

Ingeniería Industrial

# Aplicación de técnicas de decisión multicriterio para la priorización de perfiles docentes universitarios

Industrial Engineering

# Application of multicriteria decision techniques for the prioritization of university teaching profiles

<sup>1</sup>Eduar F. Aguirre González , <sup>§</sup> <sup>1</sup>Victor Manuel Vargas F , <sup>1</sup>Lewin A. López López,  <sup>1</sup>Julian Patiño Rivera,  <sup>1</sup>Florencio Candelo E. 

<sup>1</sup>Universidad del Valle- Sede Regional Yumbo – Valle del Cauca Colombia

[eduar.f.aguirre@correounivalle.edu.co](mailto:eduar.f.aguirre@correounivalle.edu.co), [victor.m.vargas@correounivalle.edu.co](mailto:victor.m.vargas@correounivalle.edu.co),  
[lewin.lopez@correounivalle.edu.co](mailto:lewin.lopez@correounivalle.edu.co), [julian.patino@correounivalle.edu.co](mailto:julian.patino@correounivalle.edu.co),  
[florencio.candelo@correounivalle.edu.co](mailto:florencio.candelo@correounivalle.edu.co)

Como citar: Aguirre-Gonzalez EF, Vargas VM, Lopez-Lopez LA, Patiño-Rivera J, Candelo F. Application of multicriteria decision techniques for the prioritization of university teaching profiles. Ingeniería y competitividad, 2023; e21511967.  
<https://doi.org/10.25100/iyca.v25i1.11967>

**Recibido:** 01 de junio de 2022 – **Aceptado:** 8 de septiembre de 2022

## Abstract

The selection process for a teacher's profile in general, and even more for those that are subscribed to higher education institutions requires to fulfill academic, strategic, and scientific criteria, among others, this makes the search become a more difficult process even when multiple profiles must be defined at the same time. The main goal of this research was to design a tool that allows the election those profiles likely to be considered in the next call for teaching vacancies at the Universidad del Valle in Yumbo site. To start with the selection process, the articulation of the strategic plans of the university and its own regional in Yumbo site was taking as a basis, as well as the labor observatories and the Ministry of Science, Technology and Innovation (MinCiencias), obtaining qualitative and quantitative information. To analyze this information, the application of the multicriteria decision analysis (MCDA) techniques was proposed, such as, the analytical hierarchical process (AHP) and the technique for the order of preference by similarity with the ideal solution (TOPSIS), which provide a ranking of profiles with high relevance for the next call for teaching staff to occupy teacher vacancies for the Universidad del Valle in Yumbo site. The tool used offers flexibility in the number of profiles and criteria that are considered by the central administration of the institution at the time of opening the call, for which it was conceived as a viable selection mechanism to be replicated in similar cases, inside or outside the institution. The implementation of these multi-criteria methodologies allowed us to approach the objectivity required in the selection processes in any context, particularly the selection of teaching profiles in higher education institutions.

**Keywords:** AHP, MCDA, Staff Selection, Teacher Profile, TOPSIS.



## Resumen

El proceso de selección de un perfil docente requiere satisfacer criterios académicos, estratégicos y científicos, entre otros, y más aun cuando se trata de buscar un perfil docente universitario para una institución que está en proceso de ampliar significativamente su planta de profesores, con la selección de múltiples perfiles al mismo tiempo.

El objetivo principal de esta investigación fue diseñar una herramienta que permita realizar la elección de aquellos perfiles susceptibles de ser considerados en la siguiente convocatoria para plazas docentes en la sede regional de Yumbo de la Universidad del Valle. Para iniciar el proceso de selección, se tomó como base la articulación de los planes estratégicos de la universidad y de la propia sede regional, así como la de observatorios laborales y del Ministerio de ciencia, tecnología e innovación (MinCiencias), obteniendo información cualitativa y cuantitativa. Para el análisis de dicha información se propuso la aplicación de técnicas de análisis de decisión multicriterio (MCDA) como el proceso analítico jerárquico (AHP) y la técnica para el orden de preferencia por semejanza con la solución ideal (TOPSIS), con las cuales se pudo generar un ranking de perfiles con alta pertinencia para la siguiente convocatoria de personal docente en la Universidad del Valle sede regional de Yumbo.

El método utilizado ofrece flexibilidad en la cantidad de perfiles y criterios que sean considerados por parte de la administración central de la institución al momento de dar apertura a la convocatoria, por lo cual se concibió como un mecanismo de selección viable para ser replicado en casos similares, dentro o fuera de la institución. La implementación de estas metodologías multicriterio permitió acercarnos a la objetividad requerida frente a los procesos de selección en cualquier contexto, particularmente, la selección de perfiles docentes.

**Palabras clave:** AHP, MCDA, Perfil docente, Selección de personal, TOPSIS.

## 1. INTRODUCCIÓN

La selección de personal en una organización se constituye en la operación de elegir el recurso humano que sea capaz de satisfacer, en mayor medida, los requisitos del puesto de vacancia entre los candidatos que se presenten. En un entorno moderno de gestión organizacional, el trabajo publicado por (1) menciona que la aplicación adecuada de un método de selección elimina o minimiza los efectos desfavorables que conducen al fracaso en la selección de personal, por lo que se hace necesario que estos procesos de toma de decisiones estén consultados por un equipo con visión estratégica, y sean asistidos

por una computadora. Además, tanto (2) como (3), consideran para una era informática actual, orientada a la obtención de ventajas competitivas, se deben incluir criterios cuantitativos y cualitativos para una mejor toma de decisiones. Las técnicas de Análisis multicriterio (MCDA, por sus siglas en inglés) como expone (4), tienen la cualidad de ser compatibles con todas las condiciones de selección en función del tipo de problema. Desde la aplicación para la escogencia de personal, (5), (6) y (7) relacionan la toma de decisiones como un problema de crucial importancia para el éxito empresarial. La versatilidad de las metodologías y su combinación se puede observar en trabajos

como en (8) que integran dos metodologías para la selección de zonas de carga y descarga de alto volumen.

En (8) se menciona que los organismos internacionales han emitido recomendaciones a las instituciones de educación superior a nivel mundial para el profesor del siglo XXI como agente de cambio en una sociedad globalizada.

Un docente universitario es responsable de: a) formar a los profesionales del futuro cumpliendo con los estándares internacionales, b) definir los procesos de enseñanza considerando los contenidos que impartirá y c) promover la actualización permanente que le capacita para su ejercicio profesional como docente. En este sentido, la búsqueda de un perfil docente no solo debe incluir estándares centrados en las competencias académicas, sino otros que incidan en el contexto regional, que involucra factores como el orden territorial, la ubicación geográfica y la comunidad de personas que se impacta (10). Entonces surge la necesidad de establecer procesos de selección que adopten metodologías que permitan la inclusión y evaluación a través de múltiples criterios como los expresados previamente.

El fortalecimiento de las sedes regionales de la Universidad del Valle ha implicado la vinculación por nombramiento de docentes de tiempo completo y de contratación indefinida mediante concurso público de méritos, como lo establece la ley (11), (12) y (13). De igual forma, el plan estratégico de desarrollo institucional presentado en (20) 2015 – 2025 de la

administración actual tiene un enfoque hacia el desarrollo regional, y en particular en sus nueve sedes ubicadas fuera del municipio de Cali, tanto en el Valle del Cauca como en el Cauca. Cada sede, por lo tanto, necesita identificar y seleccionar los perfiles docentes considerando su propio entorno, dadas las características que tanto históricamente como en la actualidad, les ha permitido constituir un foco de desarrollo regional importante para el departamento del Valle del Cauca dentro del área de influencia de la sede.

En este trabajo se consideró el aprovechamiento de los elementos tecnológicos, acceso a redes con bases de datos abiertas y disponibles, para obtener información, analizarla y como indica (14), aplicar dos técnicas multicriterio como una propuesta fácil de replicar, pero con resultados que establecieron sus propios criterios, tanto cualitativos como cuantitativos, y ponderaciones de acuerdo con los intereses propios de la sede regional Yumbo, en el caso aplicado a la Universidad del Valle. La estrategia consistió en ponderar por comparaciones pareadas los criterios elegidos mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus sigla en inglés) y posteriormente se estimó la clasificación ordenada o ranking de los perfiles preseleccionados con la cuantificación de los criterios mediante la Técnica de Ordenamiento a la solución ideal (TOPSIS, por sus siglas en inglés) y así se eligieron los perfiles docentes para recomendar a las directivas en las próximas contrataciones o convocatorias docentes.

### ***1.1. Multicriterio en la selección de personal***

En una breve revisión literaria se ha evidenciado la utilidad que tienen las técnicas MCDA para la selección de personal, correspondiendo al caso nuestro aplicado a los perfiles docentes más pertinentes para una institución universitaria con un área de influencia particular. Los trabajos revisados en su mayoría combinan más de una técnica para la toma de la decisión o la obtención de un ranking. En cuanto a los encontrados con AHP o TOPSIS, pueden citarse las siguientes: Con AHP, los autores de (15) aplican AHP difuso unido a TOPSIS difuso para la selección de un ingeniero industrial entre cinco candidatos, donde AHP aporta a la definición de los pesos en los criterios y subcriterios, al igual que en (16) aplican AHP junto al análisis relacional gris (GRA, por sus siglas en inglés) para la selección de un diseñador de moda considerando seis candidatos con experiencia, habilidades organizativas y de uso de herramientas digitales, además de habilidades investigativas para la visión de la marca. Con TOPSIS, en (17) se encuentra la aplicación de un modelo híbrido de procesos de redes analíticas (ANP) con TOPSIS modificado para elegir un candidato para un proceso de manufactura, mientras que el trabajo propuesto en (6) elige un director de información (CIO) para una sucursal de una multinacional entre cuatro candidatos por medio de TOPSIS con adición de un umbral de veto para la decisión, y finalmente en (18), se integra TOPSIS con el conjunto neutrosófico de intervalo (INS, por sus siglas en inglés) para

apoyar la selección de un personal académico considerando seis criterios que mezclan la experiencia con los aspectos personales y las publicaciones.

Otros trabajos aplicados a la selección de personal, con metodologías alternativas a AHP o TOPSIS son: la publicación de (7), quienes proponen un método intuicionista con toma de decisión multicriterio difuso con análisis relacional gris (GRA), en un caso de contratación de un ingeniero en análisis de sistemas para una empresa de software entre cuatro candidatos, mientras que (19) presenta la selección de un candidato para el puesto de gerente de ventas con los métodos análisis de relación paso a paso para la evaluación de peso (SWARA, por sus siglas en inglés) y el sistema de evaluación de proporción aditiva (ARAS) bajo incertidumbres, pero proponen TOPSIS para futuras investigaciones. En todos los casos, sea con AHP, TOPSIS u otra técnica multicriterio, la organización emplea la selección del personal con criterios propios del grupo directivo y verificación de méritos por elementos cuantitativos y cualitativos. Así, de forma exitosa se logra garantizar el cumplimiento de competencias o habilidades del interés de la vacante ofrecida.

## **2. METODOLOGÍA**

La metodología está desarrollada en dos grandes bloques, como se muestra en la Figura 1, a saber:

- Contextualización

- Utilización del MCDA

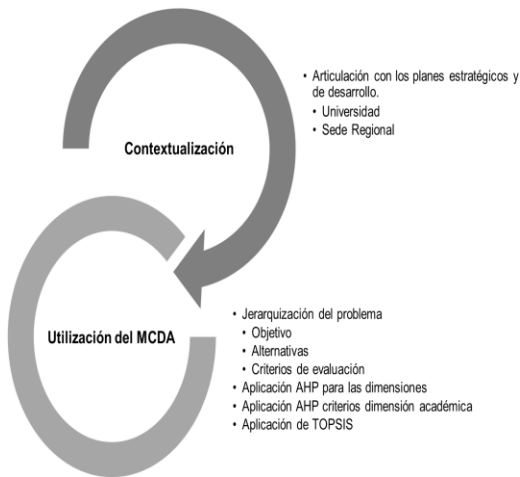


Figura 1. Esquema general de la metodología

### 2.1 Contextualización

Como punto de partida para el desarrollo de la metodología, se inició con la revisión del plan estratégico explicado en (20), el cual es una reflexión de la comunidad académica y cuenta con apoyo técnico del instituto de prospectiva, innovación y gestión del conocimiento, allí se plantean las alternativas futuras de crecimiento y desarrollo de la Universidad del Valle en todas las subregiones, esto obliga al crecimiento de la planta profesoral, la cual inició su consolidación con los primeros 34 nombramientos en las sedes regionales en enero del 2018 y conforme a lo programado, están pendientes algunos cupos para realizar futuros nombramientos.

Para nuestro caso de estudio, el municipio de Yumbo se encuentra inmerso en un área industrial y agrícola, geográficamente a unos 20 km de la capital del Valle del Cauca (Cali) y la sede principal de la Universidad. En la

actualidad, el campus de Yumbo ofrece cinco programas tecnológicos (Tecnología en Electrónica, Tecnología Química, Tecnología en Sistemas de Información, Tecnología en Gestión Logística y Tecnología en Mantenimiento de Sistemas Electromecánicos) y un programa profesional (Administración de Empresas), además su personal docente lo constituyen cuatro profesores nombrados, tres profesores ocasionales y sesenta y tres profesores de hora cátedra. El nombramiento de los cuatro profesores se presentó hace tres años, y en su momento fueron usados, como criterios de selección de los perfiles, los cuatro programas tecnológicos de mayor antigüedad en la sede y las directrices dadas desde la administración central. Para la Universidad del Valle en la sede Yumbo, se tiene la necesidad de ampliar la planta de docentes nombrados, con el objetivo de continuar con el plan de desarrollo regional que la dirección central ha propuesto.

Siendo la anterior la carta de navegación, en varios comités académicos de la sede se trabajó en función de definir cómo debería ser el crecimiento de esta, particularmente en los programas de la sede con expectativas de mayor desarrollo, programas que están aprobados y próximos a abrir y programas que se encuentran planeados y en espera de aprobación para una futura apertura; entre estos se tiene la ingeniería logística y/o industrial, ingeniería de sistemas o de software, administración de empresas y comercio exterior

## 2.2 Utilización del MCDA

El siguiente paso fue la selección de los criterios para identificar o clasificar cada uno de los perfiles. Como primer paso se utilizó la estrategia de lluvia de ideas para identificar los criterios y se construyó una matriz con los criterios y se definieron las dimensiones que mejor los caracterizaban. En la búsqueda de la información necesaria para cuantificar el criterio, se requirió una metodología y medición diferente para cada criterio propuesto. Diversas organizaciones, diferentes a las universidades e instituciones de educación superior en nuestro país, han empleado técnicas multicriterio para las organizaciones que representan.

En la aproximación de un perfil para el docente que forma profesionales se deben tener presente las condiciones de un individuo en relación con: La capacidad de relacionar la teoría con la práctica superando la mera exposición de hipótesis científicas para así impulsar el espíritu creador en sus estudiantes, condición indispensable hoy en la competitividad laboral. La fundamentación científica como la garantía para formar profesionales capaces de adaptarse a nuevos descubrimientos y reflexionar sobre condiciones particulares con sentido crítico. Igualmente, el docente para profesionales se debe asumir como una persona comprometida con la valoración de los sujetos como personas cambiantes como resultados del ejercicio profesional. La aplicación de metodologías

multicriterio implica la realización de dos grandes etapas:

- La jerarquización del problema
- El proceso de evaluación o uso propio del MCDA

### 2.2.1 Jerarquización del problema

La jerarquización del problema consiste en un proceso interactivo en el que se identifican todos los elementos que intervienen en el proceso de la toma de decisiones, para luego ordenarlos en niveles que describan la problemática. Se necesita identificar un problema, que no es más que la situación que se desea resolver mediante la selección de una de las alternativas de las que se dispone o de la priorización (ranking) de ellas. Al tener identificado el problema, se debe trazar un objetivo para mejorar la situación existente. Este objetivo se encuentra en un nivel independiente y los otros elementos de la jerarquía apuntan en conjunto a la consecución del mismo. Los criterios a identificar son las dimensiones relevantes que afectan significativamente a los objetivos y deben expresar las preferencias de los implicados, incluidos aspectos cuantitativos y cualitativos, en la toma de decisión. Por último, en este diseño de jerarquía se debe tener claridad en la identificación de las posibles alternativas que correspondan a propuestas factibles mediante las cuales se podrá alcanzar el objetivo general, cada una con sus pros y sus contras respectivamente. Para nuestro objeto de estudio, el objetivo consiste en establecer un ranking de los perfiles

necesarios para ser considerados en la siguiente convocatoria de la sede regional. El concepto de dimensión, en las metodologías multicriterio, se usa generalmente para “agrupar” criterios con una base o definición teórica común. En el ejercicio de construcción de criterios, fundamentalmente se busca que el criterio sea susceptible de medición, para ello se debe contar con información y determinar la dirección del “vector” (maximización o minimización); para este ejercicio se determinaron seis, los cuales se agruparon en tres dimensiones como la “académica”, la “estratégica” y la “científica”.

La dimensión académica agrupa conceptualmente oportunidades de participación de cada uno de los perfiles, involucrando actividades relacionadas directamente con el ejercicio docente. La dimensión estratégica es aquella que agrupa conceptos relacionados con el desarrollo de competencia y ocupación de egresados, fundamentales para la planeación del desarrollo de la sede. Por último, la dimensión científica considera los aspectos relacionados directamente con la productividad académica definida por MinCiencias.

### **2.2.2 Aplicación de AHP para las dimensiones**

Con la definición de los perfiles propuestos se determinó usar metodologías de análisis de decisión multicriterio para elaborar el ranking de perfiles en el proceso de selección, de acuerdo con los criterios propuestos. Para la determinación de los pesos (ponderaciones) de las dimensiones y de los criterios de la

dimensión académica se usó **AHP**, el Proceso Analítico Jerárquico provee las herramientas necesarias para procesar la subjetividad inherente y las preferencias personales de un individuo o un grupo al tomar una decisión, además permite incorporar factores cualitativos y cuantitativos a tener en cuenta para dar solución a un problema, para que luego las personas determinen sus preferencias por medio de juicios (21).

### **2.2.3 Aplicación de AHP para los criterios de la dimensión académica**

Esta dimensión agrupa tres criterios, lo que hizo necesario pensar si los tres debían tener el mismo peso (ponderación) dentro de la decisión. Luego de aplicar AHP cada criterio obtuvo una ponderación dentro de la dimensión.

### **2.2.4 Aplicación de TOPSIS**

Para realizar el ranking se usó **TOPSIS**, cuyo principio básico es que la alternativa elegida debe tener la “distancia más corta” a la solución ideal positiva y la “distancia más larga” a la solución ideal negativa (22).

## **2.3 Uso del Enfoque de Borda**

El recuento de Borda está relacionado con la teoría social de la elección, donde cada ciudadano puede entregar el orden sugerido de todos los candidatos posibles, en una elección dada. La idea en esta fase es agregar esos ordenamientos individuales de tal modo que se pueda obtener uno solo (22).

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Jerarquización del problema

La Tabla 1 resume las consideraciones en cuanto a dimensiones y criterios; por ejemplo, para el número de programas actuales asociados (NPA) y para el número de asignaturas asociadas (NAA) se tuvo en cuenta la programación académica de la sede; así mismo para el número de programas nuevos (NPN) los investigadores se basaron en las actas de comité académico y la prospectiva trabajada con anterioridad y su relación con los núcleos de conocimiento establecidos por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA). Para el nivel de competencia (NCR) se utilizó la información suministrada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en cuanto a programas y cobertura. Para la demanda de egresados (DE) se accedió a la información del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) sobre vinculaciones

Para cada criterio se definió su escala de medición, dirección o vector y dimensión, estos se presentan a continuación:

*Tabla 1. Matriz de dimensiones y criterios*

| CRITERIO  | ESCALA MEDICIÓN   | Dirección/<br>vector | Dimensión |
|---|---|----------------------|-----------|
| No. de programas actuales asociados (NPA)                                 | Contar programas  | Maximizar            | Académica |
| No. Asignaturas asociadas a los programas con posibilidad de dictar (NAA) | Contar asignaturas diferentes con posibilidad de dictar | Maximizar            |           |
| No. Programas nuevos (o núcleos de conocimiento) que pueda apoyar (NPN)   | Lista de programa y contar programas                    | Maximizar            |           |

exitosas por profesión. Finalmente, para las publicaciones (PA) se analizó la información de los últimos 5 años encontrada en el sistema encargado de identificar, evaluar y categorizar las revistas nacionales de ciencia, tecnología e innovación (Publindex), fueron agrupadas por áreas de conocimiento generando un ranking para cada año, se empleó la metodología conocida como enfoque de Borda, que ayuda a obtener una única valoración que será incluida en las matrices iniciales a la hora de aplicar el multicriterio. Así mismo, la Tabla 1 muestra la dirección del vector, que será fundamental para el desarrollo del TOPSIS. La dirección “maximizar” nos indica que mientras mayor valor registrado por la alternativa, en ese criterio, mejor; en el otro sentido, una dirección “minimizar” nos indica que mientras menor sea el valor registrado por la alternativa, en ese criterio, mejores opciones tendrán.



|  |   |           |             |
|--|---|-----------|-------------|
| Nivel de competencia frente a instituciones de la región (NCR)   | Medir el nivel (1, 2,3,4,5). Debe especificarse cómo medir este nivel de competencia.<br>1=baja competencia<br>5=Alta competencia | Minimizar | Estratégica |
| Demanda de egresados con perfil del programa en la zona de influencia. (Municipio y departamento) (DE) | No. de ofertas laborales (Observatorios Laborales)  | Maximizar |             |
| Publicaciones del área de conocimiento a nivel Nacional (PA)   | No. Publicaciones del área (Publindex)  | Maximizar | Científica  |

Fuente: Elaboración propia

Basados en el análisis anterior y, con un listado de las 8 áreas de conocimiento propuestas por el CNA, se seleccionaron los perfiles que pudieran estar relacionados con los programas con mayor proyección en la sede; después de analizar las propuestas y aportes por parte de cada uno, se llegó al siguiente consenso de posibles perfiles: a) **ciencias de la educación** se propone un perfil de un matemático (**EDMA**) ; b) **ciencias sociales y humanas**: del núcleo básico de conocimiento de deportes educación física y recreación, un perfil en educación física y del deporte (**DEP**), del núcleo de sociología, trabajo social y afines, un perfil de la parte social y ciudadana (**SOCIU**); c) **economía, administración, contaduría y afines administración**, un perfil de administración (**ADM**); d) **ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines** del núcleo básico de conocimiento de ingeniería de sistemas, telemática y afines, un perfil para ingeniería software (**INSO**), del núcleo básico de conocimiento de ingeniería industrial y afines,

un perfil para ingeniería logística y/o industrial(**INLO**) y del núcleo básico de conocimiento de ingeniería mecánica y afines, un perfil para ingeniería mecánica (**MEC**) y e) **matemáticas y ciencias afines** del núcleo básico de conocimiento de química y afines, un perfil farmacéutico (**FAR**). En total ocho perfiles para analizar (alternativas), abarcados en cinco núcleos de conocimiento, destacándose el núcleo ingenieril como fundamental para el desarrollo de la sede regional Yumbo de la Universidad del Valle.

El resultado de la jerarquización del problema, se puede observar en la figura 2. Lo primero que se definió fue el objetivo, que consistió en establecer un ranking de los perfiles necesarios para ofertar en la nueva convocatoria docente de la sede Yumbo, con ese propósito, se establecieron tres dimensiones que agrupan los seis criterios propuestos con los cuales se evaluarán las ocho alternativas.

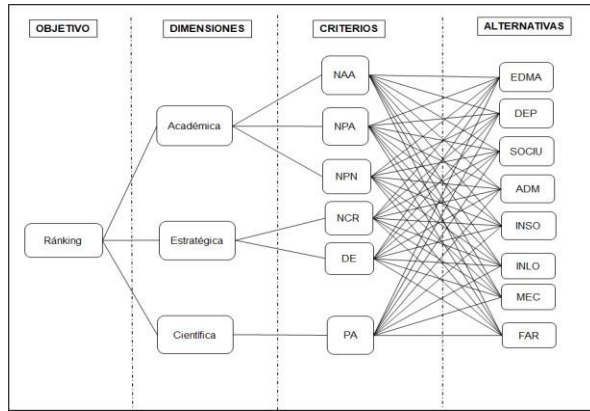


Figura 2. Diseño de la jerarquía

### 3.2 Utilización del MCDA

#### 3.2.1 Aplicación de AHP para las dimensiones

Aplicando los pasos sugeridos para la metodología, se realizó la votación de expertos descritos en la Tabla 2, quienes cuentan con experiencia docente mínimo de 10 años nivel de Maestría en sus estudios.

Tabla 2. Grupo de expertos seleccionados

|                | Profesión             | Posgrado                           | Exp. Docente |
|----------------|-----------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>PROF. 1</b> | Lic. en Matemáticas   | Maestría en Educación              | >30          |
| <b>PROF. 2</b> | Ingeniero Electrónico | Maestría en Ing. electrónica       | >15          |
| <b>PROF. 3</b> | Ingeniero de Sistemas | Maestría en Ing. Ciencias de Comp. | >15          |
| <b>PROF. 4</b> | Químico               | Maestría en Ciencias-Química       | >10          |
| <b>PROF. 5</b> | Ingeniero Industrial  | Maestría Ing. Industrial           | >10          |

Fuente: Elaboración propia

Utilizando la denominada escala de Saaty, descrita en la Tabla 3, que se usa para la valoración de juicios. En esta tarea se ha realizado un trabajo conjunto entre el director de la sede regional con todos los profesores

nombrados, y se ha definido abordar la solución al problema de la elección de los perfiles docentes empleando una o más técnicas multicriterio.

Tabla 3. Escala de Saaty

| ESCALAS         |   |  |  |
|-----------------|---|--|--|
| Escala Numérica | Escala verbal   |  | Explicación  |
| 1.0             | <b>Igual</b> importancia de ambos elementos           |  | Los dos elementos contribuyen de igual forma al objetivo         |
| 3.0             | <b>Moderada</b> importancia de un elemento sobre otro |  | La experiencia y el juicio favorecen a un elemento sobre el otro |
| 5.0             | <b>Fuerte</b> importancia de un elemento sobre otro   |  | Uno de los elementos es fuertemente favorecido                   |
| 7.0             | <b>Muy Fuerte</b> importancia de un                   |  | Uno de los elementos es fuertemente dominante                    |

|                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
|                       | elemento sobre otro                                  |   |
| 9.0                   | <b>Extrema</b> importancia de un elemento sobre otro | La evidencia que favorece a uno de los elementos es del mayor orden de afirmación |
| 2.0 – 4.0 – 6.0 – 8.0 | Valores intermedios entre dos juicios adyacentes     | Usados como valores de consenso entre dos juicios                                 |
| Incrementos de 0.1    | Valores intermedios en la graduación más fina        | Usados para graduaciones más finas de los juicios                                 |

Fuente: Saaty 1990

La metodología así mismo sugiere la realización de una comparación entre pares para la votación. Dicha votación se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Calificación de expertos para las dimensiones escogidas

|             | Académica | Estratégica | Científica |
|-------------|-----------|-------------|------------|
| Académica   | 1.00      | 2.76        | 5.44       |
| Estratégica | 0.36      | 1.00        | 2.94       |
| Científica  | 0.18      | 0.34        | 1.00       |

Fuente: Elaboración propia

En la dimensión académica se determinó incluir tres criterios, aquellos que tenían la posibilidad de encontrar y valorarlos cuantitativamente, por tanto, se realizó el mismo proceso de votación reflejado en la Tabla 5

**Tabla 5.** Calificación de expertos para los criterios escogidos dentro de la dimensión académica

|                       | Programas Actuales | Asignaturas asociadas | Programas nuevos |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|------------------|
| Programas Actuales    | 1.00               | 1.48                  | 1.93             |
| Asignaturas asociadas | 0.67               | 1.00                  | 2.14             |
| Programas nuevos      | 0.52               | 0.47                  | 1.00             |

Fuente: Elaboración propia

El resultado de los pesos (ponderación) de las dimensiones se presenta en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Ponderación de las dimensiones

| Dimensión   | Autovector | Ajuste |
|-------------|------------|--------|
| Académica   | 63.51%     | 50%    |
| Estratégica | 26.28%     | 30%    |
| Científica  | 10.21%     | 20%    |
|             | 100%       | 100%   |

Fuente: Elaboración propia

Los pesos específicos arrojados por el AHP determinaron un 63.5% para la dimensión

académica y la de menor peso fue la dimensión científica con un 10.2%.

### 3.2.2 Aplicación de AHP para los criterios dentro de la dimensión académica

El resultado de la votación para los criterios de la dimensión académica se expresa en la Tabla 7.

Tabla 7. Ponderación de los criterios dentro de la dimensión académica

| Criterio | Autovector | Ajuste |
|----------|------------|--------|
| NPA      | 44.77%     | 45%    |
| NAA      | 35.60%     | 35%    |
| NPN      | 19.62%     | 20%    |
|          | 100%       | 100%   |

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la dimensión académica los resultados arrojaron un peso del 44.8% para el criterio NPA y el de menor peso fue el criterio NPN con un 19.6%.

Dados los resultados en ambos ejercicios de AHP, se realizaron los ajustes para que, conservando la diferencia amplia en peso específico, no se convierta la dimensión o el criterio en un valor dictatorial.

Para determinar cuan consistente es una matriz, en (23) explica cómo se debe comparar su índice de consistencia (IC) propio con el índice de consistencia de una matriz recíproca del mismo orden, cuyos elementos han sido determinados en forma aleatoria. Este valor es llamado índice aleatorio (IA), y sus valores están previamente determinados de acuerdo con el orden de cada matriz. Ver tabla 8.

Tabla 8. Índice aleatorio según orden de la matriz

|    | ORDEN DE LA MATRIZ |   |      |     |      |      |      |      |      |      |
|----|--------------------|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
|    | 1                  | 2 | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| IA | -                  | - | 0.58 | 0.9 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 |

Fuente: Saaty 1990

El coeficiente de consistencia (CC) está determinado por:

$$CC = \frac{IC}{IA}$$

El **IC** mide el grado de consistencia de la matriz a través de la comparación del valor característico y el orden de la matriz ( $m$ ). Se define por:

$$IC = \frac{\lambda - m}{m - 1}$$

(22) explica que los valores del parámetro  $\lambda$ , correspondientes al vector característico, son denominados valores característicos de la matriz. Se considera una evidencia positiva para un juicio informado cuando la relación de

consistencia sea de 10% o menos. Los valores obtenidos del coeficiente de consistencia para la matriz de dimensiones y para la matriz de criterios dentro de la dimensión académica, se observan en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Coeficiente de consistencia para las dimensiones

|   | Índice de consistencia (IC) | Índice aleatorio (IA) matriz orden 3 | Coeficiente de consistencia (IC/IA) |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Matriz de dimensiones                         | 0.009                       | 0.58                                 | 2%                                  |
| Matriz de criterios en la dimensión académica | 0.014                       | 0.58                                 | 2%                                  |

Fuente: Elaboración propia

Los ajustes sugeridos en las tablas 6 y 7 se permiten, dada la solidez de la decisión, puesto que su valor en el coeficiente de consistencia es muy inferior al 10% sugerido en la literatura y se basan en los análisis de sensibilidad y robustez, los cuales determinaron que la solución no se alteraba. Para la dimensión estratégica: Tanto NCR como DE con un 50% cada uno; y en cuanto a la dimensión científica su único criterio se lleva todo el peso (100%).

### 3.2.3 Aplicación de TOPSIS

Siguiendo la metodología sugerida para el TOPSIS, se procede a la construcción de la matriz inicial para medición de cada criterio. Es así, que tanto para el conteo del criterio NPA,

cuyo número total de programas de la sede son seis (6), como para el NAA se utilizó la programación académica de la sede. En el NPN, la prospectiva realizada, con anterioridad a esta publicación, determinó que eran cuatro los programas nuevos con posibilidades de ofertarse en la sede. En el criterio NCR, se utilizó la información encontrada en la página web del MEN con los programas y su cobertura, filtrando por nivel académico, departamento, municipio oferta y estado de programa, obteniendo 226 programas que se ofrecen en la región a través de las 62 instituciones, siendo necesaria una ponderación de acuerdo con el número de estudiantes matriculados.

Para el criterio DE se contaron las vinculaciones exitosas por profesión asociadas a cada

alternativa de perfil, durante los cuatro trimestres del año 2020. Finalmente, para el criterio PA se analizó la información encontrada en Publindex, mediante una agrupación por áreas de conocimiento se analizó la información de los últimos cinco años.

Los resultados obtenidos se registraron en la siguiente matriz, considerada como “Inicial”, dentro de los pasos sugeridos para el TOPSIS, en la Tabla 10 resume dicha matriz.

**Tabla 10.** Matriz inicial (Medidas de cada criterio)

|              | Académica |     |     | Estratégica |     | Científica |
|--------------|-----------|-----|-----|-------------|-----|------------|
| PD           | 50%       |     |     | 30%         |     | 20%        |
| PCD          | 45%       | 35% | 20% | 50%         | 50% | 100%       |
| PAC          | 23%       | 18% | 10% | 15%         | 15% | 20%        |
|              | NPA       | NAA | NPN | NCR         | DE  | PA         |
| Perfil EDMA  | 4         | 10  | 5   | 21.8        | 7   | 1          |
| Perfil DEP   | 4         | 6   | 5   | 8.3         | 24  | 2          |
| Perfil SOCIU | 4         | 6   | 5   | 29.3        | 30  | 1          |
| Perfil ADM   | 4         | 8   | 5   | 37.3        | 136 | 1          |
| Perfil INSO  | 4         | 41  | 5   | 22.8        | 174 | 4          |
| Perfil INLO  | 3         | 27  | 4   | 34.0        | 169 | 4          |
| Perfil MEC   | 1         | 24  | 1   | 23.0        | 32  | 4          |
| Perfil FAR   | 1         | 11  | 1   | 16.8        | 57  | 2          |

Fuente: Elaboración propia

En dicha matriz, el “PD” corresponde a la ponderación de la dimensión, la línea con “PCD” corresponde al peso del criterio dentro de la dimensión y la línea “PAC” corresponde al peso absoluto del criterio dentro del ejercicio (Producto entre PD multiplicado por “PCD”)

Posteriormente a la construcción de esta matriz inicial, dado que los valores obtenidos en las relaciones de alternativas con criterios no son de igual valor (unidades) para todos los criterios, la metodología sugiere llevar a cabo una normalización, para dicha normalización de los valores se utilizó la Ec.1, que es tradicionalmente aplicada en el desarrollo de esta técnica, como lo explica (24):

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum(x_{ij})^2}} \quad (\text{Ec.1})$$

En dónde:

$$j = 1, \dots, n; \rightarrow n = 6$$

$$i = 1, \dots, m; \rightarrow m = 8$$

$n_{ij}$  = representa la alternativa normalizada y  $x_{ij}$  = es el valor de la comparación anteriormente obtenido de la matriz original. Ver Tabla 11.

Tabla 11. Matriz normalizada

| PD           | Académica |       |       | Estratégica |       | Científica |
|--------------|-----------|-------|-------|-------------|-------|------------|
|              | 50%       | 35%   | 20%   | 30%         | 50%   | 20%        |
| PCD          | 45%       | 35%   | 20%   | 50%         | 50%   | 100%       |
| PAC          | 23%       | 18%   | 10%   | 15%         | 15%   | 20%        |
|              | NPA       | NAA   | NPN   | NCR         | DE    | PA         |
| Perfil EDMA  | 0.419     | 0.173 | 0.418 | 0.300       | 0.024 | 0.130      |
| Perfil DEP   | 0.419     | 0.104 | 0.418 | 0.114       | 0.083 | 0.260      |
| Perfil SOCIU | 0.419     | 0.104 | 0.418 | 0.403       | 0.104 | 0.130      |
| Perfil ADM   | 0.419     | 0.138 | 0.418 | 0.513       | 0.472 | 0.130      |
| Perfil INSO  | 0.419     | 0.709 | 0.418 | 0.313       | 0.603 | 0.521      |
| Perfil INLO  | 0.314     | 0.467 | 0.334 | 0.468       | 0.586 | 0.521      |
| Perfil MEC   | 0.105     | 0.415 | 0.084 | 0.317       | 0.111 | 0.521      |
| Perfil FAR   | 0.105     | 0.190 | 0.084 | 0.231       | 0.198 | 0.260      |

Fuente: Elaboración propia

Luego de normalizada la matriz, se ponderaron cada uno de los valores. Esta ponderación se

Tabla 12. Matriz normalizada ponderada.

|              | Académica |       |       | Estratégica |       | Científica |
|--------------|-----------|-------|-------|-------------|-------|------------|
|              | NPA       | NAA   | NPN   | NCR         | DE    | PA         |
| Perfil EDMA  | 0.094     | 0.030 | 0.042 | 0.045       | 0.004 | 0.026      |
| Perfil DEP   | 0.094     | 0.018 | 0.042 | 0.017       | 0.012 | 0.052      |
| Perfil SOCIU | 0.094     | 0.018 | 0.042 | 0.060       | 0.016 | 0.026      |
| Perfil ADM   | 0.094     | 0.024 | 0.042 | 0.077       | 0.071 | 0.026      |
| Perfil INSO  | 0.094     | 0.124 | 0.042 | 0.047       | 0.091 | 0.104      |
| Perfil INLO  | 0.071     | 0.082 | 0.033 | 0.070       | 0.088 | 0.104      |
| Perfil MEC   | 0.024     | 0.073 | 0.008 | 0.048       | 0.017 | 0.104      |
| Perfil FAR   | 0.024     | 0.033 | 0.008 | 0.035       | 0.030 | 0.052      |

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso consistió en calcular la solución ideal positiva (SIP) y solución ideal negativa (SIN) considerando si lo que se pretende es maximizar o minimizar, de acuerdo con lo relacionado en la Tabla 1. Para los criterios de las dimensiones académica y científica, y el criterio DE en la dimensión

realiza con las ponderaciones obtenidos en el AHP de la fase anterior. Ver Tabla 12.

estratégica la solución ideal positiva es el valor máximo y en el criterio NCR, de la dimensión estratégica, es el valor mínimo. En cuanto a la solución ideal negativa se considera de manera inversa.

(23) continúa explicando el siguiente paso, que fue calcular la distancia euclidiana de cada una

de las alternativas a la solución ideal positiva y a la solución ideal negativa determinadas en el paso anterior.

$$R_i = \frac{di^-}{di^- + di^+} \quad (\text{Ec.2})$$

Dónde:  $di^-$  es la distancia a la solución ideal negativa y  $di^+$  es la distancia a la solución ideal positiva.

El último paso consistió en ordenar las alternativas (perfiles susceptibles de ser seleccionado en la siguiente convocatoria

El penúltimo paso consistió en calcular el índice de proximidad relativa ( $R_i$ ), según la Ec.2.

docente) en función del valor del índice de mayor a menor, donde los mayores valores implican mayor prioridad. Una vez aplicada la metodología, se obtiene el ranking de las alternativas posibles. Ver Tabla 13.

**Tabla 13.** Ranking de perfiles

| Ranking | Perfil       | $R_i$ |
|---------|--------------|-------|
| 1       | Perfil INSO  | 0.657 |
| 2       | Perfil INLO  | 0.526 |
| 3       | Perfil ADM   | 0.523 |
| 4       | Perfil EDMA  | 0.469 |
| 5       | Perfil DEP   | 0.455 |
| 6       | Perfil SOCIU | 0.451 |
| 7       | Perfil FAR   | 0.348 |
| 8       | Perfil MEC   | 0.303 |

Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados presentados en las diferentes tablas se obtiene que:

- Los perfiles INSO e INLO, dentro de la matriz inicial conservan sus valores por encima de los demás, lo que hace posicionarlos en los primeros lugares.
- Los perfiles ADM y EDMA, están muy cerca de los dos anteriores, sin embargo, es en el criterio PA, en donde son superados ampliamente.
- Para los perfiles FAR y MEC, influye que los valores registrados en la tabla inicial del TOPSIS, en cuanto al criterio NPA, cuyo peso específico es el más alto de todos, tienen los valores más bajos.
- Para el perfil DEP, no es extraño que ocupe una posición intermedia dado que, aunque no obtiene valores superiores en la mayoría de los criterios, en el PA



“duplica su valor” frente a los perfiles ingenieriles.

- En el caso del perfil SOCIU, su posición podría deberse, fundamentalmente, a que en el criterio NCR obtiene un valor entre los mayores, sólo superado por ADM e INLO y este criterio tiene un peso del 15%. En los demás criterios sus valores se encuentran entre los más bajos.

#### 4 CONCLUSIONES

Los docentes, en general, y aquellos suscritos a los sistemas de educación superior, tienen una responsabilidad social y contribuyen al desarrollo y futuro del país. El perfil docente para tal fin debe tener unas competencias comunes y otras propias del área en que se presenta, las cuales deben garantizar su saber, su saber hacer y su saber ser, y de ahí que sea una tarea fundamental para los cuerpos colegiados definir un correcto perfil del docente universitario.

Este ejercicio de combinar las metodologías multicriterio (AHP, TOPSIS) no se ha visto en la selección de personal o de plazas vacantes; en su lugar, se ha aplicado en otros contextos, como la selección y ubicación de sitios no deseados (rellenos sanitarios, cárceles, entre otros) y en priorización de zonas de carga y descarga de alto volumen. Nuestra investigación proporcionó el

ranking decisorio entre ocho perfiles susceptibles de ser considerados en la siguiente convocatoria pública de méritos para proveer cargos docentes en la sede regional Yumbo de la Universidad del Valle. Además, es un método viable de replicar en cualquier sede regional de la Universidad del Valle, ampliarlo a la universidad en general o en otras instituciones de educación superior. En el desarrollo agregamos el enfoque de Borda a la cuantificación del criterio (PA) y eso nos facilitó el uso de dichos valores en las matrices iniciales para la aplicación del MCDA.

Los valores obtenidos dependen de información publicada y de libre acceso por las instituciones del gobierno (MEN: Clasificación de las áreas de conocimiento, SNIES; Publiindex, SENA, Univalle, etc) y análisis particulares de los involucrados en el proceso de decisión. La funcionalidad de las metodologías MCDA, en especial TOPSIS, permite la inclusión de criterios cuantitativos y cualitativos, ambos usados en la presente investigación.

Esta metodología consideró la participación del director de sede, que normalmente toma la decisión a nivel personal, junto a todos los profesores de planta de la sede regional Yumbo, para definir los criterios de selección de los perfiles docentes universitarios basados en tres dimensiones que se tomaron con referencia en la perspectiva de la sede y la relación de la sede con el medio local y nacional. El resultado fue satisfactorio dentro de la expectativa a corto plazo para la apertura de nuevos programas académicos. Esto significa que la participación

de un grupo de profesores de planta es vital para aplicar este ejercicio de selección, dado que fundamenta decisiones en las proyecciones particulares a corto plazo y permitirá a futuro relacionar los resultados a nivel académico, científico y estratégico, como lo tuvieron presente para cada dimensión analizada.

El ranking arroja que dos de los tres perfiles ingenieriles seleccionados ocupan los dos primeros lugares, siendo consistente con la prospectiva de la sede. Los siguientes dos perfiles (ADMIN y EDMA), apoyan dicha prospectiva, dado que a través del núcleo de administración y el de ciencias se le puede brindar soporte en gestión y fundamentos matemáticos a los perfiles ingenieriles.

En el desarrollo de la investigación, la prioridad de perfil es independiente de la cantidad de cupos que la Universidad proporcione en futuras convocatorias, ya que puede aplicarse para los primeros cuatro, cinco o seis perfiles, sin repetir el ejercicio realizado. Así mismo, permite aplicarse en futuros trabajos, como la elección del personal administrativo para el mismo contexto universitario.

## 5 AGRADECIMIENTOS

Los autores declaran que no recibieron financiación de ninguna entidad público/privada para la realización de este artículo.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Korkmaz O. Personnel selection method based on topsis multi-criteria decision making method. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Derg* [Internet]. 2019 Jul;0–16. Available from: <http://dergipark.gov.tr/doi/10.18092/uliki.dince.468486>
2. Chang KH. A novel supplier selection method that integrates intuitionistic fuzzy weighted averaging method and a soft set with imprecise data. *Ann Oper Res*. 2019;272(1–2):139–57.
3. Samanlioglu F, Taskaya YE, Gulen UC, Cokcan O. A Fuzzy AHP–TOPSIS-Based Group Decision-Making Approach to IT Personnel Selection. *Int J Fuzzy Syst* [Internet]. 2018;20(5):1576–91. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40815-018-0474-7>
4. Khandekar A V, Chakraborty S. Personnel selection using fuzzy axiomatic design principles. *Bus Theory Pract*. 2016;17(3):251–60.
5. Turskis, Zenonas; Kersuliene, Violeta; Vinogradova I. A new fuzzy hybrid multi-criteria decision-making approach to solve personnel assessment problems. case study: director selection for estates and economy office. *Econ Comput Econ Cybern Stud Res*. 2017;51(3):211–29.
6. Kelemenis A, Askounis D. A new TOPSIS-based multi-criteria approach to

- personnel selection. *Expert Syst Appl* [Internet]. 2010;37(7):4999–5008. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2009.12.013>
7. Zhang SF, Liu SY. A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection. *Expert Syst Appl* [Internet]. 2011;38(9):11401–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2011.03.012>
  8. Aguirre González, E. F. (2022). Priorización de áreas para alto volumen de carga y descarga. Caso: Santiago de Cali. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*, 24(02), 15. <https://doi.org/10.25100/iyc.v0i00.11599>
  9. De Lourdes Arias Gómez M, Gómez E, Gómez J, Molina M, García M. Perfil Y Competencias Del Docente Universitario Recomendados Por La Unesco Y La Oede. *Cuad Educ y Desarro*. 2018;(96).
  10. Baena M. E, Sánchez Castro J, Montoya Suárez O. Algunos Factores Indispensables Para El Logro Del Desarrollo Regional. *Sci Tech*. 2006;2(31):177–82.
  11. Congreso de Colombia. Ley 30 de Diciembre 28 de 1992. servicio público de la Educación Superior. Colombia; 1992. p. 26.
  12. Consejo Superior (Universidad del Valle). Acuerdo No 07 Junio 1 de 2007. 2007 p. 34.
  13. Consejo Académico (Universidad del Valle). Resolución 039 Marzo 30 2017. 2017. p. 14.
  14. Osorio Gómez JC, García Alcaraz JL, Manotas Duque DF. AHP Topsis for supplier selection considering the risk of quality | AHP Topsis para la selección de proveedores considerando el riesgo asociado a la calidad. *Espacios*. 2018;39(16).
  15. Deliktaş D, ÜSTÜN Ö. Multiple Criteria Decision Making Approach for Industrial Engineer Selection Using Fuzzy Ahp-Fuzzy Topsis. *ANADOLU Univ J Sci Technol A - Appl Sci Eng*. 2018;19(1):58–82.
  16. Kucuk PO, Atilgan T. Fashion designer selection with the method of GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria decision making. *Ind Textila*. 2019;70(5):457–62.
  17. Dağdeviren M. A hybrid multi-criteria decision-making model for personnel selection in manufacturing systems. *J Intell Manuf*. 2010;21(4):451–60.
  18. Dung V, Thuy LT, Mai PQ, Dan N Van, Lan NTM. TOPSIS approach using interval neutrosophic sets for personnel selection. *Asian J Sci Res*. 2018;11(3):434–40.

19. Karabasevic D, Zavadskas EK, Turskis Z, Stanujkic D. The Framework for the Selection of Personnel Based on the SWARA and ARAS Methods Under Uncertainties. *Inform.* 2016;27(1):49–65.
20. Universidad del Valle. Plan Estratégico de Desarrollo de la Universidad del Valle 2015-2025 [Internet]. 2015. p. 283. Available from: <http://plan2025.univalle.edu.co>
21. Saaty TL. The seven pillars of the analytic hierarchy process. Vol. 175, *International Series in Operations Research and Management Science*. 2012. 23–40 p.
22. Jahanshahloo GR, Lotfi FH, Izadikhah M. An algorithmic method to extend TOPSIS for decision-making problems with interval data. *Appl Math Comput.* 2006 Apr 15;175(2):1375–84.
23. Sanabria Aguilar MA. Toma de Decisiones con Criterios Múltiples: un resumen conceptual [Internet]. UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA; 2006. Available from: [https://repositorio.uned.ac.cr/bitstream/handle/120809/824/Toma de decisiones con criterios multiples un resumen conceptual.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uned.ac.cr/bitstream/handle/120809/824/Toma%20de%20decisiones%20con%20criterios%20múltiples%20un%20resumen%20conceptual.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
24. Manyoma-Velásquez Pablo C, Pardo-Colorado MA, Torres-Lozada P. Localización de depósitos internos para residuos sólidos hospitalarios utilizando técnicas multicriterio. *Ing y Univ.* 2013;17(2):443–61.