

# MERCADOS y Negocios

Mercados y Negocios

ISSN: 1665-7039

revistamercadosynegocios@cucea.udg.m

x

Universidad de Guadalajara

México

Ávila Carreón, Fernando; Galeana Figueroa, Evaristo; Aguilasochi Montoya, Dora  
Métodos estratégicos de capacitación dentro de la organización con lógica difusa  
Mercados y Negocios, vol. 14, núm. 1, enero-junio, 2013, pp. 27-44

Universidad de Guadalajara

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571863947002>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Métodos estratégicos de capacitación dentro de la organización con lógica difusa

Fernando Ávila Carreón\*

Evaristo Galeana Figueroa\*\*

Dora Aguilasoch Montoya\*\*\*

## Resumen

En este trabajo se presenta un análisis que proporciona una mejor toma de decisiones en un entorno de incertidumbre, dentro de la organización en el área de gestión de los recursos humanos (RRHH). En este proceso se busca minimizar la incertidumbre mediante el uso de criterios cuantitativos y cualitativos. Haciendo uso de *fuzzy logic* se toma como criterio de cálculo el uso de las distancias de Hamming y Euclidiana promoviendo una toma de decisiones más eficiente y eficaz, lo que llevará a las empresas a una posición competitiva al contar con capital intelectual sobresaliente.

## Abstract

This paper presents an analysis that provides better decision making in an uncertain environment, within the organization in management area of human resources (HR). This process seeks to minimize uncertainty using quantitative and qualitative criteria. Using fuzzy logic is taken as criteria for calculating Hamming's and Euclidean's distances promoting decision-making more efficient and effective, leading companies to a competitive position to have intellectual capital outstanding.

**Palabras clave:** planeación, selección de personal, lógica difusa, parámetro adecuado, distancia, organización competitiva.

**Keywords:** planning, staff training, fuzzy logic, appropriate parameter, distance, competitive organization.

\* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Correo electrónico: favila\_68@yahoo.com.mx  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Correo electrónico: egaleana@umich.mx  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Correo electrónico: amontoya@umich.mx

## Introducción

La búsqueda de ventajas competitivas por parte de las empresas que participan en mercados globales altamente turbulentos, unido a una mejora de la educación y formación del factor humano (capital humano), ha forzado a los gestores de las empresas a tener en cuenta la gestión de recursos humanos en sus decisiones estratégicas. Esta sería la corriente *soft* de los RRHH (Claver, Gascó y Llopis, 1995) en contraposición con la denominada *hard*, que defiende el logro de resultados: incremento de la productividad, reducción de costes, etcétera.

Las organizaciones necesitan transformar la gestión de los recursos humanos, adoptándola como factor clave de éxito que permita abordar el correspondiente cambio corporativo, pues cumplen un papel vital en la conducción de la dirección estratégica de la empresa. Es necesario, por tanto, identificar y desarrollar los papeles de los recursos humanos, responsabilidades y competencias para adaptar la cultura y estructura de la organización.

De ahí que la planeación de los recursos humanos derive en una parte esencial del proceso. La relevancia del capital intelectual en las empresas cada día cobra mayor importancia porque es un elemento trascendente para los pueblos y las empresas (González, 2004). En el caso de la selección de los recursos humanos, ésta se realiza bajo los criterios existentes de las teorías de la certeza y el azar.

Los argumentos previos establecen que toda empresa, para alcanzar eficientemente el logro de sus objetivos, necesita entrar en proceso de planeación de actividades para tomar buenas decisiones, en el marco de una actuación adecuada lograr sus objetivos y posicionarse como una administración competitiva. Actualmente, en el mundo cambiante en el que se desarrollan las empresas esto lleva consigo la necesidad de realizar un planeación de alto impacto en la empresa, por todos los cambios de tecnología, competencia, la sociedad y la economía, principalmente.

Milkovich y Bogreú (1998) comentan que la planeación de los recursos humanos consiste en la recopilación y uso de la información que lleven al apoyo de las decisiones sobre la inversión de recursos humanos.

La planeación del personal es un proceso de decisión respecto de los recursos humanos necesarios para conseguir los objetivos organizacionales en un periodo determinado, afirman Caballero Merinno, Gento y Redondo (2005). Es decir, se prepara al personal para satisfacer las demandas futuras de la compañía. La importancia de preparar al personal de la organización en lo que se refiere a can-

tidad y calidad es de suma importancia. La planeación de recursos humanos se elabora según el criterio de racionalidad estrictamente técnico y de un enfoque meramente cuantitativo.

En el proceso de selección, el gerente a cargo debe contar con el conocimiento de las necesidades y características de los recursos humanos requeridos en la organización para cada puesto de trabajo; este conocimiento puede ser propio, basado en su experiencia, o resultado del apoyo de la participación de expertos en el área de trabajo, quienes emiten su opinión con base en su amplio conocimiento de la organización, mediante las cuales se podrán obtener las respectivas estimaciones (Kaufmann y Gil Aluja, 1991; Gil Lafuente, 2002; González, et al., 2004).

Se parte del hecho de considerar que en un buen proceso de reclutamiento se ha traído a un grupo de candidatos en apariencia brillantes y calificados, con el inconveniente de que el número de candidatos es mayor al de vacantes disponibles. Así, el primer gran reto es cómo elegir al mejor candidato a ocupar determinado puesto de trabajo. De acuerdo con Wether y Davis (2000), el proceso de selección del personal para una compañía toma como base los tres elementos siguientes:

1. La información que brinda el análisis del puesto proporciona la descripción de las tareas, las especificaciones humanas y niveles de desempeño necesarios.
2. Los planes de recursos humanos a corto y largo plazos que permitan conocer las vacantes futuras con cierta precisión y también conducir el proceso de selección en forma lógica y ordenada.
3. Los candidatos que son esenciales para conformar un grupo de personas entre quienes se pueda escoger.

Por lo anteriormente expuesto se puede establecer que en esta etapa de planeación de los recursos humanos en una organización, la selección del personal, parte central del trabajo, es en definitiva básico el conocer las características o atributos con que debe contar la persona que ocupe cada uno de los puestos dentro de la organización.

Para la asignación del nivel de sus capacidades se debe tomar en cuenta una estimación del grado en que cada aspirante a ocupar una vacante posee de cada una de las cualidades, características o atributos, esto es, se hace realizando valuaciones, las cuales son consideradas dentro del campo de la incertidumbre, asignando valores en el intervalo  $[0, 1]$ .

## **Teoría de la incertidumbre para evaluación de los recursos humanos**

*La valuación.* Es conveniente distinguir entre el concepto de “evaluación” y el de “valuación”. Se llama evaluación a la asociación de un valor numérico, que puede ser negativo, positivo o nulo, a un objeto (concreto o abstracto) realizada por un experto. Una valuación es la expresión de un nivel de verdad, nivel que toma sus valores del intervalo de confianza [0, 1].

Trabajando en la utilización entre 0 y 1 para las valuaciones no se debe confundir el término de valuación con el de probabilidad. Una valuación es un dato subjetivo que es suministrado por una persona o por varias. La probabilidad es un dato “objetivo” y por lo tanto teórico, aceptado por todo el mundo. La noción de probabilidad se halla ligada a la de azar. La valuación, a la incertidumbre y a la subjetividad. Es fundamental no confundir “probable” con “ posible”. *Probablemente* se asocia a la noción de medida. *Posiblemente* se asocia a la subjetividad en ausencia de medida. La confusión entre azar e incertidumbre aparece en todas partes, no solamente en el lenguaje ordinario sino también en el científico. Se precisa la clasificación: el azar exige una medida, de ahí las probabilidades; la incertidumbre sólo puede ser estimada de manera subjetiva, frecuentemente rozando los límites de las probabilidades y añadiendo, aún de manera más subjetiva, un máximo de presunción.

Reconocen Kaufmann, Gil Aluja y Terceño (1994) que las teorías están relacionadas con la incertidumbre a partir de las percepciones de los sentidos y la reflexión. La valuación no es una medida. Por lo contrario, la medida es una valuación. Lo que es probable es posible y lo que es posible no es forzosamente probable.

Se pueden asignar valuaciones en toda escala numérica de valores; si bien, lo más usual en el campo binario es que una valuación se expresa por 0 ó 1, mientras que en el ámbito multivalente o de subconjuntos borrosos esta valuación es un número comprendido entre 0 y 1, incluidos éstos.

Es decir, una valuación es una estimación numérica subjetiva, puede ser dada por un número de [0, 1], por ejemplo: 0.3, 0.45, 0.67, 0.89, etc., pero también se puede expresar como dos extremos en [0, 1]. A lo que se le conoce como intervalo de confianza.

Es una facultad suplementaria de expresión si somos capaces de expresar nuestra subjetividad por un número y sólo uno. Se puede ir más lejos, si resulta útil, entre dos extremos se establece un “máximo de presunción” para formar

una tripleta, siempre con números entre  $[0, 1]$ . Así, se tienen tripletas tales como  $(0.3, 0.7, 0.5)$  en donde 0.7 es el máximo de presunción. La valuación puede expresarse en lenguaje coloquial mediante: palabras, relativos, superlativos e incluso por los valores asociados de manera subjetiva a palabras del lenguaje. Esto se produce cuando las cifras parecen un medio de comunicación mejor que las letras. Una valuación está desde un punto de vista más práctico consiste en la expresión de un nivel de verdad que toma sus valores del intervalo de confianza.

### **Teoría de los subconjuntos borrosos**

Las definiciones matemáticas de conjuntos son simples, se trata de un grupo de objetos diferentes los unos de los otros y muy bien especificados. Tomemos como grupo de personas involucradas con un proceso de selección donde se enfrentarán a una competencia de conocimiento con todos los factores psicosociales que intervienen en esos momentos al desempeño. De este modo un conjunto se halla frecuentemente especificado por una o varias propiedades. Un subconjunto de un conjunto no comprende forzosamente la totalidad de los elementos del conjunto, aunque a veces por comodidad los matemáticos admiten que un conjunto es subconjunto de sí mismo. Cuando se considera un elemento de un conjunto, es posible determinar su pertenencia o no pertenencia a un determinado subconjunto. Al conjunto de referencia se le llama frecuentemente referencial.

#### *Ordenación de números borrosos*

La teoría de los subconjuntos borrosos consiste en construir funciones de pertenencia, que son aplicaciones de un conjunto referencial en el intervalo  $[0, 1]$ , en lugar de utilizar los conjuntos tradicionales, en los que un elemento puede tomar los valores 0 ó 1 exclusivamente (Zadeh, 1965).

En los problemas de optimización es habitual realizar una ordenación para determinar qué elemento es “mejor que” o “peor que” los demás. Según Gil Aluja (1995b), la optimización se basa en los conceptos de relación, asignación, agrupación y ordenación.

Puesto que cada vez la realidad es más compleja, es útil hacer comparaciones no cuantitativas. Este autor propone algunos métodos de ordenación, como el basado en la función ordinal de un grafo o matriz latina.

Dados dos números borrosos  $\tilde{A}$  y  $\tilde{B}$ , entonces  $\tilde{A} \vee \tilde{B}$  representa un número borroso que tiene la siguiente función de pertenencia, denominada operador fuzzy max,

$$\mu_{\tilde{A} \vee \tilde{B}}(z) = \sup_{z=x \vee y} \left\{ \mu_{A_\alpha}(x) \wedge \mu_{B_\alpha}(x) \right\}$$

A partir de este concepto, Caballero Merinno, Gento y Redondo (2005) definen la siguiente relación de orden (Dubois y Prade, 1980; Kaufmann y Gil Aluja, 1994).

Dados dos números borrosos  $\tilde{A}$  y  $\tilde{B}$ , entonces borrosos  $s$   $\tilde{A} \tilde{\geq} \tilde{B}$  si y sólo si

$$\max(\tilde{A}, \tilde{B}) = \tilde{A} \leftrightarrow \forall h \in [0,1] \left\{ \begin{array}{l} \inf\{x: \mu_{\tilde{A}}(x) \geq h\} \geq \inf\{y: \mu_{\tilde{B}}(x) \geq h\} \\ \sup\{x: \mu_{\tilde{A}}(x) \geq h\} \geq \sup\{y: \mu_{\tilde{B}}(x) \geq h\} \end{array} \right.$$

A pesar de que está bien fundamentado, este orden provoca situaciones de indecisión, donde, como señalan Dubois, Kerre, Meisar y Prade (2000), intuitivamente se podría esperar que  $\tilde{A}$  debería ser considerado mayor que  $\tilde{B}$  porque son muy diferentes. Para dar una solución a esta cuestión hemos tenido en cuenta la propuesta de De los Cobos Silva y Gutiérrez Andrade (2011).

Sean dos números borrosos  $\tilde{A}$  y  $\tilde{B}$  y  $h_0$  un número real,  $h_0 \in [0,1]$ . Entonces,  $\tilde{A} \tilde{\geq}^{h_0} \tilde{B}$  si y sólo si  $\forall k \in [0,1]$  se verifica:

$$\inf\{s: \mu_{\tilde{A}}(s) \geq k\} \geq \inf\{t: \mu_{\tilde{B}}(t) \geq k\}$$

$$\sup\{s: \mu_{\tilde{A}}(s) \geq k\} \geq \sup\{t: \mu_{\tilde{B}}(t) \geq k\}$$

La toma de decisiones a partir de números borrosos supone normalmente que éstos han sido previamente ordenados. El orden de las cantidades borrosas se basa en la comparación de semejanzas entre los conjuntos borrosos. Estas semejanzas pueden ser, por ejemplo, un centro de gravedad, un área por debajo de la función de pertenencia o varios puntos de intersección entre los conjuntos borrosos.

En la práctica, según el método se pueden producir ordenaciones diferentes para la misma muestra de conjuntos borrosos, lo que, sin duda, complica la toma de decisiones (Caballero Merinno, Gento y Redondo (2005)).

### *Distancia de Hamming entre dos subconjuntos borrosos*

Como ya se mencionó en el resumen, hacemos referencia a dos criterios generales para la selección de los recursos humanos para la empresa, la aplicación de la técnica de distancias de Hamming y la euclíadiana como elemento base en la toma de decisiones, siendo los parámetros indicados en el concepto de distancia.

Sea un referencial finito y  $\tilde{A}$  y  $\tilde{B} \subset E$ , definimos la distancia de Hamming como:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} |\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)|$$

Con  $x_i \in E \quad \forall i = 1, \dots, n$  y siendo  $n = \text{card } E$  y  $\forall i \quad \mu_{\tilde{A}}(x_i), \mu_{\tilde{B}}(x_i) \in [0,1]$

Entonces la otra definición de parámetro en que se apoya la metodología la toma de decisiones en el presente trabajo es la distancia euclíadiana.

En el caso de que el referencial sea el conjunto de los números reales ( $E = \mathbb{R}$ ) la distancia de Hamming vendría definida  $\forall x_i \in [x_1, x_2]$  como:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{n} \int_{x_1}^{x_2} |\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)| dx$$

### *Distancia euclíadiana entre dos subconjuntos borrosos*

Sea  $E$  un referencial finito y  $\tilde{A}$  y  $\tilde{B} \subset E$ , definimos la distancia euclíadiana como:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i))^2}$$

Con  $x_i \in E \quad \forall i = 1, \dots, n$  y siendo  $n = \text{card } E$  y  $\forall i \quad \mu_{\tilde{A}}(x_i), \mu_{\tilde{B}}(x_i) \in [0,1]$

### **Metodología propuesta para la selección del personal**

Las formas que se tienen para evaluar parten de elementos necesarios para que sean la referencia, tener un análisis con los datos adquiridos y de ahí poder tomar parcial o totalmente decisiones. Entre los elementos (psicosocial) mínimos necesarios que se recomiendan en consideración en el análisis, están: comportamien-

to emprendedor, un buen nivel de socialización, nivel intelectual, nivel cultural y cívico, vida sana y equilibrada, capacidad de liderazgo, fidelidad y personalidad. Así como elementos físicos como: aptitud física (examen médico de tipo general), qué tan propenso es a enfermedades comunes y su grado de recuperación y grados de cansancio en el trabajo.

De acuerdo con Guerrero y Terceño (2012), se considera fundamentales a los elementos académicos, técnicos y experiencia. Para la selección de personal, como lo sería en cualquier empresa donde se evalúa la capacidad curricular del individuo, pero Lapuente recomienda que las empresas deben requerir previamente tratar los aspectos siguientes:

1. Cada una de las posiciones en la empresa debe ser ocupada por un profesional, a quien se le solicitan unas determinadas cualidades, características o atributos a un cierto nivel.
2. Las características pueden ser distintas según el puesto que se analiza.
3. El nivel requerido para cada cualidad, característica o atributo no tiene por qué ser el mismo para todos los puestos de los que consta la empresa.

### **Las etapas del esquema sugerido para la capacitación de recursos humanos**

*Primero.* Definición del perfil de cada uno de los miembros de la organización.

Así, con sus cualidades y características o atributos el individuo recibirá una valuación.

*Segundo.* Establecido el programa de capacitación, se tiene un determinado número suficiente de candidatos para cada uno de los cursos en la organización.

*Tercero.* Aplicación de técnicas de lógica difusa para comparar las semejanzas entre todos y cada uno de los aspirantes a los cursos de capacitación.

Los responsables de la organización identifican el perfil deseable para cada uno de los puestos dentro de la organización, en función del nivel de desempeño que se pretende para cada uno de los atributos requeridos para la realización de las tareas principales de dicho puesto. El personal que cumpla de mejor forma esta característica, será mejor situado para prestar sus servicios o como candidato potencial en la empresa o institución para la cual esté contratado. Cuando un candidato se aleja del perfil ideal, resulta menos recomendable su contratación desde una perspectiva puramente técnica.

De acuerdo con González Santoyo (2004), la asignación del nivel de sus capacidades, tomando en cuenta que la estimación del grado en que cada aspirante a ocupar la vacante y, en este caso, la posición dependerá de las cualidades, características o atributos, y esto se hace con valuaciones en números del intervalo  $[0, 1]$ .

Para González Santoyo (2009) el objetivo de la aplicación de este enfoque es el proporcionar información alterna a la proporcionada por la teoría clásica, lo que permitirá tener una toma de decisiones más eficiente y eficaz en la selección de recursos humanos. Los líderes exitosos entienden que las ideas y la creatividad son una herramienta esencial para moldear y motivar a toda una organización. La generación de ideas lleva a la creatividad; a su vez, se desarrollan importantes funciones y éstas se producen buscando continuamente nueva información, reflexionando respecto a su propia experiencia y estudiando nuevas perspectivas, no sólo acerca de mercados, tecnología y conducta humana. La prueba de conocimiento o capacidad ofrece un diagnóstico real de las habilidades de la persona; una prueba de aptitud proporciona un pronóstico de su potencial de desarrollo a corto y largo plazos.

Las características potenciales del aspirante, de acuerdo con Gil Aluja (1996), consideran como aquella persona que quiera participar en la vacante del puesto, se tiene que por el mismo, por su propia característica exige un mínimo necesario de habilidades, aunque pudieran considerarse otras, como aptitudes psicológicas, aptitudes de comunicación, etc. Esta lista de cualidades será distinta y se estructurará de acuerdo con el puesto vacante. Ésta puede ser presentada como un subconjunto difuso referencial, que es finito.

El mismo es expresado como:

Sea:  $C = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_n\} = \{c_i\}$

Donde:

$C$  = subconjunto de competencias.

$c_i$  = cualidad o competencias ( $i$ );  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ .

$c_i \in C$ ; no se califica numéricamente mediante 0 ó 1, éstas dan lugar a una función de pertenencia, declarada como:  $\mu_{c_i} \in \{0, 1\}$ ; es declarado como un subconjunto difuso.

Si alguna cualidad o competencia no es necesaria, bastará con eliminarla de ( $C$ ).

Ya que se tiene establecido el subconjunto difuso, el proceso consiste en comparar las cualidades o competencias exigidas para cada nivel de participación en el concurso “la conformación ideal”, con las poseídas por cada uno de los aspirantes al mismo lugar; de esta forma se podrían obtener valores numéricos para el subconjunto difuso expresado en la “escala semántica endecadaria” citada de acuerdo con lo estipulado por el profesor Gil Aluja (1996), la misma para el presente, por lo tanto, se modifica para acondicionarla a la evaluación (González, et al. (2009) y se presenta a continuación:

**Cuadro 1**  
Escala “semántica endecadaria”

<i>Indicador</i>	<i>Calificación</i>
1	Perfecto
.9	Muy bueno
.8	Bueno
.7	Casi bueno
.6	Poco bueno
.5	Regular
.4	Poco malo
.3	Casi malo
.2	Malo
.1	Muy malo
0	Pésimo

Fuente: elaboración propia.

Referencia: escala endecadaria referencial. Para cubrir un perfil ideal de un aspirante al concurso, es conveniente explicar algunos aspectos que se describen a continuación.

El proceso inicial para encontrar al aspirante potencial consiste en tener un perfil ideal de referencia, ya que es la forma en la que estaremos haciendo comparaciones y con esto se estudian los n) perfiles que se hallan más próximos a él, obtenidos en la etapa previa de reclutamiento de personal.

En el presente trabajo se hace uso de previsiones de los atributos o propiedades que debe cubrir un ser humano para ocupar un lugar tan competitivo; para el caso se ha partido de hacer estimaciones inciertas, por lo que es relevante conocer las distancias que separan dichas previsiones; éstas reflejan el comportamiento de cada aspirante al nivel competitivo en la institución. Lo llamaremos

profesional, representado por Pi; por lo anterior se hará uso de la distancia, la cual quedará establecida con un modelo matemático aplicable a diversas situaciones y aplicaciones empíricas como selección de candidatos para participar en cualquier otra vacante en el futuro. Volviendo al concepto de distancia, que no es perteneciente al mundo físico; así puede suceder, como de hecho empieza a ocurrir, ya que se tienen a mano mapas comportamentales, establecidos como un conjunto de atributos o características que definen un perfil de puestos en el caso de estudio; en este contexto la distancia sigue desempeñando un papel de plena validez matemática, afirma González Santoyo (2009).

Desde el punto de vista de Caballero Merinno, Gento y Redondo (2005), en el ambiente empresarial se tienen que ir descubriendo los hechos y que éstos puedan establecer a través de análisis cuantitativos, concepto con valores numéricos; así pues, se debe disponer de procedimientos para llegar a obtener estos valores.

Es necesario en primera instancia tener claro el significado de términos de longitud; se debe disponer de reglas para el proceso de medición. Lo cual permite asegurar un número a cierto cuerpo o proceso, de tal forma que podamos decir que dicho número representa el valor de la magnitud de ese cuerpo.

Desde el punto de vista de las observaciones físicas, se tiene que partir de una consideración de referencia, entre el ámbito de los conjuntos de objetos, para considerar que los objetos tienen longitudes de referencia. De tal suerte que antes de hablar de puntos o distancias, se está obligando a establecer las siguientes reglas referenciales:

- Especificar cuándo se van considerar equivalencias en dos longitudes; en este contexto se habla de un plano físico y se descarta toda alusión numérica.
- Especificar la combinación de longitudes. Es evidente que las dos longitudes pueden unirse físicamente en varias formas. La cual deberá satisfacer ciertas condiciones para adecuarse a la operación aditiva entre números.
- Fijar convencionalmente lo que se va a tomar por unidad.

Ya establecidas las reglas, podemos situar valores numéricos representativos de las valoraciones de las características que se consideren a evaluar. Al conjunto de cualidades les corresponde un conjunto de puntos geométricos. Éstas serán las longitudes de extensión que las separan. Éstas, a su vez, corresponden a las medidas numéricas y pasarán, por lo tanto, a gobernar las relaciones entre distintos puntos geométricos. Es entonces cuando surge la aplicación del concepto de distancia.

De acuerdo con Kolmogorov y Formin (1957), el espacio métrico es definido como un conjunto de puntos dentro de los cuales para cada posible par de puntos se traza una función denominada distancia. Por lo tanto, se establece que se tiene un espacio métrico  $\langle A, d \rangle$  siempre que:

El conjunto de puntos se expresa por  $A: \{x, y, z, \dots\}$  en donde los puntos vienen señalados por  $x, y, z$ , el producto cartesiano  $A \times A$  expresa todos las parejas posibles que se pueden formar de  $A \times A$ :

$\{(x, x), (x, y), (x, z), \dots\}$ . La función de distancia es la función real correspondiente a esas parejas de puntos, siempre que cumplan las propiedades de positividad, simetría, desigualdad del triángulo.

De acuerdo con Kaufmann, Gil, Aluja y Terceño Gómez (1994), y Gil Lafuente (2002), establecen que entre los tipos de distancia más usados se tienen la de Hamming, la de Euclides, la de Minkowski, así como la de Mhalanobis. Se hará uso únicamente de las técnicas de distancia de Hamming y de la euclíadiana. Expresiones matemáticas que ya hemos definido con anticipación.

### *Aplicación del método*

Cuando se compara una determinada persona con el perfil ideal, lo que realmente se quiere no es obtener un resultado de apto o no. Sino más bien es obtener características y cualidades técnicas. Es posible determinar su capacidad global a través de una graduación que puede ser desarrollada por los subconjuntos borrosos, estimando la desviación, la distancia existente entre el perfil ideal y el candidato que se está analizando. Por lo tanto el perfil ideal ( $A$ ):

Ya se ha mencionado que es importante contar con expertos que tengan el conocimiento de cada puesto en la organización, quienes harán la descripción exacta del puesto a través de los grados de cada uno de los atributos necesarios en los individuos que deban de ocupar dicho puesto; a esto le denominamos el perfil ideal.

En el ejemplo se describe en el cuadro el caso particular de un puesto de trabajo en la organización descrito a través del grado exacto de cada uno de los atributos que se requieren para cubrir dicho puesto.

**Cuadro 2**  
Perfil ideal

Preparación académica	1
Liderazgo	1
Socialización	.6
Salud física	.7
Disponibilidad de tiempo	.7
Dominio del idioma inglés	1
Responsabilidad	1
Experiencia profesional	.8

Fuente: elaboración propia.

Para trabajar de una forma acorde con la definición misma de los subconjuntos borrosos, el perfil ideal para el puesto lo escribiremos en forma horizontal, quedando de la siguiente manera:

$$A = \begin{array}{cccccccc} 1 & 1 & .6 & .7 & .7 & 1 & 1 & .8 \\ \sim & & & & & & & \end{array}$$

En el proceso de reclutamiento se determinaron a cinco candidatos con las características propias o atributos descritos en los siguientes subconjuntos borrosos:

$$\begin{array}{l} C_1 = \begin{array}{cccccccc} 1 & .7 & .6 & .6 & 1 & .8 & 1 & .2 \\ \sim & & & & & & & \end{array} \\ C_2 = \begin{array}{cccccccc} .7 & .9 & .9 & .8 & .8 & .7 & .7 & .6 \\ \sim & & & & & & & \end{array} \\ C_3 = \begin{array}{cccccccc} .6 & .8 & 1 & .8 & .8 & 1 & .6 & 1 \\ \sim & & & & & & & \end{array} \\ C_4 = \begin{array}{cccccccc} .8 & .8 & .9 & .7 & .8 & .9 & .6 & .8 \\ \sim & & & & & & & \end{array} \\ C_5 = \begin{array}{cccccccc} .7 & .9 & .9 & .7 & .8 & .9 & .6 & .9 \\ \sim & & & & & & & \end{array} \end{array}$$

Haciendo uso de la técnica de distancia Hamming, obtenemos:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} |\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)|$$

$$d(\tilde{A}, \tilde{c}_1) = \frac{1}{8} (|1 - 1| + |1 - .7| + |.6 - .6| + |.7 - .6| + |.7 - 1| + |1 - .8| + |1 - 1| + |.8 - .2|) = \frac{1.5}{8} = 0.1875$$

$$d(\tilde{A}, \tilde{c}_2) = \frac{1}{8} (|1 - .7| + |1 - .9| + |.6 - .9| + |.7 - .8| + |.7 - .8| + |1 - .7| + |1 - .7| + |.8 - .6|) = \frac{1.7}{8} = 0.2125$$

$$d(\tilde{A}, \tilde{c}_3) = \frac{1}{8} (|1 - .6| + |1 - .8| + |.6 - 1| + |.7 - .8| + |.7 - .8| + |1 - 1| + |1 - .6| + |.8 - 1|) = 1.8/8 = 0.2250$$

$$d(\tilde{A}, \tilde{c}_4) = \frac{1}{8} (|1 - .8| + |1 - .8| + |.6 - .9| + |.7 - .7| + |.7 - .8| + |1 - .9| + |1 - .6| + |.8 - .8|) = 1.3/8 = 0.1625$$

$$d(\tilde{A}, \tilde{c}_5) = \frac{1}{8} (|1 - .7| + |1 - .9| + |.6 - .9| + |.7 - .7| + |.7 - .8| + |1 - .9| + |1 - .6| + |.8 - .9|) = 1.4/8 = 0.1750$$

Esto implica que el orden de los candidatos sería, es decir, el candidato más apto para el puesto es el 4, y así sucesivamente:

$$\tilde{c}_4 > \tilde{c}_5 > \tilde{c}_1 > \tilde{c}_2 > \tilde{c}_3$$

En el caso de utilizar el concepto de distancia euclidiana, tendremos:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i))^2}$$

$$d(\tilde{A}, \tilde{c}_1)$$

$$= \sqrt{\frac{1}{8} ((1 - 1)^2 + (1 - .7)^2 + (.6 - .6)^2 + (.7 - .6)^2 + (.7 - 1)^2 + (1 - .8)^2 + (1 - 1)^2 + (.8 - .2)^2)}$$

$$= 0.2716$$


---

$$\begin{aligned}
 d(\tilde{A}, \tilde{c}_2) &= \sqrt{\frac{1}{8}((1 - .7)^2 + (1 - .9)^2 + (.6 - .9)^2 + (.7 - .8)^2 + (.7 - .8)^2 + (1 - .7)^2 + (1 - .7)^2 + (.8 - .6)^2)} \\
 &= 0.2318
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(\tilde{A}, \tilde{c}_3) &= \sqrt{\frac{1}{8}((1 - .6)^2 + (1 - .8)^2 + (.6 - 1)^2 + (.7 - .8)^2 + (.7 - .8)^2 + (1 - 1)^2 + (1 - .6)^2 + (.8 - 1)^2)} \\
 &= 0.2693
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(\tilde{A}, \tilde{c}_4) &= \sqrt{\frac{1}{8}((1 - .8)^2 + (1 - .8)^2 + (.6 - .9)^2 + (.7 - .7)^2 + (.7 - .8)^2 + (1 - .9)^2 + (1 - .6)^2 + (.8 - .8)^2)} \\
 &= 0.2092
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(\tilde{A}, \tilde{c}_5) &= \sqrt{\frac{1}{8}((1 - .7)^2 + (1 - .9)^2 + (.6 - .9)^2 + (.7 - .7)^2 + (.7 - .8)^2 + (1 - .9)^2 + (1 - .6)^2 + (.8 - .9)^2)} \\
 &= 0.2179
 \end{aligned}$$

Tomando en cuenta este criterio, el orden de los candidatos es:

$$\tilde{c}_4 > \tilde{c}_2 > \tilde{c}_5 > \tilde{c}_1 > \tilde{c}_3$$

Utilizando las técnicas borrosas como elemento decisor, en ambos casos el candidato 4 es el indicado a ocupar el cargo y el menos indicado sería el número 3.

Sin embargo, la segunda, tercera y cuarta opción difieren en ambos casos.

Como situación adicional a la selección del personal en la difícil tarea de la planeación de los recursos humanos, es posible dar mayor utilidad a los datos con los que contamos hasta el momento, por lo que podemos hacer uso de esta información y realizamos el cálculo de las distancias Hamming existentes entre los diferentes candidatos:

Es obvio que:  $d(\tilde{c}_i, \tilde{c}_i) = 0$

$$\begin{aligned}
 d(\tilde{c}_1, \tilde{c}_2) &= 0.25 & d(\tilde{c}_1, \tilde{c}_3) &= 0.3375 & d(\tilde{c}_1, \tilde{c}_4) &= 0.25 & d(\tilde{c}_1, \tilde{c}_5) &= 0.2875 \\
 d(\tilde{c}_2, \tilde{c}_3) &= 0.1375 & d(\tilde{c}_2, \tilde{c}_4) &= 0.1 & d(\tilde{c}_2, \tilde{c}_5) &= 0.0875 & d(\tilde{c}_3, \tilde{c}_4) &= 0.0875 \\
 d(\tilde{c}_3, \tilde{c}_5) &= 0.075 & d(\tilde{c}_4, \tilde{c}_5) &= 0.0375
 \end{aligned}$$

Se obtiene la relación borrosa siguiente:

	$\tilde{c}_1$	$\tilde{c}_2$	$\tilde{c}_3$	$\tilde{c}_4$	$\tilde{c}_5$
$\tilde{c}_1$	0	0.25	0.3375	0.25	0.2875
$\tilde{c}_2$	0.25	0	0.1375	0.1	0.0875
$\tilde{c}_3$	0.3375	0.1375	0	0.0875	0.075
$\tilde{c}_4$	0.25	0.1	0.0875	0	0.0375
$\tilde{c}_5$	0.2875	0.0875	0.075	0.0375	0

Esta matriz de distancias es una matriz de desemejanzas; su complemento a 1 proporciona la matriz de semejanza.

	$\tilde{c}_1$	$\tilde{c}_2$	$\tilde{c}_3$	$\tilde{c}_4$	$\tilde{c}_5$
$\tilde{c}_1$	1	0.75	0.6625	0.75	0.7125
$\tilde{c}_2$	0.75	1	0.8625	0.9	0.9125
$\tilde{c}_3$	0.6625	0.8625	1	0.9125	0.925
$\tilde{c}_4$	0.75	0.9	0.9125	1	0.9625
$\tilde{c}_5$	0.7125	0.9125	0.925	0.9625	1

Buscamos ahora, nivel por nivel, para los valores de  $\alpha$  hallados en las subrelaciones máximas de similitud. Para ello utilizaremos el algoritmo de Pichat.

Por ejemplo, el máximo nivel de  $\alpha = 1$  se tendrá para:

1	1	2	1	3	1	4	1	5	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Los siguientes niveles de similitud entre:

De  $\alpha = 0.9625$  entre los candidatos 4 y 5

De  $\alpha = 0.925$  entre los candidatos 3 y 5

De  $\alpha = 0.9125$  entre los candidatos 2 y 5

De  $\alpha = 0.8625$  entre los candidatos 2 y 3

Esta descomposición progresiva adquiere un especial interés cuando se desea poner de manifiesto las afinidades existentes entre los candidatos, en el supuesto caso de que la intención sea la de realizar cursos de formación en grupos, el cual considerará en definitiva las similitudes entre los involucrados para obtener la máxima ventaja competitiva de los participantes.

## Conclusiones

Todas las organizaciones que desean alcanzar sus objetivos, ajustados a un proceso de planeación de actividades, deben contar con capital intelectual sobresaliente en cada uno de sus puestos, principalmente en aquéllos donde es relevante la toma de decisiones en un marco de actuación adecuada. El deseo de alcanzar sus objetivos de esta manera tiene un propósito real: el alcanzar una posición competitiva.

En la gestión de los recursos humanos (RRHH) la difícil tarea de elegir el grupo idóneo para recibir un curso de capacitación, se da por naturaleza en un entorno de incertidumbre y subjetividad. La presente metodología disminuye en todo lo posible la incertidumbre y la subjetividad.

La utilización de estas técnicas elimina, como ya se dijo, subjetividad e incertidumbre, y la metodología propuesta se puede implementar mediante un programa de computadora, lo cual la hace más eficiente.

Lo anteriormente mencionado concluye en el alto potencial de esta herramienta y la hace recomendable para aquellas empresas que persigan los mismos objetivos de posicionarse como organizaciones competitivas.

## Referencias bibliográficas

- Caballero Merinno, A. I., Gento, A., y Redondo, A. (2005). *Selección de personal utilizando lógica borrosa*, trabajo presentado en el IX Congreso de Ingeniería de Organización, septiembre 2005, Gijón.
- De los Cobos Silva, Sergio, y Gutiérrez Andrade, Miguel A. (2011). “Regresión borrosa vs regresión por mínimos cuadrados ordinarios: Caso de estudio”, *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 18(1), pp. 33-48.
- Gil Aluja, J. (1995a). “Selección multicriterio de inversiones mediante retículos de Galois”, en Cuervo, A. (dir.), *Dirección de empresas de los noventa: Homenaje al profesor Marcial Jesús López Moreno*. Civitas. Madrid, pp. 139-157.
- . (1995b). “Modelos no numéricos de asignación en la gestión de personal”, *Comunicaciones del 2º Congreso de la Sociedad Internacional de Gestión y Economía Fuzzy*, Santiago de Compostela, núm. II, pp. 93-120.
- . (1996). *La gestión interactiva de los recursos humanos en la incertidumbre*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.
- González, F., Chávez, R., Flores, B., y Flores, J. (2009). “Conformación de equipos de trabajo en un enfoque multivalente y su permanencia en proyectos”, *Inceptum*, IV(6), enero-junio.
- González, F., Flores, B., y Chagolla, M. (2004). “Uncertainty theory applied to optional selection of personnel in an enterprise”, *Fuzzy Economic Review*, IX(2), noviembre.
- González, F., y Flores, B. (2009). “Evaluación financiera de las empresas usando lógica difusa”, *Inceptum*, IV(7), julio-diciembre.
- Guerrero, C., y Terceño, A. (2012). “Cómo seleccionar y contratar empresas en el outsourcing utilizando la metodología de los números borrosos”, *Revista Contaduría y Administración*. México: UNAM.
- Kaufmann, A., Gil Aluja, J., y Gil Lafuente, A. M. (1994). *La creatividad en la gestión de las empresas*. Madrid: Pirámide.
- Kaufmann, A., Gil Aluja, J., y Terceño, A. (1994). *Matemática para la economía y la gestión de empresas*. Barcelona: Foro Científico.
- Kaufmann, A., y Gil Aluja, J. (1991). *Nuevas técnicas para la dirección estratégica*. Barcelona: Publicacions Univertat de Barcelona.
- Milkovich, G., y Boudreau, J. (1994). *Dirección y administración de recursos humanos. Un enfoque de estrategia*. Estados Unidos: Addison Wesley Iberoamericana.
- Zadech, L. A. (1965). “Fuzzy Sets”, *Information and Control*, núm. 8, pp. 338-353.