

Técnicas alternativas para la selección de recursos humanos en el ámbito del deporte

Patricia I. Mouliá

Facultad de Ciencias Económicas

Universidad de Buenos Aires

patriciamoulia@cimbage.com.ar

Luisa L. Lazzari

Facultad de Ciencias Económicas

Universidad de Buenos Aires

luisalazzari@cimbage.com.ar

Abstract

The activity of the organizations is a complex phenomenon. Competitive factors are linked to human resources, which makes it necessary for organizations to have specialists in this area.

In an uncertain scenario it is desirable to have tools to help make decisions, such as choosing the right candidate for a job.

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto UBACyT 20020100100025 de la Programación Científica 2011-2014 de la Universidad de Buenos Aires.

Las autoras agradecen los comentarios e indicaciones de los evaluadores anónimos que ayudaron a mejorar este trabajo.

In this article we show three models of human resource selection based on fuzzy set theory and apply them to sports.

Keywords: Selection of athletes, uncertainty, fuzzy sets.

Resumen

La actividad de las organizaciones es un fenómeno complejo. Los factores de competitividad están vinculados a los recursos humanos, por lo cual resulta necesario que las organizaciones cuenten con especialistas en esta área.

En un escenario incierto es conveniente disponer de herramientas que ayuden a tomar decisiones tales como elegir el candidato adecuado para un puesto de trabajo.

En este artículo se presentan tres modelos de selección de recursos humanos, basados en la teoría de los conjuntos borrosos y se los aplica al ámbito deportivo.

Palabras clave: Selección de recursos humanos, incertidumbre, conjuntos borrosos.

1. Introducción

La sociedad moderna está conformada por diferentes organizaciones como industrias, empresas comerciales, empresas de servicios, universidades, hospitales, clubes deportivos y organismos gubernamentales entre otras. Los elementos básicos de las mismas son las personas y sus interacciones, cuya calidad determina el éxito y el fracaso (Dolan *et al.*, 2003).

Los factores de competitividad organizativa están, en gran medida, vinculados a los recursos humanos, por lo cual el interés por la gestión de los mismos ha crecido y cada vez resulta más necesario que las organizaciones cuenten con auténticos especialistas en esta área.

Una gestión eficiente de los recursos humanos logrará alcanzar los siguientes objetivos explícitos:

- Atraer candidatos potencialmente cualificados capaces de desarrollar o adquirir las competencias requeridas.
- Motivar a los empleados para que estos adquieran un compromiso con la organización.
- Retener a los empleados deseables.
- Ayudar a los empleados a crecer y desarrollarse en el ámbito laboral.

Existen también objetivos implícitos, como la mejora de la productividad, de la calidad de vida en el trabajo y el cumplimiento de la legislación y objetivos a largo plazo que se refieren a la mejora de la eficiencia y eficacia de la organización.

Entre las funciones y actividades que se desarrollan en la gestión estratégica de los recursos humanos se encuentran la planificación de los mismos, el análisis de los puestos de trabajo y la selección de los candidatos más adecuados para cubrirlos. El reclutamiento es una función extremadamente importante, dado que, cuánto mayor sea el número de solicitudes de candidatos potencialmente calificados para desempeñar los puestos de trabajo, más acertada podrá ser la elección. Una vez conseguidos los candidatos, puede iniciarse el proceso de selección. El mismo debe dar como resultado el ajuste entre la capacidad del candidato y las capacidades que requiere el puesto de trabajo para su desempeño (Chiavenato, 1994).

Los conjuntos borrosos han sido creados para reflejar la vaguedad de la percepción humana. La teoría de conjuntos borrosos se ocupa del tratamiento tanto de lo subjetivo como de lo incierto y constituye un intento de recoger un fenómeno tal cual se presenta en la realidad sin intentar deformarlo para hacerlo preciso y cierto (Mendaña Cuervo, 1995).

En la medida en que los responsables de la gestión de los recursos humanos de las organizaciones reconozcan que su entorno es incierto y la información que pueden disponer está cargada de subjetividad optarán por modelos realistas que contemplen la incertidumbre contenida en los procesos de decisión.

En este artículo se presentan tres modelos de selección de recursos humanos, basados en la teoría de los conjuntos borrosos y se los aplica a la gestión deportiva.

Este artículo está estructurado del siguiente modo: en el segundo capítulo se introducen algunos elementos de la teoría de conjuntos borrosos; en el tercero se presentan los tres modelos de selección de personal que utilizan dicha teoría; en el cuarto se emplea en el ámbito deportivo para la selección de jugadores y en el quinto se presentan algunos comentarios finales.

2. Elementos de la teoría de conjuntos borrosos

La noción de subconjunto borroso (*fuzzy set*) surge de la necesidad de disponer de conjuntos para describir predicados o clases vagas, con fronteras imprecisas y de un cálculo no aditivo de la incertidumbre.

Según Zadeh¹ (1973), la teoría de los conjuntos borrosos permite un acercamiento entre la precisión de la matemática clásica y la sutil imprecisión del mundo real.

A los efectos de proveer una herramienta para representar y razonar con la información disponible de una manera similar a la forma en que los individuos expresan su conocimiento, Zadeh (1965), en su artículo *Fuzzy Sets*, proporciona el nombre a la disciplina e introduce el concepto de conjunto borroso.

¹Prefacio de "Introduction à la Théorie des Sous-Ensembles Flous", *Elements Théoretiques de Base*, Kaufmann (1973), Masson, Paris.

En un determinado universo X , un “subconjunto borroso” \tilde{A} es una función $\mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0,1]$ que asigna a cada elemento de X un valor $\mu_{\tilde{A}}(x)$ perteneciente al intervalo $[0,1]$, llamado grado de pertenencia de x a \tilde{A} .

El “cardinal de un conjunto finito” X es $|X|=n$, tal que n es la cantidad de elementos de X .

El “cardinal del subconjunto borroso” \tilde{A} de X es:

$$|\tilde{A}| = \sum_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x).$$

El “soporte” de un subconjunto borroso \tilde{A} de X es el conjunto nítido que contiene todos los elementos del referencial cuya función de pertenencia es no nula.

A. Operaciones básicas con subconjuntos borrosos

Dados los subconjuntos borrosos \tilde{A} y \tilde{B} de X , su “unión” es el subconjunto borroso de X , denotado $\tilde{A} \cup \tilde{B}$, cuya función de pertenencia es:

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \max \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \}, \quad \forall x \in X \quad (1)$$

donde “max” es el operador máximo que suele representarse por “ \vee ” (Kaufmann y Gil Aluja, 1987; Yager y Filev, 1994).

Dados los subconjuntos borrosos \tilde{A} y \tilde{B} de X , su “intersección” es el subconjunto borroso de X , denotado $\tilde{A} \cap \tilde{B}$, cuya función de pertenencia es:

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \min \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \}, \quad \forall x \in X \quad (2)$$

donde “min” es el operador mínimo que suele representarse por “ \wedge ” (Kaufmann y Gil Aluja, 1987; Yager y Filev, 1994).

Dado el subconjunto borroso \tilde{A} de X , su “complemento” es el subconjunto borroso de X , denotado $\bar{\tilde{A}}$, cuya función de pertenencia es:

$$\mu_{\bar{\tilde{A}}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x), \quad \forall x \in X \quad (3)$$

B. Distancia relativa de Hamming

Dados los subconjuntos borrosos \tilde{A} y \tilde{B} del referencial finito X , con $|X| = n$, se define “distancia relativa de Hamming” como:

$$\delta(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)| \quad (4)$$

donde,

$$x_i \in X, \forall i = 1, \dots, n \text{ y } 0 \leq \delta(\tilde{A}, \tilde{B}) \leq 1.$$

Esta distancia indica la desviación media de las diferencias entre ambos conjuntos.

C. Coeficiente de adecuación

Dados los subconjuntos borrosos \tilde{B} y \tilde{P} del referencial finito X , con $|X| = n$, se define “coeficiente de adecuación” de \tilde{B} a \tilde{P} como:

$$K(\tilde{B}, \tilde{P}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_{x_i}(\tilde{B}, \tilde{P})$$

donde,

$$k_{x_i}(\tilde{B}, \tilde{P}) = \begin{cases} 1 & \text{si } \mu_{\tilde{B}}(x_i) \geq \mu_{\tilde{P}}(x_i) \\ 1 - \mu_{\tilde{P}}(x_i) + \mu_{\tilde{B}}(x_i) & \text{si } \mu_{\tilde{B}}(x_i) < \mu_{\tilde{P}}(x_i) \end{cases} \quad (5)$$

$$x_i \in X, \forall i = 1, \dots, n \quad \text{y} \quad 0 \leq K(\tilde{B}, \tilde{P}) \leq 1.$$

3. Selección de personal

El análisis del puesto de trabajo es un proceso que consiste en definir la finalidad del mismo, sus principales actividades, las condiciones bajo las cuales ellas se llevarán a cabo y los conocimientos, habilidades y aptitudes necesarios para ejercerlo (Dolan *et al.*, 2003).

Sin el análisis del puesto de trabajo, la organización es incapaz de determinar con precisión qué tipo de aspirantes necesita y con qué perfiles. Afrontar un proceso de reclutamiento y selección sin disponer de dicha información puede tener consecuencias graves sobre la productividad y sobre la validez de los procedimientos y decisiones de selección que se tomen.

La incorporación de nuevo personal constituye una de las decisiones más importantes para la organización dado que del acierto en la elección depende su supervivencia.

Una selección adecuada provoca costos que se espera queden compensados por una mayor eficiencia del personal incorporado, más apto para realizar la actividad para la que ha sido contratado. Por lo tanto, el problema que se plantea es el de optimizar la relación entre la eficiencia del factor trabajo y los costos derivados de su utilización. Con el objeto de cuantificar o valorar de la mejor manera posible esta relación, es necesario definir el perfil del puesto de trabajo que contenga los niveles de exigencia de cada una de las

tareas, con el fin de compararlo con las cualidades del candidato para poder elegir el que mejor se adecua al cargo (Gil Aluja, 1996).

Existen diferentes métodos y técnicas para efectuar este tipo de análisis, por lo cual es importante determinar y evaluar cuáles de ellos son los adecuados a emplear en la organización.

Desde esta óptica, la selección de personal consiste en elegir a una persona para un puesto de trabajo con un determinado perfil, que puede ser definido a través de valuaciones que permitan ser comparadas con los valores de las cualidades del candidato.

La teoría de conjuntos borrosos proporciona técnicas adecuadas que incorporan la subjetividad presente en el problema a resolver y los matices que pueden tener tanto las exigencias de cada cualidad necesaria para el cargo como el cumplimiento de las mismas por parte de los postulantes. Los tres modelos de selección de personal que se presentan en este trabajo utilizan elementos de esta teoría.

El rol de los expertos es fundamental para el empleo eficiente de estos modelos, dado que las opiniones que se obtienen a través de ellos, aunque son subjetivas, deben poseer un suficiente grado de rigurosidad en su fundamentación.

A. Modelos borrosos de selección de personal

a. ELECCIÓN DE UN CANDIDATO PARA UN DETERMINADO PUESTO DE TRABAJO

Este modelo consta de cuatro etapas:

1. Elaboración de un “perfil ideal” de cada puesto de trabajo

En esta etapa se determinan las cualidades que el candidato debe poseer para la correcta realización de las actividades que el puesto

de trabajo requiere y el nivel de competencia necesario para cada una de ellas.

La misma tiene la finalidad de encontrar un esquema capaz de representar formalmente un “empleado teórico” que reuniría en su persona todas las capacidades requeridas para el puesto de trabajo a ocupar en el nivel óptimo. Si bien difícilmente existe el empleado perfecto, el objetivo básico de este estudio es poder encontrar el más cercano.

Para construir el perfil del “empleado ideal” (\tilde{P}) en un determinado ámbito de actuación, se supone que el número de condiciones exigidas es igual a n , con las cuales se formará el siguiente conjunto nítido (*crisp*):

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$$

Una vez definidas las características relativas al puesto que se desea cubrir en la organización, se solicita la opinión de uno o varios expertos para que señalen el nivel óptimo que deberá poseer el “empleado ideal”.

Lo más posible es que los especialistas consultados se sientan más cómodos si expresan su opinión utilizando estimaciones lingüísticas en lugar de un valor numérico del intervalo $[0,1]$. Por este motivo, en este trabajo si bien se considera una escala semántica endecadaria, se solicita que la valuación del perfil ideal y de los postulantes sea estimada en términos de una correspondencia semántica como la presentada en la tabla 1¹.

Si a cada característica o cualidad del conjunto $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ se le asigna un elemento del conjunto $V = \{v_0, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}\}$,

¹La semántica asignada a cada valor del intervalo $[0,1]$ puede cambiar de acuerdo con los hábitos o costumbres de cada país y de cada tipo de organización.

cuya correspondencia semántica figura en la tabla 1, el perfil del “empleado ideal para un determinado puesto de trabajo”, se representa como un subconjunto borroso de C .

$$\tilde{T} = \{(c_j, t_j) / c_j \in C ; t_j \in V ; 1 \leq j \leq n\} \quad (6)$$

Tabla 1

Escala endecadaria y su correspondencia semántica

	ESCALA ENDECADARIA	CORRESPONDENCIA SEMÁNTICA
v_{10}	1	perfecto (PF)
v_9	0,9	muy bueno (MB)
v_8	0,8	bueno (B)
v_7	0,7	bastante bueno (BB)
v_6	0,6	más bien bueno (MBB)
v_5	0,5	regular (R)
v_4	0,4	más bien malo (MBM)
v_3	0,3	bastante malo (BM)
v_2	0,2	malo (M)
v_1	0,1	muy malo (MM)
v_0	0,0	pésimo (PS)

FUENTE: Elaboración propia.

2. Búsqueda de los candidatos susceptibles de ocupar el cargo

Una vez conocido el perfil ideal del puesto de trabajo a cubrir se realizará el proceso de captación de los candidatos. Si a partir del reclutamiento no se logra obtener un conjunto adecuado de postulantes potencialmente cualificados para un puesto de trabajo

resultará difícil seleccionar y ubicar personas que tengan un buen rendimiento. La calidad en el reclutamiento condiciona la eficacia potencial de las actividades de selección y ubicación.

3. Obtención del perfil de cada postulante

En esta etapa, la organización dispone de un número m de candidatos para ocupar el puesto de trabajo y cada uno de ellos cumple en un cierto grado cada característica o cualidad requerida.

Las evaluaciones suelen disminuir el margen de error en la decisión. Existen diferentes técnicas grupales e individuales para que las organizaciones puedan evaluar a los potenciales candidatos.

Los *test*, en general, son una herramienta más de evaluación junto con la entrevista, currículum y exámenes técnicos. Generalmente se utilizan *test* de distinto tipo, cada uno con una finalidad concreta como el de Bender, HTP, Rorschach o Zulliger, Raven, entre otros (Kirschenbaum, 2011).

En base a la información obtenida, los expertos, que deberán conocer las cualidades a calificar, determinarán los perfiles de cada postulante, mediante el empleo de la escala semántica definida en la tabla 1.

Si m es la cantidad de postulantes, el perfil para cada uno de ellos se representa por un subconjunto borroso de C como el dado en (7).

$$\tilde{P}_h = \{(c_j, t_j) / c_j \in C; t_j \in V; 1 \leq j \leq n\}; 1 \leq h \leq m \quad (7)$$

donde t_j es el grado con el cual cumple la cualidad c_j el postulante h .

4. Selección del personal idóneo para cada puesto de trabajo

Una vez que se ha determinado el nivel en que cada candidato posee las cualidades requeridas se las debe comparar con las del perfil ideal establecido. De este modo se obtiene el grado en el cual cada postulante se adapta al perfil, y se establece un orden de preferencia entre ellos.

Se pueden emplear diferentes técnicas para contrastar los perfiles ideales para cada puesto de trabajo con el perfil de los individuos que se postulan para el mismo. En este trabajo consideramos la distancia de Hamming y el coeficiente de adecuación.

- Distancia de Hamming

El concepto de distancia, en este problema, expresa el grado de “alejamiento” existente entre el perfil ideal (\tilde{T}) y el de cada candidato (\tilde{P}_h). Se deben calcular tantas distancias como postulantes al cargo se presenten.

Se obtiene la distancia relativa de Hamming definida en (4) entre los subconjuntos borrosos \tilde{T} y \tilde{P}_h , para $h = 1, \dots, m$.

$$\delta(\tilde{T}, \tilde{P}_h) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |t_{jd} - t_{jh}| = \frac{1}{n} [|t_{1d} - t_{1h}| + |t_{2d} - t_{2h}| + \dots + |t_{nd} - t_{nh}|] \quad (8)$$

Esta técnica podrá ser utilizada en aquellos casos en los que se requiera penalizar de la misma manera si la valuación del postulante supera o está por debajo del perfil para las cualidades consideradas. Una vez obtenidas las distancias para cada candidato será seleccionado para ocupar el puesto de trabajo el que haya obtenido menor distancia al perfil

ideal. Para establecer un orden de preferencia se ordenan de menor a mayor las distancias obtenidas.

- Coeficiente de adecuación

El empleo del coeficiente de adecuación es pertinente en aquellos casos en los cuales se decida penalizar solo las valuaciones de las características requeridas del postulante que se encuentren por debajo de la establecida por los expertos en el perfil ideal. Es decir, se penalizan las características que no alcanzan el nivel del mismo y no se premian ni castigan aquellas que lo superan.

Dados m individuos susceptibles de ocupar una determinada posición en la empresa, de acuerdo con (5), el coeficiente de adecuación al perfil ideal de cada uno de ellos puede expresarse mediante (9).

$$K(\tilde{P}_h, \tilde{T}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n k_{c_j}(\tilde{P}_h, \tilde{T})$$

donde,

$$k_{c_j}(\tilde{P}_h, \tilde{T}) = \begin{cases} 1 & \text{si } t_{jh} \geq t_{jd} \\ 1 - t_{jd} + t_{jh} & \text{si } t_{jh} < t_{jd} \end{cases} \quad (9)$$

$$\forall j = 1, \dots, n; \forall h = 1, \dots, m \quad \text{y} \quad 0 \leq K(\tilde{P}_h, \tilde{T}) \leq 1.$$

Una vez obtenido el coeficiente de adecuación para cada candidato, será seleccionado para ocupar el puesto de trabajo el que haya obtenido el coeficiente más alto. En este caso, el orden de preferencia de los postulantes queda establecido al ordenar de mayor a menor los coeficientes de adecuación correspondientes.

b. ESTIMACIÓN DE LA POLIVALENCIA DEL PERSONAL

En algunos casos, lo que se espera del postulante es su mejor idoneidad para cubrir varios puestos de trabajo en la organización. Tener un empleado “comodín” capaz de ocupar diferentes cargos resulta de suma utilidad.

Para tratar el problema de la polivalencia, se define un subconjunto borroso que describe al empleado polivalente ideal, en el cual se considera para cada característica el mayor nivel entre los fijados en los perfiles de cada puesto (Gil Lafuente, 2002).

Luego, si se consideran k puestos de trabajo a cubrir, el conjunto borroso que define el perfil ideal del trabajador polivalente está dado por la unión de los diferentes perfiles según indica la fórmula (10).

$$\tilde{T}_I = \bigcup_{i=1}^k \tilde{T}_i \quad (10)$$

En este caso, para establecer el orden de preferencia entre los postulantes resulta conveniente el empleo del coeficiente de adecuación

c. ASIGNACIÓN DE PERSONAL

Si existe un número k de puestos de trabajo o de tareas a realizar $R = \{r_1, r_2, \dots, r_k\}$ para los cuales se exigen determinadas cualidades o competencias $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ y se dispone de un número m de empleados o candidatos dispuestos a cubrirlos $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\} / m \geq k$, se trata de asignar, entre los candidatos disponibles, el más adecuado a cada puesto de trabajo.

La implementación de este modelo requiere de las siguientes etapas:

1. Se establece el perfil ideal para cada uno de los puestos de trabajo a través de subconjuntos borrosos según lo expuesto en la etapa 1 del modelo descrito en 3.A.a.
2. Se determina el perfil de cada candidato a partir de las correspondientes pruebas y *test*, mediante un subconjunto borroso de C como en (7).
3. Se calcula el grado en el cual cada postulante se adapta al perfil de cada puesto de trabajo mediante el empleo de la distancia de Hamming.
4. A partir de la información obtenida se construye una matriz de distancias \tilde{D} de orden $m \times h$ cuyos elementos son las distancias de Hamming obtenidas en b.3.
5. Se emplea el siguiente algoritmo de asignación:
 - i) Se ordenan de menor a mayor todas las distancias de Hamming obtenidas y se selecciona el elemento correspondiente a la menor de ellas.
 - ii) Este elemento determina, por la fila y columna a la que pertenece, el puesto de trabajo y el candidato que lo va a ocupar.
 - iii) Se descartan de la matriz \tilde{D} , la fila y columna correspondientes al puesto de trabajo cubierto y el candidato empleado.
 - iv) Se reitera el proceso, buscando el elemento con valor más bajo y se procede como en ii) y en iii).
 - v) Se repite sucesivamente el procedimiento descrito en iv) hasta la asignación de todos los puestos de trabajo.
 - vi) Con la información obtenida se construye la matriz de afectación \tilde{A} , con valor 1 en las celdas correspondientes a los postulantes elegidos en la posición seleccionada y 0 en las restantes.

Este procedimiento de asignación es uno entre los muchos que existen y, a pesar de no ser extremadamente riguroso, tiene la ventaja de su sencillez (Kaufmann y Gil Aluja, 1987).

De acuerdo con las características del problema a tratar, en este modelo puede emplearse el coeficiente de adecuación para determinar el grado en el cual cada postulante se adapta al perfil de cada puesto de trabajo. Así como en la distancia los valores más reducidos comportan un mayor acercamiento al perfil ideal, en el coeficiente de adecuación son los valores más grandes los que marcan la mejor estimación. En consecuencia, para seleccionar el aspirante adecuado a cada puesto de trabajo los coeficientes de adecuación obtenidos se ordenan de mayor a menor y se procede de acuerdo con el modelo descrito (Gil Aluja, 1996).

4. Aplicación al ámbito deportivo

La gestión de las actividades deportivas ha adquirido relevancia en la actualidad debido a diversos factores, entre otros, el creciente interés de los medios de comunicación en incorporar a su programación los eventos deportivos. En consecuencia, no es posible dejar en manos de la intuición decisiones como, por ejemplo, las vinculadas con la selección de los deportistas (Gil Lafuente, 2002).

Una nueva camada de dirigentes está transformando los juegos de alta competencia en un negocio cada vez más lucrativo. El patrocinio tradicional dejó de ser la única alternativa: los clubes pasan a ser marcas; donde antes se hablaba simplemente de predios, ahora son “activos” rentables; la gestión de inferiores se convirtió en un recurso valioso; se crean nuevos clubes a través de franquicias comercializables; y los eventos y jugadores son productos explotables para acciones de *marketing* para el club y los deportistas (Amdan, 2010).

Para la búsqueda de candidatos la gestión deportiva se plantea cuál de las siguientes alternativas resulta más conveniente priorizar: formar jugadores en la cantera del club o fichar en el mercado.

Formar un jugador es un proceso complicado, que lleva mucho tiempo y que requiere de mucha paciencia. Muchas escuelas deportivas cometen el error de no contar con profesionales cualificados, ya sea por falta de medios económicos o por falta de conocimientos. Pero el trabajo de las categorías inferiores es complejo: se entrena, pero también se educa, se enseña y se descubren talentos.

El intermediario y/o representante de deportistas es, en la actualidad, un personaje presente en el “mercado del deporte”. Posee una gran capacidad de negociación sustentada por sus conocimientos deportivos y sus conexiones con colaboradores e informantes.

El progresivo y cada vez más exigente proceso de formación deportiva plantea, como tarea, enfatizar en la calidad del proceso de selección de los deportistas, dado que las exigencias desde el punto de vista competitivo son cada vez mayores y obligan a una selección más exacta a partir de las bases científicas del entrenamiento.

En un deporte de conjunto, para la selección de un deportista es necesario tener en cuenta algunos aspectos:

- Cada una de las “posiciones” de un equipo debe ser ocupada por un jugador al cual se le solicitan determinadas capacidades o características que debe cumplir a un cierto nivel.
- El nivel requerido para cada capacidad no tiene que ser el mismo para todas las posiciones que tiene un equipo.
- Como en este proceso de elección la matización y la subjetividad juegan un papel importante, es pertinente el

empleo de los modelos borrosos propuestos en el apartado 3.A.

Poder predecir la adaptación y efectividad de los deportistas a las posiciones que ocuparán en un equipo, como poder analizar la polivalencia de los mismos, favorecerá la concreción de los resultados esperados.

A. *Análisis de casos*

a. HOCKEY SOBRE CÉSPED

Un club deportivo de la provincia de Buenos Aires (Argentina) desea seleccionar jugadoras para cubrir diferentes posiciones vacantes de un equipo de *hockey* sobre césped. Los expertos consultados consideraron las siguientes características: quites (c_1); pases amagados (c_2); definición (c_3); técnica individual (c_4); relación con los pares (c_5); resistencia física (c_6); velocidad (c_7); liderazgo (c_8); agresividad (c_9) y pases fuertes (c_{10}).

En la tabla 2 figuran los niveles óptimos requeridos por los expertos para cada característica para los puestos de defensor (d), mediocampista (m) y atacante (a).

Tabla 2

Perfil ideal para cada posición (hockey)

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}
D	PF	MB	R	BB	MBB	MB	MBB	MB	R	MB
M	B	B	B	MB	MB	PF	B	B	BB	BB
A	MBB	MBB	PF	PF	MBB	BB	MB	MBB	MB	MBB

FUENTE: Elaboración propia.

De acuerdo con la escala definida en la tabla 1, los conjuntos borrosos correspondientes a los perfiles ideales son:

$$\tilde{D}_d = \{(c_1, 1,0); (c_2, 0,9); (c_3, 0,5); (c_4, 0,7); (c_5, 0,6); (c_6, 0,9); (c_7, 0,6); (c_8, 0,9); (c_9, 0,5); (c_{10}, 0,9)\}$$

$$\tilde{D}_m = \{(c_1, 0,8); (c_2, 0,8); (c_3, 0,8); (c_4, 0,9); (c_5, 0,9); (c_6, 1,0); (c_7, 0,8); (c_8, 0,8); (c_9, 0,7); (c_{10}, 0,7)\}$$

$$\tilde{D}_a = \{(c_1, 0,6); (c_2, 0,6); (c_3, 1,0); (c_4, 1,0); (c_5, 0,6); (c_6, 0,7); (c_7, 0,9); (c_8, 0,6); (c_9, 0,9); (c_{10}, 0,6)\}$$

Después de haber realizado un primer análisis, en un grupo de 16 deportistas provenientes de las divisiones inferiores, los expertos preseleccionaron tres postulantes para cada posición y determinaron los perfiles de cada una de ellas, mediante los siguientes conjuntos borrosos:

i) Para las defensoras:

$$\tilde{P}_{d_1} = \{(c_1, 0,9); (c_2, 1,0); (c_3, 0,6); (c_4, 0,8); (c_5, 0,5); (c_6, 0,8); (c_7, 0,7); (c_8, 0,7); (c_9, 0,4); (c_{10}, 0,7)\}$$

$$\tilde{P}_{d_2} = \{(c_1, 0,8); (c_2, 0,8); (c_3, 0,8); (c_4, 0,6); (c_5, 0,9); (c_6, 0,9); (c_7, 0,4); (c_8, 0,9); (c_9, 0,6); (c_{10}, 0,8)\}$$

$$\tilde{P}_{d_3} = \{(c_1, 0,8); (c_2, 0,6); (c_3, 0,4); (c_4, 0,7); (c_5, 0,7); (c_6, 0,6); (c_7, 0,5); (c_8, 0,4); (c_9, 0,6); (c_{10}, 1,0)\}$$

ii) Para las mediocampistas:

$$\tilde{P}_{m_1} = \{(c_1, 0,9); (c_2, 0,9); (c_3, 0,6); (c_4, 0,9); (c_5, 0,7); (c_6, 1,0); (c_7, 0,7); (c_8, 0,8); (c_9, 0,9); (c_{10}, 0,9)\}$$

$$\tilde{P}_{m_2} = \{(c_1, 0,8); (c_2, 0,8); (c_3, 0,9); (c_4, 0,7); (c_5, 0,6); (c_6, 0,9); (c_7, 0,9); (c_8, 1,0); (c_9, 0,9); (c_{10}, 0,7)\}$$

$$\tilde{P}_{m_3} = \{(c_1, 0,6); (c_2, 1,0); (c_3, 0,8); (c_4, 0,9); (c_5, 0,8); (c_6, 1,0); (c_7, 0,8); (c_8, 0,9); (c_9, 0,6); (c_{10}, 0,7)\}$$

iii) Para las atacantes:

$$\begin{aligned}\tilde{P}_{a_1} &= \{(c_1, 0,6); (c_2, 0,7); (c_3, 0,8); (c_4, 0,9); (c_5, 0,7); (c_6, 0,8); (c_7, 1,0); (c_8, 0,7); (c_9, 1,0); (c_{10}, 0,8)\} \\ \tilde{P}_{a_2} &= \{(c_1, 0,7); (c_2, 0,7); (c_3, 1,0); (c_4, 0,8); (c_5, 0,8); (c_6, 0,9); (c_7, 0,9); (c_8, 0,6); (c_9, 0,9); (c_{10}, 0,7)\} \\ \tilde{P}_{a_3} &= \{(c_1, 0,9); (c_2, 0,8); (c_3, 0,7); (c_4, 0,9); (c_5, 0,9); (c_6, 0,8); (c_7, 1,0); (c_8, 0,8); (c_9, 0,9); (c_{10}, 0,6)\}\end{aligned}$$

1. Selección de la jugadora para cada posición

En este caso de estudio, para obtener el orden de preferencia de las deportistas para cada posición, se emplea el coeficiente de adecuación, dado que las valuaciones de las características consideradas solamente deberán ser penalizadas si no alcanzan el nivel dado en el perfil ideal y no si lo sobrepasan.

Los coeficientes de adecuación de cada postulante para cada posición resultan:

i) Defensores:

$$K(\tilde{P}_{d_1}, \tilde{D}_d) = 0,92; K(\tilde{P}_{d_2}, \tilde{D}_d) = 0,93; K(\tilde{P}_{d_3}, \tilde{D}_d) = 0,85 \rightarrow d_2 \succ d_1 \succ d_3$$

ii) Mediocampistas:

$$K(\tilde{P}_{m_1}, \tilde{D}_m) = 0,95; K(\tilde{P}_{m_2}, \tilde{D}_m) = 0,94; K(\tilde{P}_{m_3}, \tilde{D}_m) = 0,96 \rightarrow m_3 \succ m_1 \succ m_2$$

iii) Atacantes

$$K(\tilde{P}_{a_1}, \tilde{D}_a) = 0,97; K(\tilde{P}_{a_2}, \tilde{D}_a) = 0,98; K(\tilde{P}_{a_3}, \tilde{D}_a) = 0,96 \rightarrow a_2 \succ a_1 \succ a_3$$

Luego, las jugadoras seleccionadas para integrar el equipo son d_2 ; m_3 y a_2 .

2. Selección de la jugadora polivalente

De acuerdo con (10) el perfil ideal de la jugadora polivalente es el conjunto borroso que resulta de la unión de los conjuntos *fuzzy* correspondientes a los perfiles ideales de cada posición.

$$\tilde{D}_I = \tilde{D}_d \cup \tilde{D}_m \cup \tilde{D}_a$$

$$\tilde{D}_I = \{(c_1, 1, 0); (c_2, 0, 9); (c_3, 1, 0); (c_4, 1, 0); (c_5, 0, 9); (c_6, 1, 0); (c_7, 0, 9); (c_8, 0, 9); (c_9, 0, 9); (c_{10}, 0, 9)\}$$

Se consideran los coeficientes de adecuación a \tilde{D}_I de las nueve jugadoras candidatas:

$$\begin{aligned} K(\tilde{P}_{d_1}, \tilde{D}_I) &= 0,76; & K(\tilde{P}_{d_2}, \tilde{D}_I) &= 0,81; & K(\tilde{P}_{d_3}, \tilde{D}_I) &= 0,68 \\ K(\tilde{P}_{m_1}, \tilde{D}_I) &= 0,89; & K(\tilde{P}_{m_2}, \tilde{D}_I) &= 0,87; & K(\tilde{P}_{m_3}, \tilde{D}_I) &= 0,86 \\ K(\tilde{P}_{a_1}, \tilde{D}_I) &= 0,84; & K(\tilde{P}_{a_2}, \tilde{D}_I) &= 0,86; & K(\tilde{P}_{a_3}, \tilde{D}_I) &= 0,88 \end{aligned}$$

En consecuencia, se obtiene el siguiente orden de preferencia para la elección de una deportista polivalente:

$$m_1 \succ a_3 \succ m_2 \succ m_3 \approx a_2 \succ a_1 \succ d_2 \succ d_1 \succ d_3$$

Si bien, como se observa en el apartado 4.A.a.1, la mediocampista seleccionada para ocupar esta posición es m_3 , es posible que el técnico opte por elegir a m_1 dado que su coeficiente de adecuación al puesto a ocupar no es significativamente menor que el de m_3 , pero es la que obtuvo un coeficiente de adecuación mayor como deportista polivalente (4.A.a.2) y podría resultarle útil por su versatilidad para cubrir cualquier posición del equipo.

b. FÚTBOL

En un club de fútbol de la zona sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina), se desea efectuar un estudio de las características técnicas de los jugadores de las categorías sub-13 a sub-16 con el fin de determinar la posición para la cual son más idóneos.

1. Valuación de los aspectos técnicos

Los aspectos técnicos considerados y valuados por los especialistas son:

Juego de cabeza (c_1), regate (c_2), recepción (c_3), pases (c_4), tiro (c_5), defensa (c_6), gol (c_7), visión de juego (c_8), ubicación en la cancha (c_9) y control de pelota (c_{10}).

El nivel óptimo requerido por los expertos consultados para cada aspecto considerado para las posiciones de defensor (def), volante (vol) y delantero (del) figura en la tabla 3.

Tabla 3

Perfil ideal para cada posición (fútbol)

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}
def	MB	B	BB	MB	BB	PF	MBM	PF	R	B
vol	MBB	MB	B	B	MBB	BB	MBB	PF	MBM	PF
del	PF	BB	MB	R	PF	MBM	PF	BB	BM	MB

FUENTE: Elaboración propia.

2. Perfiles ideales para cada posición

Para cada una de las posiciones a cubrir se ha definido el perfil correspondiente al grado de cumplimiento de cada una de las

cualidades requeridas. Cada perfil está representado por un subconjunto borroso.

$$\tilde{P}_{def} = \{(c_1, 0.9); (c_2, 0.8); (c_3, 0.7); (c_4, 0.9); (c_5, 0.7); (c_6, 1.0); (c_7, 0.4); (c_8, 1.0); (c_9, 0.7); (c_{10}, 0.8)\}$$

$$\tilde{P}_{vol} = \{(c_1, 0.6); (c_2, 0.9); (c_3, 0.8); (c_4, 0.8); (c_5, 0.6); (c_6, 0.7); (c_7, 0.6); (c_8, 1.0); (c_9, 0.8); (c_{10}, 1.0)\}$$

$$\tilde{P}_{del} = \{(c_1, 1.0); (c_2, 0.7); (c_3, 0.9); (c_4, 0.5); (c_5, 1.0); (c_6, 0.4); (c_7, 1.0); (c_8, 0.7); (c_9, 1.0); (c_{10}, 0.9)\}$$

3. Perfiles de los candidatos

Se presentan cinco aspirantes, la valuación de sus aptitudes técnicas para las cualidades consideradas son las siguientes:

$$\tilde{P}_1 = \{(c_1, 0.7); (c_2, 0.8); (c_3, 0.4); (c_4, 0.9); (c_5, 0.8); (c_6, 0.5); (c_7, 0.6); (c_8, 0.6); (c_9, 0.7); (c_{10}, 0.6)\}$$

$$\tilde{P}_2 = \{(c_1, 0.4); (c_2, 0.9); (c_3, 0.6); (c_4, 0.7); (c_5, 0.2); (c_6, 0.9); (c_7, 0.7); (c_8, 0.9); (c_9, 0.6); (c_{10}, 0.4)\}$$

$$\tilde{P}_3 = \{(c_1, 0.8); (c_2, 1.0); (c_3, 0.9); (c_4, 0.6); (c_5, 0.9); (c_6, 0.7); (c_7, 0.6); (c_8, 0.6); (c_9, 0.8); (c_{10}, 0.9)\}$$

$$\tilde{P}_4 = \{(c_1, 0.5); (c_2, 0.9); (c_3, 0.7); (c_4, 0.4); (c_5, 0.9); (c_6, 0.6); (c_7, 0.9); (c_8, 0.5); (c_9, 0.3); (c_{10}, 0.8)\}$$

$$\tilde{P}_5 = \{(c_1, 1.0); (c_2, 0.4); (c_3, 0.6); (c_4, 0.8); (c_5, 0.7); (c_6, 0.4); (c_7, 0.6); (c_8, 0.7); (c_9, 1.0); (c_{10}, 0.5)\}$$

4. Distancias de Hamming a los perfiles ideales

Como se desea encontrar entre varios candidatos el que más se ajuste al perfil ideal definido para cada posición, se utiliza la distancia de Hamming.

Se calcula la distancia de Hamming de cada aspirante a cada posición y se construye la matriz de distancias (tabla 4).

Tabla 4
Matriz de distancias (fútbol)

δ	\tilde{P}_{def}	\tilde{P}_{vol}	\tilde{P}_{del}
\tilde{P}_1	0,19	0,20	0,27
\tilde{P}_2	0,24	0,21	0,40
\tilde{P}_3	0,21	0,14	0,20
\tilde{P}_4	0,30	0,26	0,24
\tilde{P}_5	0,24	0,25	0,20

FUENTE: Elaboración propia.

Para asignar los postulantes a las posiciones para las que están más capacitados, se ordenan las distancias de menor a mayor: 0,14; 0,19; 0,20; 0,21; 0,24; 0,25; 0,26; 0,27; 0,30 y 0,40, luego se eliminan a cada paso la columna (posición en el equipo) y fila (aspirante) correspondientes, una vez que se ha encontrado la persona que más se acerca al perfil buscado.

La menor distancia es $\delta(\tilde{P}_3, \tilde{P}_{vol}) = 0,14$. Luego, se elige al postulante 3 como volante y se eliminan la columna \tilde{P}_{vol} y la fila \tilde{P}_3 (tabla 5).

Tabla 5
Elección del volante (fútbol)

δ	\tilde{P}_{def}	\tilde{P}_{vol}	\tilde{P}_{del}
\tilde{P}_1	0,19		0,27
\tilde{P}_2	0,24		0,40
\tilde{P}_3		X	
\tilde{P}_4	0,30		0,24
\tilde{P}_5	0,24		0,20

FUENTE: Elaboración propia.

Sigue $\delta(\tilde{P}_1, \tilde{P}_{def}) = 0,19$. Se elige el postulante 1 para la posición de defensor y se eliminan la columna \tilde{P}_{def} y la fila \tilde{P}_1 (tabla 6).

Tabla 6
Elección del defensor (fútbol)

δ	\tilde{P}_{def}	\tilde{P}_{vol}	\tilde{P}_{del}
\tilde{P}_1	X		
\tilde{P}_2			0,40
\tilde{P}_3		X	
\tilde{P}_4			0,24
\tilde{P}_5			0,20

FUENTE: Elaboración propia.

Por último, $\delta(\tilde{P}_5, \tilde{P}_{del}) = 0,20$. Se elige el postulante 5 para el puesto de delantero y se eliminan la columna \tilde{P}_{del} y la fila \tilde{P}_5 (tabla 7).

Tabla 7
Elección del delantero (fútbol)

	\tilde{P}_{def}	\tilde{P}_{vol}	\tilde{P}_{del}
\tilde{P}_1	X		
\tilde{P}_2			
\tilde{P}_3		X	
\tilde{P}_4			
\tilde{P}_5			X

FUENTE: Elaboración propia.

Como ya se asignaron los jugadores 3, 1 y 5 para las posiciones de volante, defensor y delantero respectivamente, los postulantes 2 y 4 no formarán parte del equipo.

Con la información obtenida se construye la matriz de afectación, que figura en la tabla 8, con valor 1 en las celdas correspondientes a los postulantes elegidos en la posición seleccionada y 0 en las restantes.

Tabla 8
Matriz de afectación (fútbol)

	\tilde{P}_{def}	\tilde{P}_{vol}	\tilde{P}_{del}
\tilde{P}_1	1	0	0
\tilde{P}_2	0	0	0
\tilde{P}_3	0	1	0
\tilde{P}_4	0	0	0
\tilde{P}_5	0	0	1

FUENTE: Elaboración propia.

5. Comentarios finales

Los modelos presentados son flexibles y permiten cubrir la necesidad de seleccionar empleados especialistas y polivalentes en todo tipo de organizaciones. Un aspecto relevante de los mismos es que incorporan la “matización” representada por distintos niveles de exigencia o cumplimiento de cada una de las características propias de las actividades a desarrollar.

La selección del deportista especialista y la del deportista polivalente, es solo una muestra de una gran variedad de posibles aplicaciones de la metodología propuesta a la selección de personal en diferentes organizaciones.

Dentro de los modelos expuestos pueden introducirse otros elementos como, por ejemplo, la ponderación de las cualidades exigidas y/o la construcción de índices que prevean la excelencia en todas ellas o diferentes condiciones de penalización en su no cumplimiento.

Referencias

- AMDAN, F. (2010), “La nueva camada de dirigentes convierte deportes en negocios”, *Diario Clarín*, <http://www.ieco.clarin.com>.
- CHIAVENATO, I. (1994), “Administración de recursos humanos”, Bogotá, McGraw-Hill.
- DOLAN, S., R. CABRERA, S. JACKSON y R. Schuler (2003), “La gestión de los recursos humanos”, *Preparando profesionales para el siglo XXI*, Madrid, McGraw-Hill.
- GIL ALUJA, J. (1996), “La gestión interactiva de los recursos humanos en la incertidumbre”, Madrid, Editorial CEURA.
- GIL LAFUENTE, J. (2002), “Algoritmos para la excelencia”, *Claves para el éxito en la gestión deportiva*, Vigo: Editorial Milladoiro.
- KAUFMANN, A. (1973), “Introduction à la Théorie des Sous-Ensembles Flous”, *Elements Théoretiques de Base*, París: Masson.
- KAUFMANN, A. y J. GIL ALUJA (1987), “Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre”, Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- KIRSCHENBAM, F. (2011), “Evaluaciones psicotécnicas”, *Diario Clarín*, 11 de diciembre de 2011, <http://www.ieco.clarin.com>.
- LAZZARI, L. (2010), “El comportamiento del consumidor desde una perspectiva fuzzy”, *Una aplicación a turismo*, Buenos Aires: EDICON.
- LAZZARI, L. y P. MOULIÁ (2010), “Empleo de herramientas innovadoras para la selección de deportistas”, en *Actas XXV Jornadas Nacionales de*

Docentes de Matemática de Facultades de Ciencias Económicas y Afines, 22 al 24 de septiembre, Lib. San Martín, Entre Ríos.

- MENDAÑA CUERVO, C. (1995), “Análisis del umbral de rentabilidad borroso”, un desarrollo operativo en hoja electrónica de cálculo para el análisis de sensibilidad en incertidumbre, en *Actas II Congreso SIGEF*, 15 al 17 de noviembre, Santiago de Compostela.
- TANAKA, K. (1997), “An introduction to Fuzzy Logic for practical applications”, Nueva York: Springer-Verlag.
- YAGER, R. y D. FILEV (1994), “Essentials of Fuzzy Modeling and Control”, Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- ZADEH, L.A. (1965), “Fuzzy Sets”, *Information and Control*, Vol. 8, pp. 338-353.