Mondy, Noe, Robert M. (1997). Administración de Recursos Humanos. México, Prentice-Hal.

Wayne, R. M., Noe, R. M. (2005). Administración de recursos humanos. México.

Williamson et al., C. (2008). Gestión de Recursos Humanos.

### ***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*