

# Aplicación de la lógica difusa para la selección de personal

Inteligencia Computacional

---

Lidia Sánchez Mérida

Fernando Roldán Zafra

## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Resumen</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Introducción</b>   | <b>3</b>  |
| <b>Evolución de la selección de personal</b>                          | <b>5</b>  |
| <b>Introducción a la Lógica Difusa</b>                                | <b>7</b>  |
| <b>Lógica difusa en procesos de selección</b>                         | <b>11</b> |
| Número de decisores y variables a evaluar                             | 11        |
| Números difusos triangulares  | 15        |
| <b>Selección de Personal por Competencias basado en Lógica Difusa</b> | <b>16</b> |
| <b>Conclusiones</b>   | <b>19</b> |
| <b>Bibliografía</b>   | <b>20</b> |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Fases de la dirección de Recursos Humanos.  | 4  |
| Figura 2. Línea del tiempo acerca de la evolución del proceso de selección.   | 6  |
| Figura 3. Reglas del conjunto difuso <i>edad</i> .  | 8  |
| Figura 4. Mecanismo de razonamiento difuso.   | 9  |
| Figura 5. Ejemplo de aplicación de la lógica difusa para evaluar la adecuación de una vivienda para un determinado cliente. | 10 |
| Figura 6. Esquema de aplicación de una máquina fuzzy al proceso de selección.   | 15 |
| Figura 7. Variables lingüísticas y su representación numérica.  | 16 |
| Figura 8. Resultado del análisis de competencias para dos puestos de trabajo.   | 18 |

## Resumen

Con el paso del tiempo y la evolución tanto de la industria como de las tecnologías el proceso de selección de personal ha ido adquiriendo una mayor importancia y por lo tanto se han definido métodos más sofisticados y flexibles para evaluar los candidatos a un determinado puesto de trabajo con el objetivo de escoger aquella persona que se encuentre más cualificada para desempeñar tal actividad. Al ser un procedimiento caracterizado por una fuerte subjetividad, los métodos determinísticos no son los más adecuados para llevarlo a la práctica. Es por ello por lo que se han desarrollado metodologías basadas en la lógica difusa que permite plantear este problema en un lenguaje natural para posteriormente convertirlo en una variable numérica fácilmente interpretable por los responsables de recursos humanos. Si bien existen diversas técnicas de selección de personal mediante lógica difusa y sus criterios dependen tanto de la empresa como del puesto de trabajo, en este documento se expondrán aquellas que hemos considerado más interesantes.

## Introducción

La selección de personal es uno de los procedimientos más básicos e importantes dentro del ámbito de recursos humanos. La razón fundamental de este hecho reside en que el éxito o el fracaso de un proyecto dependerá directamente de la plantilla que contratemos, ya que no solo intervienen características tales como los conocimientos, habilidades y experiencia del personal, si no que también influyen otros aspectos más personales como el entusiasmo, las ganas de aprender, la iniciativa, entre otros. Todas estas cualidades tienen un gran impacto en la productividad de la empresa y por lo tanto determina, en gran medida, el grado de progreso del proyecto [1].

En base a la importancia que reside en este proceso, la selección de personal se encuentra, en muchos casos, como la primera operación a llevar a cabo dentro del departamento de gestión de personal.




Figura 1. Fases de la dirección de Recursos Humanos.

Si bien se han especializado diversas profesiones en esta etapa, tales como la psicología, entre otras, así como desarrollado diferentes herramientas específicas para ciertos entornos, tanto el procedimiento en cuestión como la toma de la decisión final de contratar o no a un candidato la suele llevar a cabo una o varias personas.

El principal inconveniente de este hecho reside en que, en la gran mayoría de ocasiones, la selección de personal suele estar caracterizada por un alto grado de subjetividad. Esta cualidad se presenta como una desventaja puesto que provoca la pérdida de personas calificadas y con talento por el simple hecho de que algunos individuos del equipo de recursos humanos dispongan de ciertos prejuicios o ideas preconcebidas. No obstante, también cabe destacar la enorme dificultad consistente en obtener y analizar la información de cada candidato durante la selección de personal de forma completa, es decir, ninguna persona es capaz de obtener toda la información posible del candidato. Por ello, se suelen establecer suposiciones en las cuales también interviene la subjetividad con el objetivo de tomar una decisión en relación a contratar o no a dicha persona.

Otro de los problemas singulares de este proceso se basa en el deseo que tienen muchas empresas de incorporar la mejor persona posible, cuando en realidad debería de ser el mejor candidato para el puesto que vaya a ocupar. De nuevo, este inconveniente viene dado por la subjetividad asociada al hecho de buscar una persona con la mayor cantidad de habilidades y competencias posibles sin tener en cuenta si estas serán de utilidad para el puesto al que opta.

Con el fin de aplicar un método más imparcial y así reducir el nivel de incertidumbre y de subjetividad del proceso selección de personal, se estudió la viabilidad de las técnicas matemáticas determinísticas. Sin embargo, llegaron a la conclusión de que no son nada



eficientes puesto que la gestión de recursos humanos es un proceso caracterizado, principalmente, por sus rápidas interacciones. Del mismo modo las técnicas estadísticas y las teorías de la probabilidad tampoco son aplicables en todos los casos cuando interviene el juicio, la evaluación y la decisión humana. Es por ello por lo que se desarrollaron otro tipo de metodologías para solventar problemas de este estilo de forma que pudiesen expresarse mediante el lenguaje natural de las personas y así obtener resultados fácilmente interpretables. Esta rama proveniente de la Lógica Clásica se conoce como la **Lógica Difusa**. Mediante esta se puede aplicar una de las más famosas teorías denominada **subconjuntos difusos**, con la cual podemos establecer valores cuantitativos asociados a los datos que recopilamos, los cuales se encuentran caracterizados, en la gran mayoría de ocasiones, por la imprecisión y la incertidumbre.

De esta forma podemos aplicar modelos más flexibles que sean capaces de interpretar las reglas establecidas por las personas. Así, seremos capaces de transformar los sistemas matemáticos tradicionales capaces de producir salidas extremadamente estrictas, tales como *pertenece o no a un conjunto*, a sistemas capaces de obtener un grado de pertenencia [2].

## Evolución de la selección de personal

Tal y como se ha comentado en la sección anterior, la relevancia de este procedimiento ha provocado que su aplicación no solo se realice en el ámbito profesional, sino también en el personal. Uno ejemplo representativo de ello consiste en formar un grupo de personas para realizar una determinada tarea, como por ejemplo organizar una fiesta de cumpleaños. Para seleccionar las personas que conforman dicho grupo aplicamos una especie de proceso de selección teniendo en cuenta las características y los recursos de los que disponen cada una de las personas que conocemos, con el objetivo de asignarles la actividad que mejor puedan desempeñar.

No obstante, este procedimiento se lleva realizando durante muchos años y para demostrarlo procedemos a presentar la siguiente línea del tiempo.



Figura 2. Línea del tiempo acerca de la evolución del proceso de selección.

- **Edad Antigua.** Desde el año 2.500 A.C. hasta comienzos de la era medieval se clasificaba a la población en función de la tarea que mejor podían desempeñar, como la agricultura, formar parte del ejército, entre otras.
- **Edad Industrial.** Esta era comienza a finales del siglo XVII en Inglaterra y con ella surgen las primeras agencias de contratación de personal en las que concretaba las cualidades que debía poseer una persona para optar a un puesto de trabajo. Este hecho se acentuó más cuando aparecieron en 1830 los sindicatos, en particular para puestos de trabajo en las fábricas.
- **Edad Moderna.** El inicio del procedimiento de la selección del personal se vió fuertemente marcado por las dos guerras mundiales que surgieron, puesto que para ocupar un cargo militar una persona debía de cumplir una serie de requisitos, como por ejemplo un determinado grado de coeficiente intelectual.

En 1930 se incluye este proceso en el ámbito de la psicología para desarrollar diversos tests con los que evaluar las aptitudes de una persona para el liderazgo y su capacidad para gestionar situaciones difíciles. Posteriormente, se desarrollan una serie de estudios basados en la personalidad de una persona, la dinámica de grupos, sociología, entre otros, que provocaron la aparición de nuevos tests para

evaluar los perfiles psicológicos de los candidatos y así comprobar el grado en el que se ajustan las cualidades de una persona a los requisitos de los puestos de trabajo. Sin embargo, no fue hasta 1970 cuando realmente surgió el mercado de selección y reclutamiento para cubrir las vacantes de las industrias que en aquella época estaban en auge.

- **Actualidad.** A partir de 1990, cuando comenzó la era de internet y posteriormente surgieron las redes sociales, el procedimiento de selección de personal comenzó a sufrir cambios bruscos debidos a la desaparición de las barreras geográficas y sociales que antiguamente intervenían a la hora de contratar a una persona para un determinado puesto. De esta forma surge la posibilidad de realizar entrevistas personales de forma remota mediante *softwares* de comunicación como *Skype*. Esto, además, ayuda a evaluar a un número más amplio de candidatos y a, por lo tanto, disponer de un mayor número de personas para escoger a la más apta para una determinada vacante.

Asimismo, la evolución de las matemáticas, estadística y la computación han permitido el desarrollo de nuevas técnicas de contratación de personal con las cuales se pueden realizar predicciones acerca del desempeño que puede llevar a cabo un determinado candidato en un puesto de trabajo.

## Introducción a la Lógica Difusa

Fue creada por *Lofti Zadeh* de la Universidad de *Berkeley* en 1965 y la presentó como una alternativa a la lógica clásica o *booleana* puesto que se asemeja más al pensamiento humano. En esta técnica es imprescindible definir al menos un **conjunto difuso**, el cual se trata de una clase de objetos lingüísticos que hacen referencia a los posibles valores que puede tomar una variable lingüística. Asimismo, un conjunto difuso también tiene asociada una **función de pertenencia**, por la cual se indica para cada uno de los elementos a clasificar su grado de pertenencia a cada uno de los valores del conjunto difuso. Este valor se encuentra dentro del rango  $[0, 1]$ , por lo tanto a mayor valor, mayor grado de pertenencia.

La principal ventaja de esta técnica consiste en definir y aplicar reglas lógicas cuya representación se realiza en lenguaje natural, es decir, utiliza términos familiares al ser humano. Un ejemplo representativo de esta situación podría definirse mediante el siguiente conjunto difuso denominado **edad**, cuyo rango de valores podría ser: *joven*, *adulto* o *anciano*.

Otra de sus principales cualidades por las que destaca esta técnica, como se ha mencionado anteriormente, es la inclusión de un grado de pertenencia asociado a cada uno de los elementos que queremos clasificar y para cada uno de los valores posibles. De este modo podremos conocer si un elemento se encuentra más cerca de pertenecer a una



categoría o a otra. Continuando con el ejemplo anterior, a continuación se definen las reglas por las cuales, posteriormente, podremos calcular el grado de pertenencia de una persona para cada uno de los tres grupos definidos.

Joven: de 0 a 30 años.

Adulto: de 25 a 65 años.

Anciano: de 60 a 100 años.

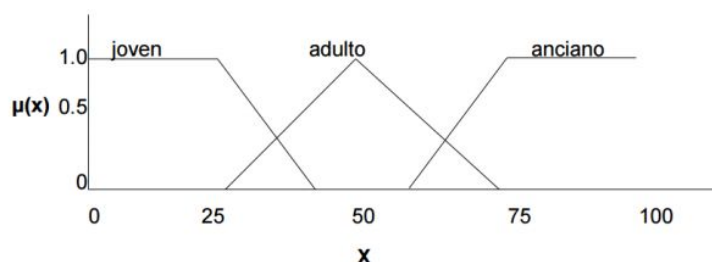


Figura 3. Reglas del conjunto difuso *edad*.

Tal y como podemos observar en las reglas, se puede dar el caso de que una **persona pertenezca a dos conjuntos simultáneamente**, cada uno con su grado de pertenencia [2]. Un ejemplo representativo podría ser el caso de una persona de 30 años, cuyo grado de pertenencia al conjunto *joven* disminuiría en favor del mismo grado pero asociado al conjunto *adulto*. Este tipo de situaciones aportan una gran flexibilidad al sistema puesto que lo dota de una mayor capacidad de adaptación para gestionar una situación en la vida real, en la cual un elemento no solo pertenece a una única clase, sino que puede ser categorizado en diversas clases en función de un determinado grado de inclusión [3].

A continuación procedemos a describir el procedimiento por el cual se puede aplicar la lógica difusa a un problema determinado. En primer lugar, destacamos la existencia de un componente denominado **sistema de inferencia difuso**, el cual a su vez está compuesto por tres elementos: **reglas difusas**, **un diccionario con las funciones de pertenencia** y **un mecanismo de razonamiento**. Este sistema recibe una entrada, que en nuestro ejemplo se corresponde con la edad de un individuo determinado, y a continuación transforma estos datos del lenguaje natural al lenguaje máquina para que puedan ser interpretados [3]. Este fase la realiza el mecanismo de inferencia o razonamiento, anteriormente mencionado, el cual dispone de tres componentes principales: el **fuzzificador**, el **motor de inferencia** y el **defuzzificador**, organizados tal y como se muestra en la siguiente figura.

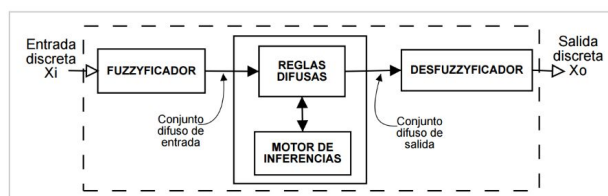


Figura 4. Mecanismo de razonamiento difuso.

El primero de ellos se encarga de adaptar las entradas que recibe el sistema en lenguaje natural para que este pueda trabajar con ellas, así como definir las funciones de pertenencia con las que calcular el grado de pertenencia a cada uno de los valores posibles para el elemento en cuestión.

El segundo componente, a su vez, se divide realmente en dos elementos: una **base de conocimiento**, en la que se encuentran las reglas difusas. Estas reglas se encuentran definidas en lenguaje natural y su objetivo consiste en relacionar los diferentes conjuntos existentes con los valores difusos definidos. A continuación se encuentra el **motor de inferencia** con el cual simularemos el razonamiento humano aplicando un proceso de inferencia sobre las entradas recibidas y haciendo uso de las reglas definidas anteriormente.

Por último el **defuzzificador** transforma el conjunto difuso obtenido por el razonador en un valor numérico interpretable y utilizable por el ser humano.

Para ejemplificar el funcionamiento de un sistema difuso procedemos a explicar el siguiente supuesto consistente en elegir la vivienda más adecuada en función de un conjunto de condiciones particulares, que tratan de aspectos tales como el precio de la vivienda, cuyo rango de valores difusos es *barato*, *caro* o *precio medio*, y la distancia a la que se encuentra del trabajo de la persona que está buscando un hogar cuyos valores difusos son *cerca*, *lejos* o *alrededor de 50 km*. Mediante estas propiedades se define la base de conocimiento con un total de hasta tres reglas difusas para este ejemplo en particular.

- Si la vivienda es barata o está cerca del trabajo, entonces la salida se corresponde con el valor *muy adecuada* [4].
- Si la vivienda es cara o está lejos del trabajo la salida correspondiente es *poco adecuada*.
- Si la vivienda es de precio medio y está a 50 kilómetros aproximadamente del trabajo, entonces el valor de la salida es *medianamente adecuada*.

A continuación definimos el rango de los valores numéricos en los que se convierten los valores difusos. Para el precio estimaremos que las viviendas se encuentran entre 0€ y 200€ a la semana y a una distancia máxima de 100 kilómetros. En relación a la evaluación de cuán adecuada es una vivienda se establecerá un rango entre 0 y 10. Adicionalmente se establece que los conjuntos difusos asociados al precio siguen funciones lineales a trozos

mientras que los de la distancia se modelan mediante funciones gaussianas. El proceso que se aplica para evaluar si una vivienda resulta adecuada o no para una determinada persona se compone de los siguientes pasos:

1. Obtenemos tanto el precio como la distancia de la vivienda al trabajo del interesado.
2. Codificamos los valores de entrada para que el sistema sea capaz de interpretarlos y trabajar con ellos.
3. Evaluamos la condición de cada regla aplicando el operador lógico que se encuentra en el antecedente sobre los datos de entrada ya codificados.
4. Agregamos cada una de las conclusiones generadas por las reglas aplicadas produciendo un conjunto difuso.
5. Decodificamos el conjunto difuso resultante para obtener un valor numérico que se corresponda con la adecuación de la vivienda a la persona interesada.

A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de problema en el que, tal y como se puede observar, el precio de la vivienda es de 84€/semana y la distancia al trabajo del cliente es de 42 kilómetros. El resultado de aplicar el procedimiento anteriormente descrito se refleja en la siguiente captura.

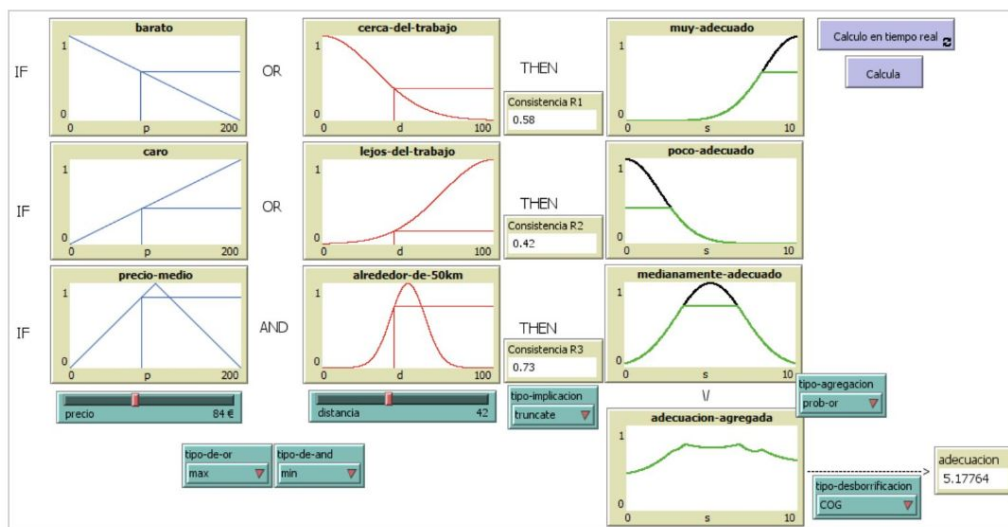


Figura 5. Ejemplo de aplicación de la lógica difusa para evaluar la adecuación de una vivienda para un determinado cliente.

Tal y como se puede comprobar, la lógica difusa es capaz de tratar con datos imprecisos mediante la inclusión del grado de pertenencia a cada uno de los valores posibles, es flexible puesto que es el proceso de adición o eliminación de reglas difusas es fácil de realizar. Asimismo, los conceptos matemáticos que utiliza son sencillos de comprender así como de implementar para llevarlos a cabo con un ordenador. Adicionalmente cabe destacar que es un proceso que se construye en base a la experiencia de los expertos en la

temática que se esté intentando resolver y, además, es una técnica que admite su integración con otras metodologías más clásicas de control [4].

## Lógica difusa en procesos de selección

Aplicar la lógica difusa para ayudar en el proceso de selección de candidatos que se realiza en las empresas produce diversas ventajas. En primer lugar los procedimientos en los que intervienen variables lingüísticas facilitan bastante el hecho de establecer los requisitos que debe de cumplir, en este caso, un candidato para que sea elegido, así como reduce el número de valoraciones necesarias para evaluarlo.

A continuación se detalla el proceso general para aplicar esta técnica a la contratación de personal.

1. En primer lugar se deben establecer las variables lingüísticas más adecuadas para el problema que intentamos resolver. Esta primera tarea dependerá, en gran medida, del tipo de proceso de selección que desee llevar a cabo la empresa, por lo tanto serán sus responsables los encargados de establecer el rango de términos posible.
2. A continuación se establece el peso para cada uno de los criterios fijados con los que se van a evaluar los candidatos. De este modo la empresa tendrá la capacidad de priorizar ciertas habilidades o condiciones más que otros y así adaptarlo a sus necesidades.
3. En esta tercera fase, se inicia la evaluación de los candidatos, por parte del departamento de recursos humanos, en función de los requisitos establecidos anteriormente así como su relevancia. Del mismo modo, también deberán de explicitar sus resultados en función del rango de términos lingüísticos fijados para aplicar la técnica en cuestión.
4. Por último se aplica el *defuzzyficador* para transformar los resultados obtenidos a valores numéricos con los que medir cuán adecuado es un candidato para un determinado empleo.

Para comprender más fácilmente el proceso descrito anteriormente así como las diversas variantes del mismo, a continuación procedemos a detallar algunos de los que hemos pensado son más interesantes.

### Número de decisores y variables a evaluar

A la hora de realizar un proceso de selección de personal podemos fijarnos en varias características o habilidades del candidato. Estas características serán nuestras variables a evaluar y marcarán el hecho de que un candidato sea contratado o no. En este punto se describirá uno de los métodos más simples para aplicar la lógica difusa a la selección de personal y para ejemplificar su uso con uno o varios decisores, se dividirá el proceso de

selección en dos subprocesos. El primero será el proceso del filtro curricular y el segundo el de evaluación:

1. **Filtro Curricular:** En este subproceso tendremos un solo decisor y dos criterios de toma de decisión. Este decisor será un experto en selección de personal o un psicólogo el cual se encargará de medir el grado de certeza ante dos de los criterios más importantes que se estén evaluando.
2. **Evaluación:** En este subproceso tendremos varios decisores y tres criterios de toma de decisión. Dado que este proceso considera varios decisores, se tomará como criterio o elemento a analizar la salida que ofrece el método tras la aplicación de la lógica difusa.

La aplicación de este método se puede extender de forma que se utilice un mayor número de criterios de evaluación. Sin embargo, para mostrar su uso se utilizarán los comentados anteriormente. Además de esto, cabe destacar que el uso de este método suele estar apoyado por herramientas software como *Matlab Fuzzy Toolbox* los cuales se encargan de asignar los valores difusos a cada una de las variables y a los resultados, además de esto permite definir las variables y todo el proceso de fuzzificación de estas de forma automática.

### Filtro Curricular

En este caso partiremos de la evaluación de dos variables las cuales representan los criterios en los que un analista se basaría para llevar a cabo la decisión de si un criterio cumple con los requerimientos para el puesto. Las dos variables a analizar por tanto serán el índice de cumplimiento del perfil del puesto y el índice de cumplimiento de referencias personales. Las diferentes variables se puntuarán de 0 a 5 y a partir de dicha puntuación se realizará el proceso de *fuzzificación*.

La primera variable consiste en el índice que resulta de evaluar el perfil del puesto con las características del candidato. Una vez valorada con una puntuación de 0 a 5 se *fuzzificarán* las valoraciones acorde a los siguientes criterios:

- **No cumple perfil:** Si el perfil se adecúa en menos del 30% del requerido. Entre 0 y 2.
- **Perfil promedio:** Si el perfil se encuentra entre el 31% y el 60% del requerido. Entre 1 y 4.
- **Buen perfil:** Si el perfil cumple los requerimientos en más de un 61%. Entre 3 y 5.

La segunda de las variables se centra en lo referente a las recomendaciones del candidato y es que se valorará el número de personas que dan buena referencia. De forma similar al caso anterior se realiza una valoración acorde a los siguientes criterios:

- **Bajas referencias:** El candidato no tiene buenas referencias laborales. Entre 0 y 2.
- **Referencias promedio:** Si tiene entre 1 y dos referencias positivas. Entre 1 y 4.
- **Buenas referencias:** Si tiene tres o más referencias positivas. Entre 3 y 5.

De forma adicional también tendremos en cuenta la variable de salida del proceso de fuzzificación ya que esta será la que determinará qué candidato pasa esta fase. Una vez se han analizado las valoraciones anteriores se obtiene un resultado difuso y de igual forma que en los dos anteriores casos utilizaremos los siguientes criterios:

- **No pasa a evaluación:** Candidato con pocas posibilidades de tener éxito en las evaluaciones. Entre 0 y 2.
- **Pasa a evaluación:** Candidato medianamente recomendable para evaluaciones. Entre 1 y 4.
- **Alto potencial:** Candidato altamente recomendable para evaluaciones. Entre 3 y 5.

Una vez definido cómo vamos a valorar cada una de las variables pasamos a crear las reglas difusas. Estas serán del tipo *“Si el candidato tiene un buen perfil y malas referencias, entonces el candidato no pasa a evaluación”*.

## Evaluación

En este caso, como se comentó anteriormente se propone una situación en la que se valorará a los candidatos seleccionados en el apartado anterior por varios decisores o seleccionadores. El punto diferenciador de este caso es que algunas variables y criterios estarán marcados por fórmulas simples. En este caso se dispondrán 3 variables o criterios y 4 decisores. La primera variable que definiremos es el índice que abarca todos los tests que se apliquen al candidato:

- **Bajo:** Si solo supera un test. Entre 0 y 2.
- **Medio:** Si cumple dos test. Entre 1 y 4.
- **Alto:** Si cumple tres o más tests. Entre 3 y 5.

La segunda de las variables se centra en todas las entrevistas realizadas y también debe asignarse un valor y peso a cada entrevista. Para poder asignar un valor conjunto a esta variable se utilizará una fórmula la cual podría tener la siguiente forma:

$$\text{Valoración} = ((\text{Entrevista decisor 1}) + (\text{entrevista decisor 2}) + (\text{entrevista decisor 3}) + (\text{entrevista decisor 4}) * 2) / 4.$$

En este caso cada uno de los decisores valorará las entrevistas personales de 0 a 5 y a través de la fórmula anterior el candidato recibirá una calificación ponderada en ese rango.

- **No recomendable:** Se ha considerado no apto en las competencias evaluadas por los entrevistadores. Entre 0 y 2.
- **Recomendable con observaciones:** Tiene una puntuación media, es necesario una observación más detallada. Entre 1 y 4.
- **Altamente recomendable:** Candidato apto en todas las competencias evaluadas. Entre 3 y 5

En la última de las variables a evaluar se tomarán las valoraciones de los asesores en equipo.

- **El mejor candidato:** El candidato preferido. Entre 4-5
- **Candidato en la media:** Los candidatos aptos pero que se hallan en el promedio. Entre 2-4
- **Candidato a descartar:** No convenció a los evaluadores. Entre 0 y 2.

Por último, la variable de salida será una variable ternaria la cual representa un ranking con los tres mejores resultados.

- **Candidato favorito:** El candidato que más se adapta a los requisitos.
- **Candidato promedio:** El segundo candidato en el ranking.
- **Candidato opcional:** Candidato con opciones en el caso de que no se disponga de ninguna otra opción.

De todo este análisis se realizan, igual que en el caso anterior, las reglas *fuzzy*. Estas podrían tener la siguiente forma:

- Si la clasificación en los tests es **alta** y en las evaluaciones obtiene el rango de **altamente recomendable** y es **el mejor candidato** según los asesores entonces es el **candidato favorito**.
- Si la clasificación en los tests es **baja** y en las evaluaciones obtiene el rango de **recomendable con observaciones** y es **el mejor candidato** según los asesores entonces es el **candidato promedio**.
- Si la clasificación en los tests es **alta** y en las evaluaciones obtiene el rango de **no recomendable** y es un **candidato a descartar** según los asesores entonces es el **candidato opcional**.

Como hemos visto, al final de todo este proceso, obtendríamos un ranking con los mejores candidatos para el puesto que queremos asignar. Sin embargo, hay que recordar que todo el proceso anterior es un ejemplo de la aplicación de este sistema de selección de personal. Las variables pueden cambiar enormemente y se pueden seleccionar diversos criterios de selección, sin embargo, por norma general la aplicación de la lógica difusa a la sección de personal suele tener varios puntos en común. Por lo tanto, la aplicación de una máquina fuzzy de selección de personal suele seguir siempre un flujograma como el que se puede ver a continuación. En él, se muestra como los responsables del modelo pueden ir haciendo correcciones al mismo hasta dar con un modelo adecuado a las necesidades de la organización.



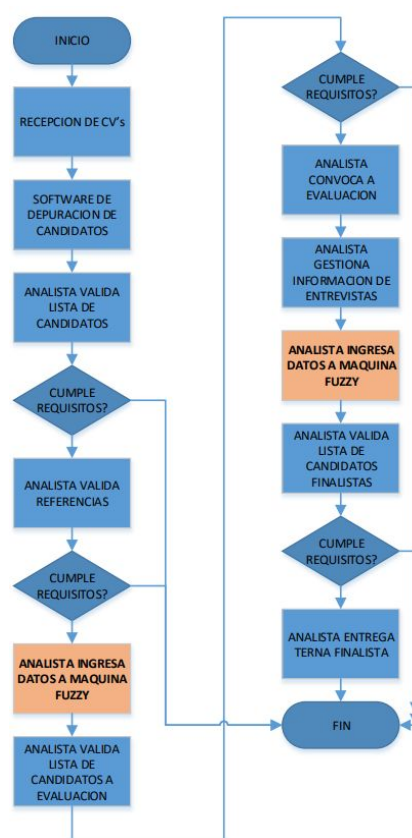


Figura 6. Esquema de aplicación de una máquina fuzzy al proceso de selección [2].

## Números difusos triangulares

De forma general, este procedimiento no es realizado únicamente por una sola persona, sino que intervienen un grupo de responsables de diversos departamentos. Para este ejemplo en particular, el proceso de selección de candidatos será llevado a cabo por **tres responsables** procedentes del departamento ejecutivo, de adquisición y de administración y finanzas, respectivamente, y su notación será la siguiente:  $\{ D1, D2, D3 \}$ .

En lo que se refiere a las variables lingüísticas se definirán cinco términos para evaluar la importancia de los criterios que se establezcan para averiguar si un candidato es apto o no para el puesto al que opta. Para transformar la variable lingüística a un valor numérico bien se puede utilizar el criterio clásico consistente en establecer un intervalo fijando, para ello, un límite inferior y un límite superior. Sin embargo, en este ejemplo concreto se ha hecho uso de los denominados **números difusos triangulares** [5]. Este tipo de representación se encuentra formada por tres valores reales en los cuales se representa el peor caso, el más probable y el mejor. Esta tripleta ayuda a gestionar más fácilmente problemas con un grado alto de incertidumbre así como proporciona cierta flexibilidad a la hora de establecer un valor numérico para cada uno de los pesos correspondientes a las variables difusas con las que se evaluarán los diferentes criterios establecidos [6][7]. A



continuación se muestra la tabla resumen acerca de los términos lingüísticos evaluadores así como su representación numérica [5].

| Linguistic term       | Triangular fuzzy number |
|-----------------------|-------------------------|
| Very Important (VI)   | (0.75, 1.0, 1.0)        |
| Important (I)         | (0.5, 0.75, 1.0)        |
| Fair (F)              | (0.25, 0.5, 0.75)       |
| Unimportant (U)       | (0, 0.25, 0.5)          |
| Very Unimportant (VU) | (0, 0, 0.25)            |

Figura 7. Variables lingüísticas y su representación numérica.

A continuación, cada uno de los evaluadores deberá de definir para cada uno de los **criterios** establecidos la relevancia del mismo a través de los términos definidos anteriormente. Si bien, como hemos comentado anteriormente, las condiciones que se fijan son dependientes tanto de la empresa como de las características de la vacante, en un segundo caso en el que se realizó un estudio acerca de la aplicación de la lógica difusa para la selección del personal en una fábrica, se consideraron aspectos tales como la velocidad en realizar una tarea, la calidad del resultado obtenido, la capacidad de liderazgo, los conocimientos profesionales, la confianza en uno mismo, entre otros.


Una vez los evaluadores han puesto de manifiesto la relevancia de cada uno de los criterios previamente establecidos, a continuación se inicia la fase de **evaluación de los candidatos**. Para indicar la adecuación de cada candidato a cada uno de los criterios se establece otro conjunto de variables difusas, las cuales en este ejemplo particular son las siguientes: *{Very poor, Poor, Fair, Good, Very good}*. Del mismo modo, la representación numérica de cada una de estas variables se transforma en un número triangular difuso para facilitar la correspondencia entre el grado de adaptación del candidato a un criterio especificado y la relevancia de este para el puesto de trabajo al que opta.

Por último, como en este ejemplo se han utilizado varios evaluadores, deberán de poner en común los resultados para cada uno de los candidatos con el objetivo de conocer cuál es el más indicado para el puesto [5].

## Selección de Personal por Competencias basado en Lógica Difusa

En este caso hablamos de un enfoque en la aplicación de la lógica difusa centrado en las competencias de los candidatos. A partir del análisis de estas competencias podremos obtener el nivel de adecuación de las habilidades de ese candidato con el nivel requerido en cada una de ellas. De esta forma obtendremos los candidatos a ocupar un puesto en concreto.

Primero, en este modelo, se ha de realizar un análisis de los propósitos generales de cada puesto a ocupar. Con esto se definirá un resumen de cada una de las competencias



necesarias para ocupar un puesto. La información a incluir debe de ser lo más amplia posible pero descartando aquella información poco útil o ambigua. Para desarrollar esto el personal de recursos humanos debe extraer y agrupar cada una de las competencias del puesto de forma que la información y la agrupación de la misma sea lo más clara posible.

La agrupación de las competencias suele dividirse en **requisitos, exigencias físicas, conocimientos y habilidades [1]**. Tras esto, obtendremos un resultado como el que se puede ver en la figura 8. Una vez definida esta agrupación deberemos realizar el estudio de los métodos de medición del cumplimiento de las competencias antes obtenidas. Para esto último se identificarán las variables que se clasificarán de forma difusa.

Dentro de las competencias, además de lo anterior, podemos diferenciar dos tipos de competencias: Las competencias **organizacionales**, las cuales definen conocimientos y habilidades que tiene que tener todo trabajador, estas reflejarán las ventajas competitivas del personal de la organización. En el otro lado, encontramos las competencias **conductuales**, estas describen comportamientos o habilidades requeridas para un puesto.


Una vez obtenida la información anterior, disponemos de un documento o análisis por cada puesto el cual reflejará las competencias, habilidades y requisitos que debe cumplir una persona para ocupar dicho puesto. De este documento se genera la lista de variables lingüísticas. En este punto podemos pasar a definir los niveles de exigencia de competencias y requisitos de cada uno de los puestos. Esto significa que para cada habilidad que se quiera clasificar se elige un nivel requerido para el puesto en cuestión. Un ejemplo sería el puesto de un mecánico, en este supuesto para ocupar dicho cargo se necesita en el apartado de estudios el nivel de secundaria. Por lo tanto en dicha variable lingüística se le asigna el 100% de exigencia al valor “educación secundaria”. A medida que los valores se vayan alejando del valor exigido, el grado de cumplimiento de dicho requisito disminuirá, reduciendo las posibilidades del candidato de ser admitido.

|              |                    |                       | Gerente De Operación Comercial<br>TE-D2-006  | Asistente de Crédito y Cobranza (3)<br>TE-D5-004   |
|--------------|--------------------|-----------------------|--|--|
| Competencias | Requisito          | Nivel Escolar         | Universidad  | Universidad  |
|              |                    | Edad*                 | ≥30 and ≤5   | ≥24 and ≤35  |
|              |                    | Estado Civil*         | Indistinto   | Indistinto   |
|              |                    | Sexo                  | Indistinto   | Indistinto   |
|              |                    | Disponibilidad        | Para Viajar (100%)   | De Horario (50%)<br>Para Viajar (50%)  |
|              |                    | Especialidad          | Licenciado en Administración<br>Licenciado en Comercio Internacional<br>Licenciado en Mercadotecnia<br>*                     | Contador General<br>Licenciado en Administración<br>*  |
|              |                    | Licencia Vigente      | N/A  | N/A  |
|              |                    | Licencia Tipo         | N/A  | N/A  |
|              |                    | Visa USA Vigente      | N/A  | N/A  |
|              |                    | Credencial Fast Line  | N/A  | N/A  |
|              |                    | Estabilidad Años      | N/A  | N/A  |
|              | Conocimientos      | Paquetería            | Excel<br>Word<br>Power Point (Nivel B)<br>Outlook  | Excel<br>Word (Nivel C)<br>Outlook   |
|              |                    | Específicos           | Procesos de Comercio Exterior  | Contabilidad General<br>Movimientos Bancarios<br>Manejo de Cartera   |
|              |                    | Inglés Técnico        | N/A  | N/A  |
|              |                    | Inglés Conversacional | N/A  | N/A  |
|              | Habilidades        |                       | Monitoreo y Seguimiento<br>Estrategia<br>Negociación<br>Liderazgo<br>Trabajo bajo presión<br>Manejo de Personal              | Trabajo bajo presión   |
|              | Exigencias Físicas |                       |  |  |
|              | Actitudes          |                       | Comunicación<br>Planeación<br>Organización<br>Compromiso Personal<br>Actitud de Servicio<br>Trabajo en Equipo<br>Responsable | Actitud de Servicio<br>Comunicación<br>Compromiso Personal<br>Responsable<br>Organización<br>Planeación<br>Atención a Clientes |
|              |                    |                       |  |  |
|              |                    |                       |  |  |
|              |                    |                       |  |  |

Figura 8: Resultado del análisis de competencias para dos puestos de trabajo [1].

Al igual que en otros métodos de aplicación de lógica difusa, también tendremos que asignar un método para *fuzzificar* los valores de dichas variables. Para ello se valora el grado de cumplimiento de un requisito o competencia y se le asigna una variable numérica. A continuación se *fuzzifica* dicho valor atendiendo unos rangos de valores. Un ejemplo lo podemos encontrar en la experiencia del candidato en años. En este caso si el candidato tiene menos de 2 años de experiencia tendrá una experiencia “baja”, si esta se encuentra entre 2 y 5 una experiencia “suficiente” y si es más de 5 años será “mucha”.

Una vez tenemos claro cómo vamos a *fuzzificar* cada una de las variables necesitaremos definir cuál es el “candidato ideal” para cada uno de los puestos. Esto quiere decir que deberemos seleccionar los valores ideales para cada una de las variables lingüísticas. Es fácil confundir este paso con la selección de los niveles de exigencia, pero ambos representan procedimientos diferentes. Los valores para el candidato ideal serán las premisas con las cuales seleccionaremos los mejores candidatos. Por otro lado, los niveles de exigencia nos permitirán comprobar el grado de cumplimiento de las exigencias al puesto por cada candidato.



Una vez definido todo lo anterior, se crea el modelo con los datos obtenidos y se crean las reglas difusas. Estas reglas se definirán junto con un experto en dicho puesto y con el personal de recursos humanos. Estas reglas serán las que definirán los criterios de aceptación o rechazo de un candidato a un puesto.

## Conclusiones

Como se ha podido ver a lo largo del presente trabajo, la lógica difusa se adapta muy bien a situaciones en las cuales la subjetividad humana se hace patente. Y es que, cualquier proceso en el cual intervenga una persona, estará sujeto a su interpretación, sin haber ninguna opinión totalmente neutra u objetiva. Por ello es necesario desarrollar herramientas para analizar las capacidades o la conducta de las personas para poder medir su compatibilidad y capacidad de adaptación a un determinado puesto de trabajo.

El uso de técnicas basadas en lógica difusa nos permitirá resolver este problema y es que va a apartar a la persona del proceso de decisión entre un candidato y otro. De este modo, el modelo será el encargado de seleccionar un candidato aportando un juicio menos subjetivo. Este juicio vendrá dado por las características que se hayan elegido para dicho puesto y no por la opinión de un seleccionador. No obstante, con este tipo de métodos no se consigue la imparcialidad absoluta, puesto que los criterios de evaluación del candidato así como su grado de relevancia siguen siendo impuestos por las empresas de forma particular para adaptar el proceso de selección a sus necesidades.

Además de esto, el hecho de que la lógica difusa emplee términos más cercanos a los que usamos los humanos día a día hace que la comprensión del modelo sea mucho más asequible para cualquier persona, ya que es esta la que se utiliza de forma normal. Asimismo, la capacidad de convertir, posteriormente, el resultado difuso a una variable numérica que nos indique la idoneidad de un determinado candidato también simplifica enormemente la interpretación de los resultados.

Adicionalmente, la creación de los modelos de lógica difusa no es un proceso complicado, puesto que está compuesto por una serie de pasos básicos y comunes a todas las variantes del proceso de selección de candidatos. Además, es bastante intuitivo y asequible para cualquier tipo de usuario.

## Bibliografía

1. Francisco Javier Herrera López, Rosa María Romero González, Carlos Olmos Trejo, Red Internacional de Investigadores en Competitividad, *Método de selección de personal por competencias basado en lógica difusa*, <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/299/1443>
2. José Luis Guerrero Campos, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), *Selección de personal usando lógica difusa*, 2015, <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/609467>
3. Francisco Javier Ruvalcaba Coyaso, Anais Vermonden, Universidad & Empresa, Universidad del Rosario, *Lógica difusa para la toma de decisiones y la selección de personal*, 2015, <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1872/187243745010/html/index.html>
4. Fernando Sancho Caparrini, Universidad de Sevilla, *Introducción a la Lógica Difusa*, 2019, <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=97>
5. Ali Reza Afshari, Universidad Amirkabir de la Tecnología (Irán), *Fuzzy personnel selection problem*, 2014, [https://www.researchgate.net/publication/263087776\\_FUZZY\\_PERSONNEL\\_SELECTION\\_PROBLEM](https://www.researchgate.net/publication/263087776_FUZZY_PERSONNEL_SELECTION_PROBLEM)
6. Xixiang Zhang, Weimin Ma, Liping Chen, *The Scientific World Journal*, *New Similarity of Triangular Fuzzy Number and its application*, 2014, <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/215047/>
7. Robert Fullér, *On product-sum of triangular fuzzy numbers*, <http://users.abo.fi/rfuller/fs3.pdf>