

LA SELECCIÓN DEL PERSONAL CON UN ALGORITMO GENÉTICO BORROSO

López González, E.
Mendaña Cuervo, C.
Rodríguez Fernández, M.A.
Universidad de León

RESUMEN:

La selección de personal para las distintas actividades desarrolladas por las unidades económicas precisa planteamientos más coherentes y no simplistas de la información que se posee. La utilización de la Computación Flexible y la representación imprecisa del conocimiento disponible a través de etiquetas lingüísticas permite reconocer el problema tal como se muestra en la realidad. Con este trabajo se pretende suministrar una solución satisfactoria a un problema real de gestión de personal.

PALABRAS CLAVE: Selección de Personal. Relación entre Puestos. Etiquetas Lingüísticas. Números Borrosos. Algoritmos Genéticos.

INTRODUCCIÓN

La incorporación de nuevo personal o la asignación del ya existente a tareas específicas constituye una decisión importante, dado que el acierto en ella determinará la propia supervivencia de la empresa. Esto es aplicable a cualquier sector, pero cobra mayor relevancia en aquellos donde la turbulencia o hipercompencia en que se desarrolla su actividad precisan contar con recursos humanos que doten de flexibilidad y adaptabilidad suficientes, de ahí que una correcta selección del personal redundará en mayor grado en el desarrollo futuro de la empresa.

El objetivo del presente trabajo consiste en intentar elaborar un modelo de selección de personal en condiciones de incertidumbre que permita tanto minimizar los riesgos derivados de la realización de tareas por personal inadecuado como maximizar la utilidad de la empresa con la ubicación óptima de los trabajadores, permitiendo incorporar en él toda la información de la que se dispone por ambigua o subjetiva que esta sea, así como con las imprecisiones que este tipo de toma de decisiones conlleva.

Desde la vertiente empresarial, el problema así descrito se corresponde con la optimización de una relación: la eficiencia del factor trabajo y los costes derivados de su utilización. Por otro lado, ninguna empresa puede obviar, a la hora de elegir las personas más adecuadas para un puesto, que los trabajadores interactúan unos con otros y no desarrollan su actividad aisladamente. Surge aquí la idea de formación de equipos capaces llevar a cabo el trabajo común, aún sin ser todos sus miembros de un elevado talento o con aptitudes diferentes.

Por ello, a la hora de valorar de la mejor manera posible la selección de personal, será necesario no sólo tener en cuenta el perfil del puesto de trabajo y los niveles de exigencia de cada

una de las tareas a desarrollar en el mismo, para compararlos con las cualidades de los candidatos, sino también las distintas personalidades de éstos, ya que si son seleccionados pertenecerán a un equipo formado por personas con las que debe colaborar en el logro de una meta común.

Pretender recoger y graduar toda esta información suscita el interés por la posible incorporación a este ámbito de la Teoría de los Subconjuntos Borrosos [ZADEH, 1965; KAUFMANN y GIL-ALUJA, 1990] con objeto de poder tratar de forma adecuada la incertidumbre que caracteriza la toma de decisiones relacionadas con la selección de personal. Particularmente, en este trabajo, se propone utilizar etiquetas lingüísticas para representar la información de las variables y facilitar un modelo de decisión que consiga manejar dicha información.

A este respecto, resulta evidente que los gestores de personal y aquellas personas encargadas de valorar mediante distintas pruebas (test de aptitudes, cuestionarios de personalidad, pruebas situacionales, seminarios de evaluación, entrevistas, etc.) los niveles que cada candidato presenta en las competencias de los puestos entre otras variables, prefieran utilizar para tal fin el lenguaje natural que ellos manejan, pues resulta poco ajustado a la realidad expresar dichos niveles con valores numéricos estrictos [STRAUSS y SAYLES, 1981]. Con ello, aunque se pierde la precisión de los números, se gana en acercamiento al problema.

Por otro lado, para optimizar la asignación o selección planteadas se requiere de alguna herramienta capaz de captar toda la complejidad que la información imprecisa conlleva, así como para facilitar una buena solución al decisor [LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al*, 1995a; LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al*, 1995b; LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al*, 1995c]. Por ello, en este trabajo, se ha optado por la utilización de un Algoritmo Genético, pues al tratarse de un método heurístico de búsqueda de soluciones no presenta restricciones al planteamiento del problema, por muy complejo que este sea. En este estudio, dicho algoritmo se caracteriza por utilizar una función de adecuación que permite la evaluación de información lingüística, lo cual presenta una clara innovación tanto en la originalidad del medio utilizado para la ayuda a toma de decisiones como en la aportación en cuanto al tratamiento con tecnologías borrosas del algoritmo genético propugnado.

De acuerdo con lo anterior, en la siguiente sección se llevará a cabo un análisis descriptivo del objeto material del estudio y la modelización que se propone. Posteriormente, se presenta el Algoritmo Genético diseñado para conseguir una buena solución del problema. A continuación, se facilita un ejemplo de la experimentación y se discuten los resultados obtenidos. Por último, se incluyen las conclusiones y desarrollos futuros que al respecto los autores sugieren.

LA SELECCIÓN DEL PERSONAL EN AMBIENTE DE INCERTIDUMBRE. ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y MODELIZACIÓN DEL PROBLEMA

LA SELECCIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

A los efectos de este trabajo se entenderá que la selección de personal consistirá en elegir a una persona para un puesto de trabajo con un determinado perfil, susceptible de ser definido a

través de unas medidas o valuaciones que permitan ser comparadas con las cualidades del candidato.

En cualquier caso, por su propia naturaleza, los esquemas utilizados para la selección de personal se hallan sujetos a ciertas dosis de subjetividad y se presentan como una sucesión de etapas, en las que se van eliminando sucesivamente los candidatos que se consideren menos adecuados, al mismo tiempo que se intenta captar las cualidades que poseen aquellos más aptos para la realización de las tareas que definen el puesto de trabajo.

Las fases a llevar a cabo el proceso de selección se pueden resumir, a modo indicativo, en las tres siguientes [STRAUSS y SAYLES, 1981; GIL-ALUJA, 1996; DE ANSORENA, 1996]:

1. Establecimiento del perfil del puesto de trabajo, a través del análisis de las tareas encomendadas con posibilidades objetivas para su realización. Dicho perfil comprende también la enumeración de las cualidades que el candidato debe poseer para la correcta realización de las actividades que el puesto de trabajo comporta, así como el grado de importancia que dicha competencia tiene en relación con tal puesto

En la práctica es común establecer una lista de la totalidad de las competencias necesarias, entendiéndose por competencia una característica esencial de un individuo que genera un desempeño eficaz o superior en el trabajo. En esta definición se englobarían habilidades, rasgos personales, motivaciones y otros aspectos como la autoimagen, el rol social desempeñado, el conocimiento que el individuo posea, etc. De esta forma, es posible estudiar las operaciones que comporta el puesto de trabajo correspondiente, así como las condiciones en las cuales deben ser realizadas las tareas.

Tradicionalmente se han utilizado valuaciones ciertas para determinar las competencias que se precisan para un puesto de trabajo. Sin embargo, resulta obvio que en la mayoría de ellas el grado de cumplimiento no ha de ser rígido y por ello la modelización mediante variables lingüísticas encuentra aquí una interesante aplicación.

Además, en el establecimiento del puesto resulta necesario incluir las relaciones con los demás debido a que las organizaciones no se componen de personas desarrollando su actividad aisladamente sino que se interrelacionan entre sí, por lo que conseguir un "buen equipo" puede resultar más importante que "buenas individualidades".

Por otro lado, si se plantea un problema de selección con varios puestos, se debe ponderar de alguna manera aquellos que para la dirección de la empresa resultan de mayor trascendencia, pues, serán estos los que de una manera más eficiente se deberán cubrir con las personas idóneas.

2. Evaluación del candidato. Se dispone de una amplia panoplia de posibilidades para elegir las pruebas (formularios, entrevistas, exámenes, tests, etc.) [STRAUSS y SAYLES, 1981; DE ANSORENA, 1996] que, de alguna manera, intentan determinar los niveles de aptitud de una persona con relación a ciertas cualidades que se estiman precisas para desarrollar correctamente las tareas de un puesto de trabajo. Por otro lado, también resulta conveniente tener en cuenta.

además de las necesidades del puesto de trabajo, las condiciones de su entorno, especialmente las que se refieren al equipo humano en el que se debe incorporar.

En esta fase tiene plena vigencia el análisis de las posibles interrelaciones que puedan surgir entre los individuos, pues, cuando nos encontramos con tareas o puestos de trabajo en las cuales existe un contacto entre personas, o que son realizadas por equipos, se debe conseguir que los trabajadores involucrados sean cooperantes, es decir, que sean compatibles en la realización del trabajo común.

Esta circunstancia ratifica el interés por contemplar en el proceso de selección las posibles relaciones entre las tareas y qué grado de compatibilidad existe entre los individuos. Estas valoraciones se realizan de manera subjetiva en muchos casos, con lo cual, la utilización de etiquetas lingüísticas permitirá un acercamiento mayor a la realidad del proceso de toma de decisiones estudiado.

3. Adaptación del candidato al perfil. Una vez conocidos los niveles en que cada candidato posee una determinada cualidad, se procede a su comparación con las cualidades del perfil del puesto de trabajo establecido, lo que debe permitir conocer el grado de adaptación de cada candidato y obtener, en definitiva, un orden de preferencia entre ellos. Todo ello sin olvidar la compatibilidad de las personas, objetivo paralelo a la buena adaptación de los candidatos a los puestos.

MODELO LINGÜÍSTICO-BORROSO DE SELECCIÓN DE PERSONAL

En nuestro caso, el modelo que se propone consta de las siguientes fases:

1. En un primer paso se establece cuales son los puestos que se pretende asignar o seleccionar.

$$X' = \{X'_1, X'_2, \dots, X'_n\}$$

Asociadas a cada puesto se conocen las competencias que se precisan:

$$C = \left\{ \begin{array}{c} C_{11}, \dots, C_{1m2} \\ \vdots \\ C_{m11}, \dots, C_{m1m2} \end{array} \right\}$$

y la *importancia* que cada una tiene dentro de los distintos puestos.

$$IC = \left\{ \begin{array}{c} IC_{11}, \dots, IC_{1m2} \\ \vdots \\ IC_{m11}, \dots, IC_{m1m2} \end{array} \right\}$$

Normalmente, en un ámbito cuantitativo esta información se expresa por medio de valores numéricos. Sin embargo, cuando se trabaja en campos cualitativos, como el de la gestión de personal, que se caracterizan por un conocimiento vago o impreciso, ésta no se puede expresar de manera numérica exacta. Por tanto, una aproximación más realista será utilizar información lingüística en su lugar, siempre y cuando las variables que participan en el problema se expresen en dichos términos [DELGADO *et al*, 1993]. Este planteamiento es aplicable a multitud de problemas, debido a que permite representar la información de una manera más adecuada [YAGER, 1992],

En este trabajo se ratifica la posibilidad de que la información referente a la *importancia* de las competencias se establezca de manera lingüística, pues parece claro que un experto en gestión de personal no conozca de una manera numérica exacta cual es la *importancia* de una competencia, pero sí que sea capaz de indicarlo mediante su propio lenguaje natural.

Para la evaluación de la *importancia*, así como otras características, se ha optado por utilizar un conjunto de nueve etiquetas lingüísticas [BONISSONE y DECKER, 1986] cuya representación se muestra en la Figura 1.

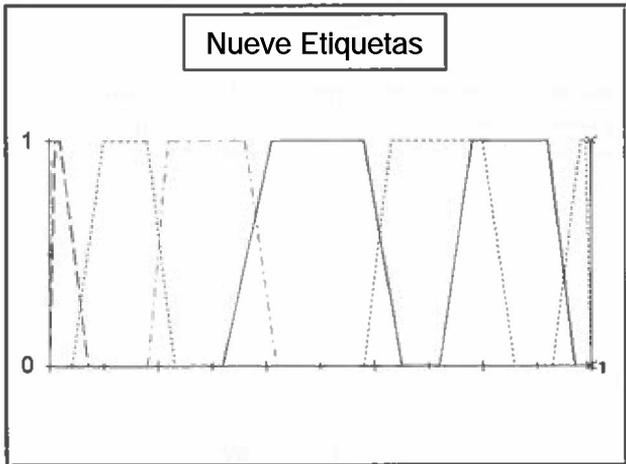


FIGURA 1

Así, para el caso de la *importancia* proponemos las etiquetas y los Números Borrosos Trapezoidales asociados con ellas que se muestran a continuación:

<i>Imprescindible</i>	(1, 1, 1, 1)
<i>Extremadamente Alta</i>	(.93, .98, .99, 1)
<i>Muy Alta</i>	(.72, .78, .92, .97)
<i>Bastante Alta</i>	(.58, .63, .80, .86)
<i>Media</i>	(.32, .41, .58, .63)
<i>Bastante Baja</i>	(.17, .22, .36, .42)
<i>Muy Baja</i>	(.04, .1, .18, .23)
<i>Extremadamente Baja</i>	(0, .01, .02, .07)
<i>Innecesaria</i>	(0, 0, 0, 0)

De forma adicional, en el caso de que se cuestione la selección de varios puestos de trabajo, el experto o decisor puede considerar que no todos tienen la misma *importancia*, prefiriendo soluciones que coloquen a las personas más adecuadas en los puestos más trascendentes. Por ello, se deberá incluir una etiqueta asociada a cada puesto que determine la *importancia* que este tiene en la selección que se plantea. Esta característica, en el estudio, se define igualmente de la misma manera que para las competencias, es decir, con nueve etiquetas.

$$IP = \{IP_1, IP_2, \dots, IP_n\}$$

Por otro lado, debido a que los puestos no son independientes unos con otros, se debe analizar las relaciones que existen entre ellos y la *importancia* de dicha relación. También en este sentido, se ha considerado la utilización de nueve etiquetas.

$$RP = \begin{Bmatrix} -, RP_{12}, \dots, RP_{1m1} \\ \vdots \\ RP_{m11}, \dots, RP_{m2-1m1} \end{Bmatrix}$$

2. Una vez establecidos los puestos se presentan los candidatos, $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$. La información relativa a los mismos comprende tanto los *niveles* operativos que los mismos desarrollan en las diferentes competencias de los puestos:

$$N = \begin{Bmatrix} N_{11}, \dots, N_{m2} \\ \vdots \\ N_{n1}, \dots, N_{nm2} \end{Bmatrix}$$

como las *relaciones* que unen unos individuos con otros:

$$RC = \begin{Bmatrix} -, RC_{12}, \dots, RC_{1n} \\ \vdots \\ RC_{n1}, \dots, RC_{nn-1}, - \end{Bmatrix}$$

Ambos tipos de información se establecen por medio de nueve etiquetas como en otros casos anteriores, que determinan tanto *niveles* como *relaciones*, a saber:

NIVEL

- Optimo
- Muy Alto
- Bastante Alto
- Alto
- Medio

RELACIÓN

- Excelente
- Muy Buena
- Bastante Buena
- Buena
- Indiferente

NIVEL

Bajo
Bastante Bajo
Muy Bajo
ínfimo

RELACIÓN

Mala
Bastante Mala
Muy Mala
Pésima

Según este planteamiento se trata de un problema de optimización utilizando información imprecisa y con dos objetivos: buenos niveles de los candidatos en las competencias de los puestos y buenas relaciones entre los candidatos de puestos relacionados.

3. Para la valoración de las posibles soluciones al problema se propone un modelo que utilice la semántica numérica (números borrosos) que esas etiquetas representan.

Sea $S_i = \{X_p, X_p \wedge X_j\}$ una solución generada aleatoriamente para un problema de n puestos. Para cada puesto tenemos n_j competencias que lo definen con m_j grados de importancia de cada competencia. Así, para valorar la competencia de cada individuo en cada puesto habrá que conjugar la importancia de las competencias del puesto con el nivel del individuo. Para ello, se propone multiplicar cada número borroso asociado a la *importancia* de cada competencia por el número borroso del *nivel* del individuo en la misma y sumar los resultantes de la multiplicación [KAUFMANN y GIL-ALUJA, 1990].

Con el paso anteriormente descrito es posible obtener un número borroso que valora la competencia de cada individuo en cada puesto. Sin embargo, se pretende dar un valor a la solución en su conjunto en cuanto a la competencia de los candidatos en los puestos, sin olvidar que dichos puestos tienen distinta *importancia*. A tal fin, se propone multiplicar los valores borrosos de la competencia de cada individuo por la *importancia* de cada puesto y sumarlos, obteniéndose el valor de la solución en cuanto a adecuación a los puestos como un número borroso.

Sin embargo, la bondad de las soluciones vendrá determinada también por las *relaciones* entre los candidatos de la misma. Por un lado, se conocen las conexiones entre puestos y la *importancia* que tienen cada una, y por otro las *relaciones* entre candidatos. Se conjuga, entonces, para cada puesto la *importancia* de las relaciones con otros puestos con el *grado* de relación que el candidato ubicado en ese puesto tiene con los candidatos de puesto vinculados. Para la realización de este paso se propone multiplicar los números borrosos asociados a la *importancia* de la relación de un puesto con los demás, por el nivel de relación que el individuo situado en él tiene con el resto de los asignados a puestos relacionados.

Una vez efectuada tal operatoria, se podrá obtener un número borroso que valora la relación de cada candidato con el resto. Para poder dar un a valor la solución en su conjunto, se propone sumar las *relaciones* de todos los candidatos de la misma.

Por último, se plantea sumar el *nivel de competencia* con el *grado de relación* de la solución para obtener un valor único sobre la bondad de la selección de personal que representa la solución. En esta fase se ha de considerar las preferencias del gestor de personal, en cuanto a ponderar más que los candidatos se adecúen a los puestos o que formen un buen equipo de trabajo.

UN ALGORITMO GENÉTICO BORROSO PARA LA SELECCIÓN DEL PERSONAL

Los Algoritmos Genéticos constituyen herramientas de búsqueda adaptativa y optimización basadas en los mecanismos de la selección natural y la genética [HOLLAND, 1965; GOLDBERG 1989; DAVIS, 1991; ROZA, 1994; HERRERA y VERDEGAY, 1996]. Aunque existen muchas posibles variantes de los mismos, los mecanismos fundamentales bajo los cuales funcionan son: operar sobre una población de individuos (soluciones factibles de un problema) que normalmente se genera de forma aleatoria, y cambiar en cada iteración los individuos atendiendo a los cuatro pasos siguientes:

- 1) Evaluación de los individuos de la población.
- 2) Selección de un nuevo conjunto de individuos.
- 3) Reproducción sobre la base de su relativa conveniencia o adaptación.
- 4) Recombinación para formar una nueva población a partir de los operadores de cruce y mutación.

Los individuos resultantes de estas operaciones forman la siguiente población, iterando este proceso hasta que el sistema no presente una situación o posición de mejoría.

Debido a su simplicidad, facilidad de manejo, mínimas restricciones y generalización, han sido aplicados con éxito en una amplia variedad de problemas [LUKAS1US y KATEMAN, 1989; SANDGREN y JENSEN, 1990; DEB, 1991; CALLAHAN y WEEKS, 1992],

En este trabajo el Algoritmo Genético propugnado tiene como primera característica una codificación real de las soluciones. Se generan cadenas de candidatos tan largas como el número de puestos disponibles, diferenciándose dos tipo de problemas: asignación, en el que el número de puestos es igual al número de candidatos; y selección, en el que el número de candidatos será mayor al de puestos.

Un ejemplo de solución para el caso de cinco tareas con cinco candidatos disponibles (asignación) sería:

$S_{-}\{2,4,13,5\}$

Esta solución nos indica que el individuo 2 al ocupar el primer lugar se asigna a la primera tarea, el 4 al ocupar el segundo puesto a la segunda tarea, el 1 a la tercera, el 3 a la cuarta y el 5 a la quinta.

Una vez decidida la codificación se genera una batería de ellas a través de un proceso aleatorio.

FUNCIÓN DE ADECUACIÓN O ADAPTACIÓN

Para establecer la adecuación de las soluciones, se utiliza el modelo de evaluación borrosa planteado en la sección anterior. Con él obtendremos un número borroso como indicador de la bondad de cada solución. Para establecer una jerarquía entre todas ellas se propone utilizar la

distancia borrosa [KAUFMANN y GIL-ALUJA, 1990] que cada uno de ellos tiene con respecto al origen (singletón 0).

SELECCIÓN DE LOS PADRES

El siguiente paso será seleccionar a través de un *Ranking de Selección con Ruleta* [DAVIS, 1991] aquellos individuos más aptos, los cuales serán los *padres* de la siguiente generación, tal como se muestra en la Figura 2.

	Adecuación	Adecuación acumulada	Número aleatorios entre 1y24	
1 2 3 4 5	7	7	13	3 2 1 4 5
1 3 5 2 4	3	10	20	5 4 3 2 1
3 2 1 4 5	4	14	17	5 4 3 2 1
4 1 5 2 3	1	16	6	1 2 3 4 5
5 4 3 2 1	9	24	23	5 4 3 2 1

Ranking de Selección con Ruleta

FIGURA 2

CRUCE

Para el *cruce* de los *padres*, al tratarse de una representación decimal con orden, pues los individuos se asignan a las tareas en función del lugar que ocupan en la cadena de solución, no se pueden utilizar los *cruces* tradicionales (en un punto, uniforme, etc.). En este sentido, se ha optado por utilizar el *Cruce Cíclico* [GOLDBERG, 1989], que respeta la exigencia de que las soluciones generadas a partir de él sigan siendo soluciones factibles del problema.

El funcionamiento del mismo se describe a continuación:

Tras el proceso de selección se tiene dos *padres*:

$$S_1 = \{1, 4, 5, 3, 2\}$$

$$S_2 = \{3, 2, 1, 5, 4\}$$

Se comienza tomando una posición al azar (por ejemplo, la primera). Esa posición se mantiene en la siguiente generación de forma que se tiene:

$$S'_1 = \{1, \dots\}$$

$$S'_2 = \{3, \dots\}$$

Como el individuo que ocupa el primer lugar en el segundo *chromosoma* es el 3 se busca el 3 en el primero y se coloca respetando el puesto, esto es:

$$S'_1 = \{1, , 3\}$$

$$S'_2 = \{3, , 5\}$$

El individuo que ocupa en la segunda cadena el cuarto puesto, el del 3 en la primera, es el 5. Por tanto, se busca en la primera y se le sitúa respetando su puesto.

$$S'_1 = \{1, , 5, 3\}$$

$$S_2 > \{3, , 1, 5\}$$

Ahora el individuo que ocupa el tercer lugar en la segunda cadena es el 1. Como este individuo ya ha sido asignado, entonces se dice que se ha cumplido un ciclo en el *cruce* y el resto de los individuos se rellenan intercambiando las cadenas. El resultado es el siguiente:

$$S_2 > \{1, 2, 5, 3, 4\}$$

$$S_1 > \{3, 4, 1, 5, 2\}$$

MUTACIÓN

Este operador pretende añadir diversidad en las soluciones. Por ello, se plantea discernir dos tipos de problemas. Cuando se trate de realizar una asignación se utiliza una mutación entre puestos de la cadena. Sin embargo cuando, se trate de problemas de selección, el modelo elegirá aleatoriamente entre la mutación anterior y una mutación de inserción de individuos no contenidos en la cadena.

CONDICIÓN DE PARADA DE LA BÚSQUEDA DE LA MEJOR SOLUCIÓN

Se propone que el algoritmo ejecute un número de generaciones a elección del usuario hasta mostrar la mejor solución alcanzada. Además, con el fin de no perder buenas soluciones se ha introducido la característica denominada *Elitismo* [GOLDBERG, 1989], proceso consistente en mantener el mejor individuo de una población en las siguientes hasta que otro no lo supere en adecuación al problema. Este procedimiento evita que se pierda la mejor solución de una población anterior hasta que no sea sobrepasada por otra superior en adecuación, tal como se puede observar en la Figura 3.

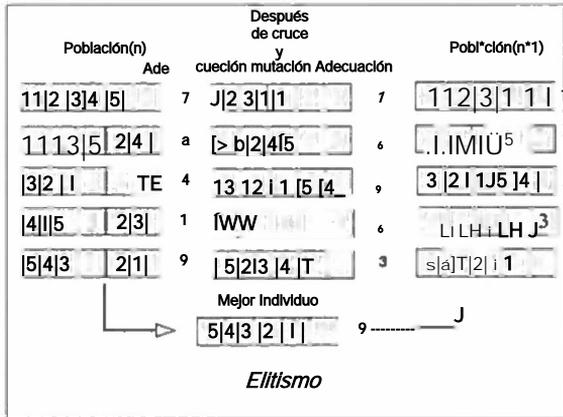


FIGURA 3

De acuerdo con lo expuesto, la aplicación del modelo así propugnado permite llevar a cabo un proceso de selección de personal en condiciones de incertidumbre y considerando la posible relación entre tareas con la consiguiente cooperación o no de los individuos entre sí.

A modo de resumen, en la Figura 4 se muestra una recopilación de todos los pasos descritos anteriormente.

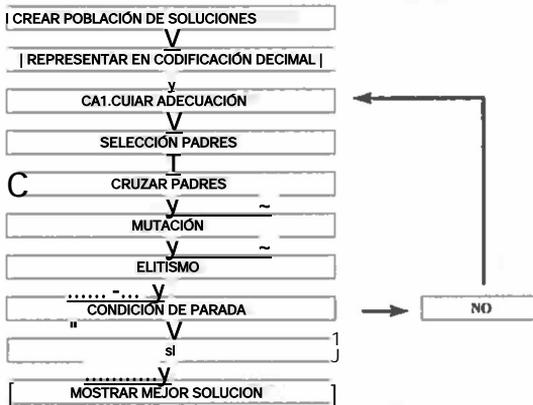


FIGURA 4

EXPERIMENTACIÓN: EJEMPLO DE APLICACIÓN PRÁCTICA

Para contrastar el funcionamiento del Algoritmo Genético se desarrolló un modelo operativo. Se introdujeron diversos ejemplos, entre ellos el que se describe a continuación, que hace referencia a la selección del personal de una sucursal de una entidad financiera. De esta

forma se trata de demostrar la adaptación a problemas reales del ámbito empresarial que tiene el modelo propuesto en este trabajo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Supóngase que una Entidad Financiera pretende abrir una nueva oficina. En primer lugar, se establece cuáles son los puestos que se van a cubrir y la importancia que cada uno tiene en este proceso de selección. Así, tendríamos por ejemplo:

<i>Puesto 1:</i>	<i>DIRECTOR DE SUCURSAL</i>	<i>Importancia: Imprescindible</i>
<i>Puesto 2:</i>	<i>INTERVENTOR</i>	<i>Importancia: Bastante Alta</i>
<i>Puesto 3:</i>	<i>OFICIAL</i>	<i>Importancia: Media</i>
<i>Puesto 4:</i>	<i>ADMINISTRATIVO</i>	<i>Importancia: Baja</i>
<i>Puesto 5:</i>	<i>A UXIUAR</i>	<i>Importancia: Muy baja</i>

Para cada puesto se conoce a través de diversos estudios las competencias que se deben desarrollar y la importancia que cada una tiene en el puesto:

Puesto 1: DIRECTOR DE SUCURSAL

<i>Competencia: Dirigir</i>	<i>Importancia: Imprescindible</i>
<i>Competencia: A utorizar/delegar</i>	<i>Importancia: Bastante Alta</i>
<i>Competencia: Integridad</i>	<i>Importancia: Media</i>
<i>Competencia: Fijar objetivos</i>	<i>Importancia: Alta</i>
<i>Competencia: Visión estratégica</i>	<i>Importancia: Bastante Alta</i>

Puesto 2: INTERVENTOR

<i>Competencia: Reunir información</i>	<i>Importancia: Baja</i>
<i>Competencia: Analizar problemas</i>	<i>Importancia: Alta</i>
<i>Competencia: Controlar la gestión</i>	<i>Importancia: Bastante Alta</i>
<i>Competencia: Competencia interfuncional</i>	<i>Importancia: Muy Alta</i>
<i>Competencia: Conocimiento de la Orgatt.</i>	<i>Importancia: Media</i>
<i>Competencia: Capacidad de cálculo</i>	<i>Importancia: Media</i>

Puesto 3: OFICIAL

<i>Competencia: Trabajar en equipo</i>	<i>Importancia: Media</i>
<i>Competencia: Flexibilidad</i>	<i>Importancia: Alta</i>
<i>Competencia: Reunir información</i>	<i>Importancia: Muy Alta</i>
<i>Competencia: Competencia interfuncional</i>	<i>Importancia: Bastante baja</i>
<i>Competencia: Especialización</i>	<i>Importancia: Bastante Alta</i>

Puesto 4: ADMINISTRATIVO

<i>Competencia: Orientación comercial</i>	<i>Importancia: Media</i>
<i>Competencia: Impacto personal</i>	<i>Importancia: Baja</i>
<i>Competencia: Comunicación oral</i>	<i>Importancia: Alta</i>
<i>Competencia: Orientación al cliente</i>	<i>Importancia: Bastante Alta</i>
<i>Competencia: Capacidad de cálculo</i>	<i>Importancia: Bastante Alta</i>

Puesto 5: AUXILIAR

Competencia: Trabajar en equipo
 Competencia: Flexibilidad
 Competencia: Orientación comercial
 Competencia: Impacto personal
 Competencia: Orientación al cliente

Importancia: Media
 Importancia: Bastante baja
 Importancia: Muy Alta
 Importancia: Bastante Alta
 Importancia: Muy Alta

Además, como última información necesaria para el establecimiento de los puestos, se conocen las relaciones que existen entre ellos y la importancia que tiene que dicha relación sea fluida, tal como se muestra en el Cuadro 1.

	PUESTO 1	PUESTO 2	PUESTO 3	PUESTO 4	PUESTO 5
PUESTO 1	-	Bastante alta	Alta	Medla	Bastante baja
PUESTO 2	Bastante alta	-	Medla	Medla	Baja
PUESTO 3	Baja	Muy alta	-	Muy alta	Alta
PUESTO 4	Baja	Medla	Muy alta	-	Muy alta
PUESTO 5	Bastante baja	Medla	Bastante alta	Muy alta	-

CUADRO 1

Una vez determinados los puestos de la selección, la empresa analiza los candidatos. Supongamos que se dispone de ocho personas que puedan ocupar los puestos de la nueva sucursal.

Candidato 1	C. 1	Candidato 5	C. 5
Candidato 2	C. 2	Candidato 6	C. 6
Candidato 3	C. 3	Candidato 7	C. 7
Candidato 4	C. 4	Candidato 8	C. 8

Para cada uno se precisa conocer mediante algún estudio los niveles que desarrolla en todas las competencias de los puestos, tal como se muestra en el Cuadro 2.

	C. 1	C. 2	C. 3	C. 4	C. 5	C. 6	C. 7	C. 8
Dirigir	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto	Bastante Alto	Muy Alto
Autorizar	Bastante Alto	Bastante Alto	Medio	Bastante Alto	Bastante Alio	Medio	Medio	Alto
Trabajar en Equipo	Medio	Bastante Alto	Medio	Bastante Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bastante Alto
Flexibilidad	Alto	Alto	Bastante Bajo	Bajo	Bastante Alto	Bajo	Bajo	Medio
Integridad	Alto	Alto	Bajo	Medio	Bastante Bajo	Bastante Alto	Medio	Bastante Alto
Reunir Información	Muy Bajo	Medio	Medio	Bastante Bajo	ínfimo	Alto	Bastante Bajo	ínfimo
Analizar Problemas	Bastante Alto	Bastante Alto	Bajo	Alto	Medio	Bastante Alto	Alto	Muy Alto
Fijar Objetivos	Muy Alto	Muy Alto	Medio	Alto	Bastante Bajo	Muy alto	Bastante Alto	Bastante Alto
Controlar la Gestión	Alto	Alto	Bajo	Medio	Muy Bajo	Bastante Alto	Alto	Bajo

	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	C.8
Competencia Interfuncional	Alto	Alto	Medio	Bastante Alto	Bajo	Bastante Alto	Bajo	Bastante Alto
Conocimiento de la Organización	Bajo	Bastante Alto	Medio	Medio	Muy Bajo	Medio	Bajo	Bastante Bajo
Visión Estratégica	Bastante alto	Bastante Alto	Bajo	Alto	ínfimo	Alto	Bastante Bajo	Muy Alto
Especialización	Muy Bajo	Medio	Medio	Bastante Bajo	ínfimo	Bastante Alto	Bajo	ínfimo
Orientación Comercial	ínfimo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Medio	Medio
Impacto Interpersonal	Muy Bajo	Medio	Medio	Medio	Bastante Alto	Muy Alto	ínfimo	Bajo
Comunicación Oral	Muy Bajo	Bastante Alto	Bajo	Muy Bajo	Bastante Bajo	Alto	Medio	Bajo
Orientación al Cliente	Medio	Medio	Medio	Bajo	Alto	Bastante Alto	Bastante Bajo	Muy Bajo
Capacidad de Cálculo	Bastante Bajo	Bastante Bajo	Alto	Bajo	Muy Bajo	Medio	ínfimo	Alto

Cuadro 2

Por último, al existir conexiones entre los puestos, se puede conocer por medio de un estudio de los candidatos [DE ANSORENA, 1996) el grado de relación que existe entre ellos, tal como se muestra en el Cuadro 3.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C.1	-	Muy Buena	Mala	Buena	Indiferente	Muy Mala	Indiferente	Bastante Mala
C.2	Muy Mala	-	Mala	Indiferente	Indiferente	Buena	Indiferente	Muy Mala
C.3	Muy Buena	Bastante Buena	-	Mala	Buena	Indiferente	Buena	Mala
C.4	Muy Mala	Buena	Indiferente	-	Mala	Buena	Indiferente	Indiferente
C.5	Muy Buena	Buena	Buena	Mala	-	Buena	Bastante Mala	Muy Mala
C.6	Muy Buena	Buena	Indiferente	Mala	Buena	-	Indiferente	Mala
C.7	Muía	Buena	Buena	Bastante Buena	Muy Buena	Ballante Buena	-	Bastante Mala
C.8	Muía	Bastante Buena	Buena	Muy Buena	Indiferente	Bastante Buena	Indiferente	-

CUADRO3

A los efectos de la aplicación del modelo operativo, los parámetros utilizados para obtener la solución a través del modelo propuesto fueron:

- Número de generaciones: 50
- Probabilidad de cruce: 50 %
- Número de individuos: 100
- Probabilidad de mutación: 30%

Conviene señalar que la utilización de una probabilidad de mutación elevada está motivada por la necesidad de incluir nuevos individuos en las cadenas, pues sino se obtendría únicamente la mejor combinación de los inicialmente considerados que pasan las primeras selecciones.

En el caso práctico analizado, la solución final obtenida fue:

PUESTO: DIRECTOR DE SUCURSAL	CANDIDATO: C. 8
PUESTO: INTERVENTOR	CANDIDATO: C. 6
PUESTO: OFICIAL	CANDIDATO: C. 2
PUESTO: ADMINISTRATIVO	CANDIDATO: C. 3
PUESTO: AUXILIAR	CANDIDATO: C. 5

El gráfico de evolución del mejor individuo de cada generación se muestra en la Figura 5.

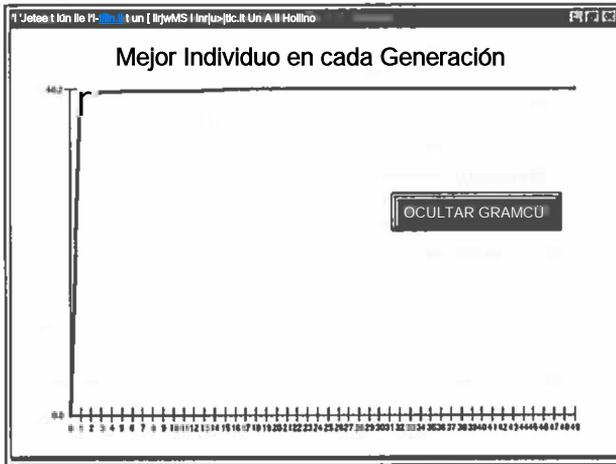


FIGURA 5

CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FURUROS

Los resultados que se han obtenido con el presente trabajo se encuadran en dos vertientes: la primera ha consistido en la formulación de un modelo de selección de personal adaptable al problema planteado; y la segunda, la obtención de un procedimiento específico.

Por otro lado, como propuesta de trabajos futuros, con esta investigación se ha ratificado el interés por la utilización de operadores lingüísticos con el fin de manejar la información lingüística sin necesidad de transformarla en su representación semántica.

BIBLIOGRAFÍA

- BONISSONE P.P. y DECKER, K.S. (1986): "Selecting Uncertainty Calculi and Granularity: An Experiment on Trading-off Precision and Complexty", *Uncertain in Artificial Intelligence*, North Holland, pp. 217-247.
- CALLAHAN K.J. y WEEKS, G.E. (1992): "Optimum desing of composit laminates using genetics algorithms", *Composite Engineering 2*, pp. 149-160.
- DAVIS, L. (1991): "Handbook of Genetic Algorithms", Van Nostrand Reinhold, New York.
- DE ANSORENA, A. (1996): "15 Pasos para la Selección de Personal con Éxito", Paidós, Barcelona.

- DEB. K. (1991): "Optimal desing of a welded beam stnicture via genetic algorithm", *AIAA Journal* 29, pp.2013-2015.
- DELGADO, M.; VERDEGAY, J.L. y V1LA, A. (1993) "Linguistic Decisión Making Models". *Internatíonal Journal ofIntelligent Systems*, n° 7, pp 470-492.
- GIL-ALUJA, J. (1996): *"La Gestión Interactíia de los Recursos Humanos en la Incertidumbre"*, Pirámide, Madrid.
- GOLDBERG, D .E. (1989): *"Genetic Algorithms in Search, Optimatiíon & Machine Learning"*, Addison-Wesley, Massachusetts.
- HERRERA, F. y VERDEGAY, J.L. (1996) *"Genetic Algorithms and Soft Computing"*, Physica Verlag .
- HOLLAND, J. (1965): *"Adaptation in Natural and Artificial Systems"*, Ann Arbor. Univcrsity of Michighim Press.
- KAUFMANN, A y GIL ALUJA, J (1990): *"Las matemáticas del azar y de ja incertidumbre"*. Centro de Estudio; Ramón Areces, Madrid.
- KOZA, J.R. (1994): *"Genetic Programing"*, Brad Ford, Cambridge, Massachusetts.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, E. y RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, MA.. (1995a): "GENia: A Genetic Algorithms fot Inventory Analysis. A Spreadsheet Approach", *International Conference of Association for the Advancement of Modelling and Simulation Techniques in Enterprises (AMSE'95)*, Bmo (República Checa), vol. IV, pp. 200-223.
- LÓPEZ- GONZÁLEZ, E.; MENDAÑA-CUERVO, C. y RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ. M.A. (1995b): "GENIAVIS; Modelo de Algoritmo Genético para el Análisis de Inventarios con Programación Visual", V *Congreso Español sobre Tecnologías y Lógicas Fuzzy (ESTYLF'95)*, Murcia, pp. 101-102.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, E.; MENDAÑA-CUERVO, C. y RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, M.A. (1995c): "CAJAGEN; Un Algoritmo Genético para la Gestión Económica de los Cajeros Automáticos en Programación Visual", *II Congreso de la Sociedad Internacional de Gestión y Economía Fuzzy (SIGEF'95)*, Santiago de Compostela, vol, II, pp 233-242.
- LUCAS1US, C.B. y KATEMAN, G. (1989): "Aplications of genetic algorithm in chemometrics", *Proceedings of the Third International conference on Genetic Algorithms*, pp. 36-52.
- SANDGREN, E. y JENSEN, E. (1990) "Topological design of structural components using genetic optimation methods", *Proceedings of the 1990 Winter Annual Meeting of the AMSE*, AMD-Vol. 115.
- STRAUSS, G. y SAYLES L.R. (1981): "Personal. Problemas Humanos de la Administración", Prentice Hall, Londres,
- YAGER, R.R. (1992): "Fuzzy Screening Systems". *Fuzzy Logic: State of the Art*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht,
- ZADEH, L. (1965): "Fuzzy Sets", *Information and Control*, Vol. 8, pp.338-357.