



# Evaluación de plataformas de inteligencia de negocios con un proceso multicriterio jerárquico

*The evaluation of business intelligent platforms  
with a multicriteria hierarchy process*

Pavel Anselmo Álvarez Carrillo<sup>1\*</sup>, Miguel Ángel Hernández Medina<sup>1</sup>, María del Refugio Bernal Agramón<sup>2</sup>,  
Manuel Muñoz Palma<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Occidente, México

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica de Culiacán, México

<sup>3</sup>Universidad de Sonora, México

Recibido el 9 de marzo de 2022; aceptado el 3 de abril de 2023

Disponible en Internet el: 13 de abril de 2023

## Resumen

Este artículo presenta la evaluación de plataformas de inteligencia de negocios como un problema de decisión multicriterio apoyando a un experto de una empresa de múltiples servicios. El trabajo se centra en la identificación de los criterios de decisión y plataformas de inteligencia de negocios. El estudio se enfoca también, en la evaluación de plataformas de inteligencia de negocios con un enfoque multicriterio jerárquico considerando las preferencias del experto en plataformas de inteligencia de negocios que labora en la empresa. El resultado obtenido corresponde a la definición de un procedimiento metodológico para el problema de la evaluación de plataformas

---

\* Autor para correspondencia

Correo electrónico: [pavel.alvarez@uadeo.mx](mailto:pavel.alvarez@uadeo.mx) (P. A. Álvarez Carrillo).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2023.4587>

0186- 1042/© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

de inteligencia de negocios, y a una recomendación para la empresa en forma de ordenamiento de plataformas inteligencia de negocios identificadas. Este ordenamiento se genera considerando las preferencias del experto en relación a las plataformas.

*Código JEL:* D81, D83, G41

*Palabras clave:* plataformas de inteligencia de negocios; análisis multicriterio; proceso multicriterio jerárquico; ELECTRE-III

## **Abstract**

The article presents the evaluation of business intelligent platforms as a multicriteria decision-making problem to support an expert working in a company with multiple services. The present work focuses on identifying the decision criteria and the business intelligent platforms (BIP). The study is focused on the evaluation of the business intelligent platforms through a multicriteria hierarchy process regarding the preferences of an expert in BIP working in the company. The outcomes of the research regard the formal methodological procedure for the selection of the BIP. Besides that, the generation of a ranking of BIP regarding the expert's preferences and the company's needs.

*JEL Code:* : D81, D83, G4

*Keywords:* business intelligence platform, multicriteria decision analysis, multiple criteria hierarchy process, ELECTRE-III

---

## **Introducción**

El objetivo principal de la inteligencia de negocio es en contribuir a tomar decisiones que mejoren el desempeño de la empresa y así obtener una ventaja competitiva en el mercado. La inteligencia de negocios es la habilidad corporativa para tomar decisiones. Esto derivado del uso de metodologías, aplicaciones y tecnologías, las cuales permiten reunir, depurar, transformar datos y aplicar técnicas analíticas de extracción de conocimiento (Parr, 2000).

La inteligencia de negocios permite a las empresas combinar y analizar datos de diversas fuentes y obtener una visión completa y actualizada con la finalidad de obtener una ventaja competitiva. De tal modo, la inteligencia de negocios permite reunir, depurar y transformar datos de los sistemas, convirtiendo la información no estructurada, obtenida de fuentes internas y externas, y transformarla en información estructurada para su utilización en forma de almacenamiento, análisis e informes sobre el desempeño y evolución de la empresa.

En las empresas, la inteligencia de negocios juega un papel importante en las tomas de decisiones, pues permite la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos generados por

la operación de la empresa. Debido a esto es necesario la profesionalización de tal actividad, así como reconocer los criterios más importantes que ayudan en la toma de decisiones.

Desde un punto de vista operativo basado en las tecnologías de la información, se puede definir Inteligencia de Negocios como el conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de los sistemas transaccionales de una empresa, haciendo posible estructurar información relevante, la cual puede ser convertida en conocimiento en la medida en que es utilizada para el análisis y la toma de decisiones financieras, entre otras. La Inteligencia de Negocios actúa como un factor estratégico para una empresa u organización, generando una ventaja competitiva que proporciona información privilegiada para responder a los problemas del negocio (Azita, 2011).

La elección de una plataforma de inteligencia de negocios adecuada para una organización debe considerar puntos de vista tecnológicos, financiero y de calidad. Estos elementos permiten generar un conjunto de plataformas de inteligencia de negocios (Gartner, 2019). En ese sentido, Gartner muestra la situación de mercado de un producto tecnológico. Por un lado, contempla, la innovación del proveedor. Por otro lado, contempla la habilidad en el desarrollo de los productos. Sin embargo, se requieren procedimientos y modelos analíticos adecuados para la evaluación de plataformas de inteligencia de negocios que considere diversos aspectos importantes en relación a la empresa y al responsable de la selección, el tomador de decisión.

Un enfoque adecuado para la evaluación de un conjunto de plataformas de inteligencia de negocios puede llevarse a cabo, mediante un enfoque de análisis multicriterio, pues permite evaluar con una familia coherente de criterios de decisión las características objetivas y subjetivas de las plataformas. Este enfoque además permite incorporar en el modelo de decisión las preferencias del experto o tomador de decisiones.

Esto presenta una ventaja contra otros modelos que no consideran las preferencias o experiencia del experto, pues aquellos modelos de decisión que no consideran las preferencias del tomador de decisión y su sistema de valores tienen un uso práctico limitado (Doupous & Zopounidis, 2002). En el trabajo de Rodríguez y Cortés (2012) evaluaron cuatro plataformas de inteligencia de negocios con el método conocido como AHP (del inglés Analytic Hierarchy Process) (Saaty T. , 1980).

La evaluación de un conjunto de plataformas de inteligencia de negocios se puede analizar cómo un problema de ordenamiento de plataformas en relación a un proceso jerárquico

de múltiples criterios (del inglés, Mutiple Criteria Hierarchy Process (MCHP)), para analizar las características de las plataformas por categorías como grupos de criterios. En el análisis de categorías de las características de plataformas de inteligencia de negocios impone una estructura jerárquica de criterios, similar al enfoque MCHP propuesto por Corrente, Greco y Słowiński (2012).

El método AHP es realmente diferente al MCHP, pues el método AHP requiere comparación de criterios para proponer prioridades globales de alternativas en relación al problema completo. Sin embargo, en el proceso MCHP, la jerarquía permite agrupar criterios para encontrar interacciones entre ellos y así generar un ranking de alternativas en cada nodo de la jerarquía. En ese sentido, con la información que se cuenta hasta el momento no hay alguna investigación de un análisis de la interacción de criterios como MCHP en la evaluación plataforma de inteligencia de negocio.

El objetivo de este trabajo consiste en identificar las plataformas de inteligencia negocio (PIN) existentes en el mercado, caracterizar sus atributos relevantes para la gestión de conocimiento y analizar con un enfoque multicriterio jerárquico las PIN estableciendo un ordenamiento de la más preferida a la menos preferida. La evaluación y análisis de las PIN se lleva a cabo como un enfoque de outranking mediante el método ELECTRE-III (Roy, 1990) que considera las preferencias del experto. En esta metodología se consideran las preferencias de un experto que labora en el área de inteligencia de negocios en una empresa mexicana de giro departamental. Esta empresa pertenece al segundo lugar según el Monitor Empresarial de Reputación Corporativa en su ranking de Empresas e Iberoamérica (Merco, 2020).

El artículo está estructurado de la siguiente forma. La Sección 2 presenta una revisión de la literatura relacionada a la inteligencia de negocios. La metodología para evaluar las plataformas de inteligencia de negocios (PIN) es abordada en la Sección 3. En la Sección 4 se desarrolla la caracterización, evaluación y análisis de las PIN. Finalmente, en la Sección 5 se describen las conclusiones de la divulgación.

## **Antecedentes**

La integración de varias herramientas permite manejar el creciente volumen de datos y el aumento de la complejidad de las decisiones. El término que define esta tendencia actual surge a mediados de los años 90 y se conoce como Inteligencia de Negocios (BI, por sus siglas en inglés).

En el mundo de los negocios, los tomadores de decisiones necesitan tener acceso a información precisa y oportuna a fin de alcanzar sus objetivos. Históricamente la BI había sido utilizada por los analistas para procesar los datos haciendo uso de herramientas complejas y hojas de cálculo. En la actualidad la toma de decisiones implica una amplia gama de roles de negocio. Ballard et al. (2006) identifica que los mayores vendedores de BI se centran en proporcionar suites completas, lo que permite a los tomadores de decisiones acceder a los datos de origen en casi cualquier ambiente.

La inteligencia de negocios presenta varias funciones interesantes, entre ellas podemos mencionar las de almacenamiento, integración, análisis, consulta y control de datos (Schiff, 2010). Si bien estas plataformas cuentan con funcionalidades similares, también cuentan con algunas diferencias en sus funcionalidades. Cada plataforma tiene sus propias fortalezas y debilidades, razón por la cual es algo complejo adoptar una u otra.

En un estudio realizado por Rodríguez y Cortés (2012) utilizan el método AHP (Analytic Hierarchy Process) el cual contribuye a mejorar el proceso de decisión, por la gran información que aporta y por la ayuda que brinda en el conocimiento del problema. La cual generó una recomendación de seleccionar una plataforma de inteligencia de negocios idónea que se ajuste a la empresa y permita la implementación del Sistema de Información Gerencial.

Para Negash (2004) la BI es un conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de los sistemas transaccionales e información no estructurada (interna y externa a la compañía) en información estructurada, para su explotación directa o para su análisis y conversión en conocimiento (Negash, 2004).

Jourdan, Rainer y Marshall (2008) sugieren que la inteligencia de negocios es un proceso y un producto. Como proceso porque está compuesto de métodos que las empresas usan para el desarrollo aplicable, que les permita salir adelante en un mundo competitivo y globalizado. Como producto porque es información que les permitirá a las empresas predecir el comportamiento de los competidores, clientes, proveedores, tecnología, mercados, productos, servicios y el comportamiento en general del ambiente de negocios, con mayor precisión.

Gameiro (2011) plantea que la BI agrupa un conjunto de sistemas que combinan la recopilación, adquisición y almacenamiento de datos de diferentes fuentes con herramientas analíticas, presentándolos en el orden y la forma lógica de los tomadores de decisiones, generando una rápida vista de la situación de negocios en el pasado, presente y futuro. Azma y Mostafapour (2012) definen la BI como un proceso dinámico y complejo que descubre nuevos conocimientos,

incluye el análisis de la información y apoyo a la toma de decisiones que afectan directamente el desempeño futuro de las organizaciones.

Al considerar la definición de diversor autores, se puede resumir que la inteligencia de negocios es el resultado de la estrecha relación entre las metodologías y herramientas que permiten el procesamiento completo de los datos (captura, almacenamiento, tratamiento y visualización) hasta su conversión en información. Todo este procedimiento que se lleva a cabo con el objetivo de brindarle información a los tomadores de decisiones de los análisis necesarios que permitan conocer y estudiar el pasado, controlar el presente y prever el futuro de las organizaciones.

Desde la metodología de análisis multicriterio para la toma de decisiones, diferentes estudios se han realizado con el método ELECTRE. En López, Carrillo & Valenzuela (2018) se llevó a cabo el procedimiento de toma de decisiones en grupo utilizando ELECTRE-III. En el estudio, un grupo de tomadores de decisiones evalúa paquetes tecnológicos de una empresa agrícola para seleccionar el más adecuado. En Álvarez, Morais, Leyva López, & de Almeida (2020) se aplicó el mismo método en un proceso de decisión en grupo para priorizar los distritos municipales en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua. En un proceso de decisión en grupo (Álvarez Carrillo & Leyva López, 2016) se evalúan locales comerciales para una franquicia de café.

El proceso jerárquico multicriterio se ha implementado en diferentes estudios relacionados a mercados financieros de la bolsa de valores como son (Álvarez, Bernal & Muñoz, 2020; Bernal et al., 2021; Muñoz Palma et al., 2022; Muñoz-Palma et al, 2023). Otros estudios en innovación y competitividad se han desarrollado en Álvarez, Valdez & Dutta (2022) y Álvarez, Muñoz-Palma, Miranda-Espinoza, Lopez-Parra & León-Castro (2020), respectivamente.

## **Metodología para evaluación de plataformas de inteligencia de negocios**

### *Proceso de toma de decisiones multicriterio*

El proceso de toma de decisiones que se lleva a cabo se estructura en cinco etapas basado en el modelo de decisión de Simon (1947). En la primera etapa, se define el problema y se identifican los actores o decisores para ser parte del proceso de la toma de decisiones. En la segunda etapa

se describen las alternativas que se evaluarán para obtener un ordenamiento de ellas. En la tercera etapa se establecen los criterios y la escala de evaluación de cada uno con respecto a las alternativas. En la cuarta etapa se evalúan las alternativas con los datos de cada criterio y las preferencias del decisor, utilizando los parámetros del modelo. En la quinta etapa se genera el ordenamiento de las plataformas de inteligencia de negocios. La Figura 1 muestra el esquema del proceso dividido en las 5 etapas mencionadas.

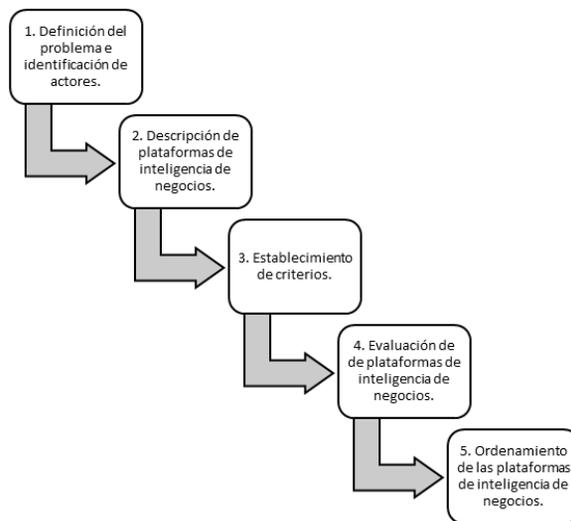


Figura 1. Esquema metodológico para la evaluación de las plataformas de inteligencia de negocios

Fuente: Elaboración propia.

### *Proceso jerárquico multicriterio*

De forma convencional, en los problemas de toma de decisiones multicriterio se consideran en un solo nivel los criterios de decisión y así es posible evaluar (o comparar) las alternativas de decisión. A esto se le conoce como un nivel plano o un solo nivel de evaluación.

Analizar un problema multicriterio en un enfoque jerárquico corresponde a separar el problema global en subproblemas a partir de subconjuntos de criterios. En este sentido, un subproblema es un macrocriterio que contiene un subconjunto de criterios para evaluar ese problema. Si un criterio  $g_{(r,1)}$  perteneciente a un criterio superior (macrocriterio,  $g_r$ ) contiene a

su vez subcriterios, en ese caso  $g_{(r,1)}$  también es un macrocriterio. Los criterios en el nivel final se conocen como criterios elementales. El significado de los criterios elementales, es que son los conjuntos de criterios utilizados para evaluar los subproblemas (macrocriterios) de los niveles superiores.

En ese sentido, los macrocriterios representan una parte del problema desde un punto de vista, sin tener en cuenta el resto de la familia de criterios definidos para el problema principal. De esta manera, el problema puede dividirse en problemas más pequeños y analizarse de manera más detallada.

El enfoque de proceso jerárquico multicriterio (MCHP, por sus siglas en inglés) fue presentado por Corrente, Greco y Słowiński (2012). La idea básica de MCHP se basa en la consideración de las relaciones de preferencia en cada nodo del árbol jerárquico de criterios. Corrente, Figueira, Greco y Słowiński (2017) integraron el MCHP con el método ELECTRE III. Para explicarlo se utilizará la siguiente notación basada en Angilella et al. (2018).

- $G$  es el conjunto de criterios en todos los niveles considerados en la jerarquía.
- $G_0$  es el criterio raíz.
- $I_G$  es el conjunto de índices de los criterios en  $G$ .
- $E_G \subseteq I_G$  es el conjunto de índices de criterios elementales.
- $g_r$  es el criterio genérico no raíz (donde  $r$  es un vector con una longitud igual al nivel del criterio).
  - $g_{(r,1)}, \dots, g_{(r,n(r))}$  son los subcriterios inmediatos del criterio  $g_r$  (ubicado en el nivel inferior a  $g_r$ ).
  - $E(g_r)$  es el conjunto de índices de todos los criterios elementales que descienden de  $g_r$ .
  - $E(F)$  es el conjunto de índices de los criterios elementales que descienden de al menos un criterio en la subfamilia  $F \subseteq G$  (es decir,  $E(F) = \bigcup_{g_r \in F} E(g_r)$ ).
  - $G_r^l$  es el conjunto de subcriterios de  $g_r$  ubicados en el nivel  $l$  de la jerarquía (debajo de  $g_r$ ).
  - $L$  es el número de niveles de la jerarquía,  $l = 1, \dots, L$ .

Para entender mejor la notación anterior, la Figura 2 representa la estructura jerárquica donde el Nivel 1 contiene los macrocriterios  $g_1$ ,  $g_2$  y  $g_3$ . Los criterios elementales  $g_{(1,1)}$ ,  $g_{(1,2)}$ ,  $g_{(1,3)}$  que descienden de  $g_1$  están representados por  $E(g_1)$ , y están descomponiendo

el subproblema  $g_1$ . En  $g_2$ , dos criterios elementales  $g_{(2,1)}$  y  $g_{(2,2)}$  integran el subproblema en  $g_2$  y están representados por  $E(g_2)$ . Y los criterios elementales de  $E(g_3)$  son  $g_{(3,1)}$  y  $g_{(3,2)}$ . Todo el conjunto de criterios elementales está contenido en  $E_G$ . En una estructura jerárquica, es posible obtener un enfoque diferente del problema, centrándonos en partes específicas o información más completa, y esto es posible cuando se presenta una jerarquía en la familia de criterios.

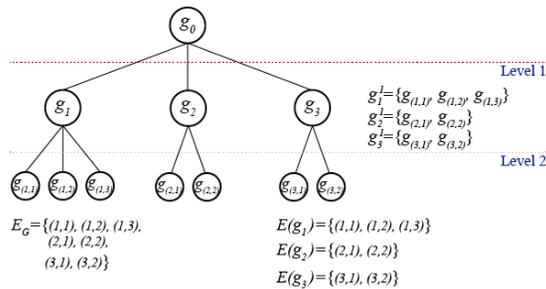


Figura 2. Estructura del problema en el proceso de jerarquía de múltiples criterios.  
 Fuente: Elaboración propia.

La versión adaptada del ELECTRE III jerárquico fue introducida primero por (Corrente, Figueira, Greco, & Słowiński, 2017) y sistematizado en la herramienta computacional en Álvarez, Valdez & Dutta (2022). Para cada criterio elemental  $g_t$ ,  $t \in E_g$ .

1. El índice de concordancia elemental, para cada criterio elemental  $g_t$ .

$$c_t(a, b) = \begin{cases} 1, & \text{if } g_t(b) - g_t(a) \leq q_t, (aS_t b) \\ \frac{p_t - (g_t(b) - g_t(a))}{p_t - q_t} & \text{if } q_t < g_t(b) - g_t(a) < p_t, (aQ_t b) \\ 0, & \text{if } g_t(b) - g_t(a) \geq p_t, (bP_t a) \end{cases} \quad (1)$$

donde el  $q_t$  es el umbral de indiferencia del criterio elemental  $g_t$ ,  $p_t$  es el umbral de preferencia del criterio elemental  $g_t$ ,  $g_t(a)$  es el valor de desempeño de la alternativa  $a$  en el criterio elemental  $g_t$ .

2. El índice de discordancia elemental, para cada criterio elemental  $g_t$ .

$$d_t(a, b) = \begin{cases} 1, & \text{if } g_t(b) - g_t(a) \geq v_t, \\ \frac{(g_t(b) - g_t(a)) - p_t}{v_t - p_t} & \text{if } p_t < g_t(b) - g_t(a) < v_t, \\ 0, & \text{if } g_t(b) - g_t(a) \leq p_t \end{cases} \quad (2)$$

donde el  $v_t$  es el umbral de veto del criterio elemental  $g_t$ .

3. El índice de concordancia parcial, para cada macrocriterio  $g_r$ .

$$C_r(a, b) = \frac{\sum_{t \in E(g_r)} w_t C_t(a, b)}{\sum_{t \in E(g_r)} w_t} \quad (3)$$

donde  $E(g_r)$  es el conjunto de índices de todos los criterios elementales que descienden de  $g_r$ ,  $w_t$  es el valor de importancia (peso) del criterio elemental  $g_t$ ,  $C_t(a, b)$  es el índice de concordancia elemental del criterio  $g_t$ ,  $\sum_{t \in E(g_r)} w_t$  corresponde a la suma de cada peso  $w_t$  del criterio elemental  $g_t$  que pertenecen al macrocriterio  $g_r$ .

4. El índice de credibilidad parcial, para cada criterio no elemental  $g_r$ .

$$\sigma_r(a, b) = \begin{cases} C_r(a, b) \times \prod_{g_t \in E(g_r)} \frac{1 - d_t(a, b)}{1 - C_r(a, b)} & \text{if } d_t(a, b) > C_r(a, b) \\ C_r(a, b), & \text{if } \textit{De otro modo} \end{cases} \quad (4)$$

Para explicar la relación de las ecuaciones (1-4) con la jerarquía de criterios, realizaremos la siguiente descripción tomando como referencia la Figura 2.

El índice de concordancia  $C_t(a, b)$  y discordancia elemental  $d_t(a, b)$  se aplican en el último nivel de la jerarquía (Nivel 2 en la Figura 2). En ese sentido, estos dos índices solo se aplican en los criterios elementales  $g(1,1), \dots, g(1,3)$  hasta el  $g(3,1), \dots, g(3,2)$ . Una vez calculado

los índices en el Nivel 2, se calcula concordancia parcial  $C_r(a, b)$  en el Nivel 1 para cada macrocriterios. Por ejemplo, en el macrocriterio  $g_1$  se aplica primero el índice  $C_t(a, b)$  en los criterios elementales  $g(1,1)$ ,  $g(1,2)$ ,  $g(1,3)$ . Este proceso se repite para los siguientes macrocriterios  $g_2$  y  $g_3$ . Entonces, la Ecuación (1) y (2) se aplica en los criterios elementales del Nivel 2 y la Ecuación (3) en los macrocriterios del Nivel 1.

El índice de credibilidad parcial  $\sigma_r(a, b)$  (ver Ecuación (4)) se aplica también en el Nivel 1 considerando la concordancia parcial  $C_r(a, b)$  y la discordancia elemental  $d_t(a, b)$ .

### *Nivel de corte en el método de destilación MCHP*

El método de destilación es usado en la explotación de modelo preferencial, esto corresponde a la segunda etapa del método ELECTRE-III. El método se basa en el grado de credibilidad de cada par de acciones  $\sigma_r(a, b)$  para obtener un preorden final parcial o completo, resultante de la intersección de dos preordenes completos. La destilación ascendente y descendente construye un preorden completo, y la combinación (intersección) de los dos preordenes da el ordenamiento final (preorden completo o parcial). Los preordenes completos se establecen en función de una calificación de cada alternativa. En (Marzouk, 2011) se puede encontrar una breve descripción del procedimiento de destilación en cinco simples pasos.

El método de destilación es adaptado el proceso jerárquico para generar ordenamientos finales en cada nodo de la jerarquía a partir de la destilación descendente y ascendente. Para los pares  $a_i, a_j \in A$  en el proceso jerárquico, las alternativas se ordenan en un preorden parcial o completo en el criterio no elemental  $g_r$  de la siguiente manera:

- $a_i P_r a_j$ :  $a_i$  es estrictamente preferido a  $a_j$  en el macrocriterio  $g_r$  si en al menos uno de los rankings,  $a_i$  se clasifica antes que  $a_j$ , y si en el otro  $a_i$  es al menos tan bueno como  $a_j$ .
- $a_i I_r a_j$ :  $a_i$  es indiferente a  $a_j$  en el macrocriterio  $g_r$  si las dos acciones pertenecen a la misma clase de equivalencia en los dos ordenamientos.
- $a_i R_r a_j$ :  $a_i$  es incomparable a  $a_j$  en el macrocriterio  $g_r$  si  $a_i$  está mejor clasificado que  $a_j$  en la destilación ascendente y  $a_j$  está mejor clasificado que  $a_i$  en la destilación descendente o viceversa.

El proceso jerárquico multicriterio (MCHP) propuesto por Corrente, Greco, y Słowiński (2012) incluyendo el método de destilación, fue implementado computacionalmente

en Álvarez, Valdez & Dutta (2022) llamado Hierarchical-ELECTREIII y se encuentra disponible en GitHub (<https://github.com/paac80/hierarchical-ELECTREIII>). El método Hierarchical - ELECTREIII está sistematizado y compartido como una herramienta computacional para profesionales lidiando con un proceso jerárquico multicriterio (MCHP), por ello fácilmente fue posible adaptar el problema de plataformas de inteligencia de negocios con la herramienta.

## **Análisis de las plataformas de inteligencia de negocios**

En esta sección se describen las etapas del proceso de decisión para la selección de plataformas de inteligencia de negocios.

### *Alternativas de decisión*

El problema de decisión corresponde al ordenamiento de plataformas de inteligencia de negocios. Para ello, se identificaron siete plataformas que cuentan con software de licencia como son: IBM Cognos Business Intelligence (A1), Power BI Microsoft (A2), MicroStrategy (A3), Qlik (A4), Tableau (A5), Oracle BI (A6) y SAP BI (A7). El experto que participa en la selección de plataformas de negocio, descarta plataformas de software libre, debido al débil soporte técnico que estas presentan, un factor importante para desarrollar adecuadamente la gestión de conocimiento de la empresa.

### *El experto (tomador de decisiones)*

El experto que a la vez funge como decisor para la selección de plataformas de inteligencia de negocios es un empleado con experiencia en una empresa mexicana de giro departamental. Él es responsable del área de inteligencia de negocios y expresará sus preferencias para construir un modelo preferencial de las plataformas.

## *Criterios de decisión*

En la fase de diseño y Etapa 3 del proceso de toma de decisiones multicriterio se realizó la identificación y validación de los criterios relevantes basado en el análisis de Gartner (Gartner, 2019). Con ello, se presentó una propuesta inicial de los criterios al encargado del área de inteligencia de negocios.

Gartner es una empresa especializada en la realización de consultorías e investigaciones de las tecnologías de la información con sede en Stamford, Connecticut, Estados Unidos. Para realizar su estudio toma como referencia un gran número de empresas de diferentes sectores, como finanzas, marketing, ventas, operaciones, entre otras y su finalidad es realizar un análisis comparativo de las fortalezas y debilidades de las diferentes marcas en cada uno de los ámbitos tecnológicos de la información.

Además de los análisis de Gartner, se incluyeron otros aspectos relevantes para la selección de los criterios seleccionado por el encargado. Teniendo en cuenta lo anterior, los criterios seleccionados fueron los siguientes:

- Criterio tecnológico (C1).

En este criterio se agrupan los aspectos técnicos para identificar de manera específica las necesidades de la organización como usuario de una plataforma de inteligencia de negocios.

- Generación de base de datos alterna (C1.1).

Este subcriterio hace referencia a la creación de una base de datos alterna para sincronizar con el lenguaje de la plataforma a evaluar. Este subcriterio se califica en una escala de 1 a 5, donde 5 es mejor que 1 ya que el subcriterio es a maximizar.

- Escalabilidad de volumen de datos (C1.2).

Este subcriterio se evalúa la capacidad de la plataforma para cambiar su configuración o tamaño según las demandas futuras que pueda generar. Se valora de 1 a 5, donde 5 es mejor que 1 toda vez que el subcriterio es a maximizar.

- Soporte SQL sofisticado (C1.3).

Este subcriterio evalúa la disposición de un modelo de programación rápido y sencillo para desarrolladores, eliminando la administración de base de datos para operaciones estándar, y suministrando herramientas sofisticadas para operaciones más complejas. Se valora de 1 a 5, donde 5 es mejor que 1 ya que el subcriterio es a maximizar

- Reporte interactivo (C1.4).

Este subcriterio evalúa la capacidad de crear reportes formateados e interactivos, con una distribución altamente escalable y óptimas capacidades de programación. Se califica de 1 a 5, donde 5 es mejor que 1 puesto que el subcriterio es a maximizar.

- Integración (C1.5).

Este subcriterio evalúa la capacidad de diseño e implementación de la funcionalidad, la capacidad de enlace de la aplicación (software a medida o paquete de software), el volumen del flujo de datos, y la capacidad de la infraestructura tecnológica. Se valora de 1 a 5, donde 5 es mejor que 1 debido a que el subcriterio es a maximizar.

- Reportes financieros para el seguimiento al desempeño del negocio (C1.6).

Este subcriterio evalúa la capacidad de la plataforma para manejar una amplia gama de estilos de presentación de informes financieros, paneles de rendimiento, indicadores, entre otros. Se valora de 1 a 5, donde 5 es mejor que 1 ya que el subcriterio es a maximizar.

- Soporte de dispositivo móvil (C1.7).

Este subcriterio evalúa la capacidad de la plataforma de permitir el acceso a dispositivos móviles inteligentes con características GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA), High-Speed Uplink Packet Access (HSUPA), LTE, cdma2000 1xRTT, cdma2000 EV-DO y celulares digitales (PDC). Se valora de 1 a 5, donde 5 es mejor que 1 debido a que el subcriterio es a maximizar.

- Criterio Financiero (C2).
- Costo de licencia principal (C2.1).

Este subcriterio verifica el costo que debe ser pagado por la empresa para instalar, acceder y estructurar la plataforma. Se valora en dólares estadounidenses.

- Costo de licencias adicionales (C2.2).

Este subcriterio corresponde a un incremento en las licencias diferente al pactado inicialmente. Se valora en dólares estadounidenses.

- Costo de capacitación (C2.3).

Este subcriterio verifica el costo de la capacitación por parte de la consultoría para instruir a los futuros usuarios de la plataforma. Se valora en dólares estadounidenses.

- Costo de Consultor externo para reporte básico (C2.4).

Este subcriterio verifica el valor de la consultoría que debe ser contratada para la generación de reportes y tableros. Se valora en dólares estadounidenses.

- Costo de mantenimiento (C2.5).

Este subcriterio verifica el valor que debe ser pagado como rubro de mantenimiento de la plataforma. Se valora en dólares estadounidenses.

- Criterio de calidad (C3).
- Conocimiento del proveedor (C3.1).

Este subcriterio se refiere al conocimiento del proveedor sobre la operación propia de la empresa que va a implementar la plataforma, la experiencia propia y el conocimiento de las operaciones detalladas del negocio, entre otras. Se valora de 1 a 5, donde 5 es mejor que 1 ya que el subcriterio es a maximizar.

### *Evaluación de las plataformas de inteligencia de negocios*

En la Tabla 1 se presenta la valoración de las alternativas con respecto a cada criterio. Los elementos de evaluación de las plataformas de inteligencia de negocios corresponden a los criterios de decisión explicados en la sección anterior. Con ello se realizó una valoración de cada plataforma de inteligencia de negocios con respecto a cada criterio de decisión.

Tabla 1  
 Valoración de plataformas de inteligencia de negocio con respecto a cada criterio

Plataformas	C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C1.5	C1.6	C1.7	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C2.5	C3.1
A1	2.1	3.0	2.9	3.5	2.8	2.1	3.0	3 240	900	6 700	85 000	648	4.0
A2	5.0	3.3	3.5	3.5	3.8	2.6	4.0	2 800	840	6 100	82 000	720	4.2
A3	5.0	4.5	4.2	4.0	4.6	3.5	4.5	2 000	600	5 400	81 000	440	4.2
A4	4.0	4.0	3.4	4.0	4.1	3.0	3.5	2 500	650	5 500	65 000	730	3.9
A5	4.0	2.8	3.7	4.0	4.0	3.0	5.0	1 600	800	3 100	74 000	400	4.2
A6	3.0	3.3	3.4	4.0	0.0	2.1	4.0	2 000	1 200	4 200	73 000	440	3.8
A7	2.6	2.0	2.9	3.1	0.0	2.6	3.0	1 750	800	5 200	92 000	360	4.0

Fuente: Elaboración propia

Los criterios C1 y C3 son medidos en mediante una escala ordinal entre 1 y 5. En donde 1 es pobre (el requisito definido para una capacidad no se cumple), 2 es justo (el requisito se cumple a medias), 3 es bueno (el requisito se cumple), 4 es excelente (el requisito cumple y supera lo esperado) y 5 es excepcional (el requisito excede significativamente el requisito). Los subcriterios pertenecientes a C2 son medidos en términos de costo en dólares americanos.

Los parámetros intercriterios conforman un conjunto de datos de entrada para el método ELECTRE III jerárquico. Estos están conformados por importancia relativa de los criterios ( $w$ ), umbrales de indiferencia ( $q$ ), umbrales de preferencia ( $p$ ) y umbrales de veto ( $v$ ). Estos parámetros forman parte de las preferencias del experto, el encargado del área de inteligencia de negocios de la empresa que permite la construcción de un modelo que considera sus preferencias, llamado modelo preferencial del decisor.

La definición de los pesos se llevó acabo con la adaptación del procedimiento del método de cartas en su versión revisada (Figueira & Roy, 2002) para la versión jerárquica del método ELECTRE-III. El procedimiento requiere ordenar los criterios del menos importante al más importante para cada grupo de criterios.

En la modelación de las preferencias se utilizaron estos datos de entrada para aplicar el método ELECTRE III jerárquico y poder así construir un modelo preferencial del encargado del área de inteligencia de negocios de la empresa. Este modelo representa las preferencias del encargado del área con respecto a la valoración de las plataformas de inteligencia de negocios. Después de un proceso interactivo con el responsable del área de inteligencia de negocios para obtener los parámetros intercriterios, se definieron los valores de la Tabla 2.

Tabla 2  
 Parámetros intercriterios como información preferencial

	C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C1.5	C1.6	C1.7	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C2.5	C3.1
Dir.	Max	Min	Min	Min	Min	Min	Max						
$q$	1	0.5	1	1	0.7	0.5	2	300	100	1 200	6 000	120	0.15
$p$	3	1.5	2.5	3	1.5	1.5	4	650	250	2 200	11 000	250	0.3
$v$	Sin veto												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3  
 Macro criterios, etiquetas de criterios elementales y pesos

Índice	Macro criterio	Etiquetas de criterios elementales	Peso ( $w_r$ )
g1	Tecnológico	$g(1,1), g(1,2), g(1,3), g(1,4), g(1,5), g(1,6), g(1,7)$	0.3333
g2	Financiero	$g(2,1), g(2,2), g(2,3), g(2,4), g(2,5)$	0.4
g3	Calidad	$g(3,1)$	0.2667

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4  
 Pesos de los criterios elementales

Macro criterios Nivel 1	Etiquetas Nivel 2	Criterios elementales	Peso ( $w_i$ )
g1	g(1,1)	Generación de base de datos alterna	0.0387
	g(1,2)	Escalabilidad de volumen de datos	0.0740
	g(1,3)	Soporte SQL sofisticado	0.0476
	g(1,4)	Reporte interactivo	0.0301
	g(1,5)	Integración	0.0565
	g(1,6)	Reportes financieros para el seguimiento al desempeño del negocio	0.0652
	g(1,7)	Soporte de dispositivo móvil	0.0212
g2	g(2,1)	Costo de Licencia principal	0.1333
	g(2,2)	Costo de Licencias adicionales	0.1067
	g(2,3)	Costo de capacitación	0.0533
	g(2,4)	Costo de Consultor externo para reporte básico	0.0267
g3	g(2,5)	Costo de mantenimiento	0.0800
	g(3,1)	Conocimiento del proveedor	0.2667
Suma de pesos			1.0000

Fuente: Elaboración propia

### Agregación de preferencias

El proceso de agregación corresponde a la aplicación de un modelo de evaluación multicriterio que integre tanto la información de las alternativas con respecto a cada criterio de decisión y la información preferencial del experto del área de inteligencia de negocios. El modelo preferencial resultante de la versión jerárquica del método ELECTRE-III corresponde a una matriz valuada de relación borrosa. La Tabla 5 muestra cada una de las matrices generadas en cada nodo ( $g_r$ ) y el nodo global ( $g_0$ ).

Tabla 5  
 Modelo preferencial en cada nodo de la jerarquía de criterios

a) Modelo preferencial global ( $g_0$ )								b) Modelo preferencial de subcriterios de tecnología ( $g_1$ )							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
A1	1	0.80	0.38	0.61	0.54	0.73	0.77	A1	1	0.83	0.29	0.63	0.76	1	1
A2	1	1	0.60	0.89	0.72	0.73	0.79	A2	1	1	0.74	0.95	1	1	1
A3	1	1	1	0.97	0.90	0.99	1	A3	1	1	1	1	1	1	1
A4	1	0.73	0.57	1	0.47	0.83	0.79	A4	1	1	1	1	1	1	1
A5	1	1	0.85	0.90	1	1	1	A5	1	1	0.78	0.84	1	1	1
A6	0.75	0.55	0.44	0.78	0.50	1	0.80	A6	0.83	0.77	0.44	0.71	0.75	1	1
A7	0.90	0.74	0.62	0.80	0.75	0.91	1	A7	0.72	0.57	0.42	0.58	0.74	0.82	1

c) Modelo preferencial de subcriterios financieros ( $g_2$ )

d) Modelo preferencial de subcriterios de calidad ( $g_3$ )

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	1	0.87	0.25	0.33	0.27	0.33	0.43	A1	1	0.67	0.67	1	0.67	1	1
A2	1	1	0.21	0.77	0.31	0.33	0.47	A2	1	1	1	1	1	1	1
A3	1	1	1	0.93	0.76	0.97	1	A3	1	1	1	1	1	1	1
A4	1	1	0.61	1	0.33	0.60	0.47	A4	1	0	0	1	0	1	1
A5	1	1	0.82	0.87	1	1	1	A5	1	1	1	1	1	1	1
A6	0.73	0.73	0.73	0.71	0.64	1	0.73	A6	0.67	0	0	1	0	1	0.67
A7	0.99	0.95	0.75	0.84	0.81	0.93	1	A7	1	0.67	0.67	1	0.67	1	1

Fuente: Elaboración propia

La matriz está compuesta por la valoración correspondiente de comparar cada una de las plataformas de inteligencia de negocios con el resto. El valor es un número borroso entre 0 y 1 que corresponde a la aseveración de que la plataforma *a* es al menos tan buena como la plataforma *b*, en un conjunto de plataformas de inteligencia de negocios. En ese sentido a medida que el resultado del valor se acerca más a uno se cumple en mayor medida esta aseveración.

La Tabla 6 contiene los ordenamientos de cada macrocriterio (*g1*, *g2* y *g3*) y el problema global (*g0*). Cada macrocriterio se evalúa mediante un subconjunto de subcriterios (criterios elementales que pertenecen al último nivel de la jerarquía). El ordenamiento generado es el resultado de la interacción de criterios elementales que evalúan los macrocriterios correspondientes.

Tabla 6  
 Ordenamiento global y ordenamiento por subgrupos (macrocriterios) de las plataformas de inteligencia de negocios

Posición	Problema global	Macrocriterio Tecnológico	Macrocriterio Financiero	Macrocriterio Calidad
	<i>g0</i>	<i>g1</i>	<i>g2</i>	<i>g3</i>
1	A3, A5	A3	A3, A5	A2, A3, A5
2	A2, A4	A4	A7	A1, A7
3	A6, A7	A2	A4	A4
4	A1	A5	A6	A6
5		A1	A1, A2	
6		A6		
7		A7		

La representación gráfica de los ordenamientos se ilustra en la Figura 3 en sus incisos a), b), c) y d). El ordenamiento global (*g0*) asigna a MicroStrategy (A3) y Tableau (A5) en la

primera posición como las mejores plataformas de inteligencia de negocios para el encargo del área de la empresa. En el macrocriterio (subgrupo) tecnológico ( $g_1$ ) se muestran las primeras posiciones para MicroStrategy (A3) > Qlik (A4) > Power BI Microsoft (A2). En el macrocriterio financiero ( $g_2$ ) muestra {MicroStrategy (A3), Tableau (A5)} > SAP BI (A7). El macrocriterio de calidad ( $g_3$ ) se muestran las primeras posiciones para {Power BI Microsoft (A2), MicroStrategy (A3), Tableau (A5)}.

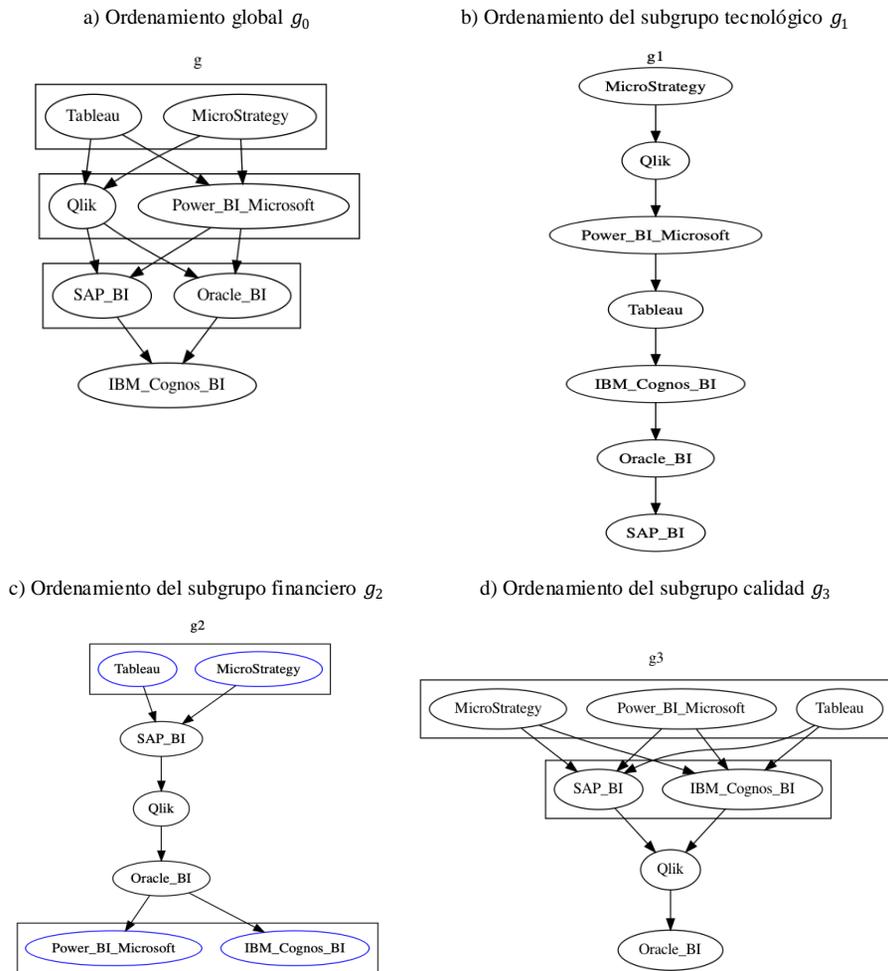


Figura 3. Ordenamiento jerárquico de las plataformas de inteligencia de negocios  
 Fuente: Elaboración propia

El ordenamiento presentado muestra que MicroStrategy (A3) aparece en la primera posición en cada uno de los tres macrocriterios (g1, g2 y g3). Por lo tanto, es la mejor plataforma de inteligencia de negocios junto con Tableau (A5), la cual en el macrocriterio calidad (g3) se encuentra en la primera posición y en el macrocriterio financiero (g2) está posicionado en el primer lugar. Power BI Microsoft (A2) y Qlik (A4) se posicionan en la tercera posición, después de MicroStrategy (A3) y Tableau (A5). Las plataformas A2 y A4 se posicionan en la tercera y segunda posición, respectivamente en el macrocriterio tecnológico (g1). A su vez, en el macrocriterio financiero (g2) aparecen en la quinta y tercera posición, respectivamente. En el macrocriterio calidad (g3), A2 y A4 aparecen en la primera y tercera posición, respectivamente.

En el ordenamiento global (g0), las plataformas de inteligencia de negocios que están en los últimos lugares del ordenamiento son Oracle (A6), SAP (A7) y IBM (A1); tercero y cuarto lugar, respectivamente. Un elemento de interés se resalta en la plataforma SAP (A7). La plataforma obtuvo la segunda posición en el macrocriterio financiero (g2) y en el macrocriterio calidad (g3). Sin embargo, en el ordenamiento global A7 aparece en los últimos lugares del ordenamiento. Esto se debe a su bajo desempeño en el macrocriterio tecnológico (g1), pues obtuvo el último lugar en este macrocriterio (posición 7).

Este análisis puede utilizarse para mostrar las áreas de oportunidad que tiene cada una de las plataformas de inteligencia de negocios y de esa manera poder escalar en el ordenamiento. La metodología utilizada en este estudio permite abordar problemas complejos analizando los diferentes puntos de vista o variables de la inteligencia de negocio. Los expertos pueden aportar con sus criterios y sus valoraciones. Un ejemplo de ello se muestra con el caso de la plataforma SAP (A7) explicado en el párrafo anterior, donde aparece en los últimos lugares del ordenamiento final y otras posiciones en los ordenamientos de otros subgrupos de criterios.

El proceso de toma de decisiones asistido por una herramienta multicriterio ofrece soporte de ayuda a la decisión al experto de plataformas de inteligencia de negocios de la empresa. La contribución en el proceso de decisión se basa en la definición del problema, los elementos de análisis, evaluación y ordenamiento. Todo lo anterior ayuda al entendimiento del problema y solución de la selección de una plataforma de inteligencia de negocios.

El procedimiento jerárquico multicriterio en el que se vio inmerso el experto permitió comprender dos fenómenos relevantes. Por un lado, la interacción de los criterios de decisión de plataformas de inteligencia de negocios. Por otro lado, los cambios en el ordenamiento (propuesta

de solución) en relación a las preferencias del experto considerando las necesidades de la empresa.

## **Conclusiones**

En el presente artículo se desarrolló un proceso de toma de decisiones mediante un enfoque jerárquico multicriterio para la evaluación de plataformas de inteligencia de negocios con la participación de un experto del área de una empresa del giro de compra y venta de ropa y muebles. Como resultado de este proceso de decisión se obtuvo la evaluación de plataformas de inteligencia de negocios en formato de ordenamiento considerando en el modelo de decisión las preferencias del decisor. Con ello, fue posible resolver el problema de la evaluación de plataformas de inteligencia de negocios que cumple las necesidades de la empresa.

El presente es una investigación aplicada que se enfoca en el área de toma de decisiones mediante la evaluación de tecnología. El proceso metodológico, así como técnicas y procedimientos multicriterio pueden ser transferidos a otros tipos de problema como ordenamiento. Por otro lado, también pueden ser implementados para evaluar y seleccionar otros tipos de tecnologías que requiera o use la empresa.

Finalmente, el enfoque de análisis multicriterio implementado en este estudio puede ser aplicado a diversos elementos de análisis en las organizaciones públicas y privadas. Algunos de los problemas de decisión que pueden abordarse de una forma adecuada con el enfoque que aquí se desarrolló son: selección de personal, asignación de presupuesto, evaluación de productos y procesos, planificación estratégica empresarial, asignación de recursos, entre otros problemas.

En este trabajo la principal limitante está relacionada con la disponibilidad de participación de miembros de la organización donde solo participa un solo representante del área de inteligencia de negocios. En ese sentido en un ambiente de decisión grupal donde se consideran las preferencias de otros decisores pertenecientes a otras áreas de la organización, permite proponer una solución que considere diferentes puntos de vista.

## Referencias

- Alvarez Carrillo, P.A. & Leyva López J.C (2016) Intercriteria Parameter Modification to Reach Consensus in the Evaluation of Commercial Locations. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*. Pp 1044-150, <https://doi.org/10.1109/FUZZ-IEEE.2016.7737803>
- Alvarez, P. A., Bernal M.R. & Muñoz, M. (2020) Ranking companies of the Mexican stock exchange with a multiple criteria hierarchical approach. In Zhong Li, Chunrong Yuan, Jie Lu, Etienne E Kerre (EDs.) *Developments of Artificial Intelligence Technologies in Computation and Robotics*, pp. 429-436, World Scientific, [https://doi.org/10.1142/9789811223334\\_0052](https://doi.org/10.1142/9789811223334_0052)
- Álvarez, P., Muñoz-Palma, M., Miranda-Espinoza, L., Lopez-Parra, P. & León-Castro, E. (2020). Enfoque multicriterio jerárquico para el análisis de la competitividad de las regiones en México. *INQUIETUD EMPRESARIAL*, 20(2), 29-51, <https://doi.org/10.19053/01211048.11408>
- Alvarez, P.A., Valdez C. & Dutta, B. (2022) Analysis of the innovation capacity of Mexican regions with the multiple criteria hierarchy process. *Socio-Economic Planning Sciences*, vol 84, pp, ISSN 0038-0121, <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101418>
- Alvarez, P.A. Morais, D.C, Leyva, J.C. & de Almeida, A.T. (2022) An ELECTRE III based consensus-reaching process to improve a collective solution. *Intl. Trans. in Op. Res.*, 29(2), pp. 1048-1088, <https://doi.org/10.1111/itor.12798>. ISSN: 1475-3995
- Angilella, S., Catalfo, P., Corrente, S., Giarlotta, A., Greco, S. & Rizzo, M. (2018). Robust sustainable development assessment with composite indices aggregating interacting dimensions: The hierarchical-SMAA-Choquet integral approach. *Knowledge-Based Systems*, 136-153, <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.05.041>
- Azita, S. (2011). An Approach to Building and Implementation of Business Intelligence System in Exchange Stock Companies. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1491-1495. Disponible en: <https://www.ajbasweb.com/old/ajbas/2011/june-2011/1491-1495.pdf>, Consultado: 06/01/2021
- Azma, F. & Mostafapour, M. (2012). Business intelligence as a key strategy for development organizations. *Procedia Technology*, vol. 1, 102–106. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.02.020>

- Ballard, C., Abdel-Hamid, A., Frankus, R., Hasegawa, F., Larrechart, J., Leo, P. & Ramos, J. (2006). *Improving Business Performance Insight . . . with Business Intelligence and Business Process Management*. Redbooks, IBM Corp. Disponible en: <https://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg247210.pdf>, Consultado: 10/12/2020
- Bernal, M., Anselmo Alvarez, P., Muñoz, M., Leon-Castro, E. & Gastelum-Chavira, D. A. (2021). A multicriteria hierarchical approach for portfolio selection in a stock exchange. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 1945-1955. <https://doi.org/10.3233/jifs-189198>
- Corrente, S., Figueira, J. R., Greco, S. & Słowiński, R. (2017). A robust ranking method extending ELECTRE III to hierarchy of interacting criteria, imprecise weights and stochastic analysis. *Omega*, 1-17, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.11.008>
- Corrente, S., Greco, S. & Słowiński, R. (2012). Multiple criteria hierarchy process in robust ordinal regression. *Decision Support Systems* 53(3), 660–674. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.03.004>
- Doumpos, M. & Zopounidis, C. (2002). *Multicriteria Decision Aid Classification Methods*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Figueira, J. & Roy, B. (2002). Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure. *European Journal of Operational Research*, 317-326, [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00370-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00370-8)
- Gameiro, C. (2011). Implementation of Business Intelligence tools using Open Source Approach. *ACM*, 27–31. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/2016716.2016723>, Consultado: 06/01/2021
- Gartner (2019). *Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms*. Disponible en: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-67DZMXJ&ct=190208&st=sb>, Consultado: 02/02/2021
- Jourdan, Z., Rainer, R. K. & Marshall, T. E. (2008). Business Intelligence: An Analysis of Literature. *Information Systems Management*, 25(2), 121-131, <https://doi.org/10.1080/10580530801941512>
- López, J.C.L., Carrillo, P.A.Á. & Valenzuela, O.A. (2018) A multicriteria group decision model for ranking technology packages in agriculture. *Soft Computing for the Sustainability Science*. En Cruz Corona, C. (Eds.), Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-62359-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-62359-7_7).

- Marzouk, M. (2011). ELECTRE III model for value engineering applications. *Automation in Construction*, 20(5), 596-600, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.11.026>
- Merco (2020). Monitor empresarial de reputación corporativa. Disponible en: <https://www.merco.info/mx/ranking-merco-responsabilidad-gobierno-corporativo>, Consultado: 10/12/2020
- Munoz Palma, M., Miranda Espinoza, E. L. & Álvarez Carrillo, P. A. (2022). Ranking jerárquico del índice Dow Jones usando el método ELECTRE-III. *Revista Vértice Universitario*, 24(93). <https://doi.org/10.36792/rvu.v93i93.43>
- Muñoz-Palma M., Miranda, E.L, Alvarez, P. A., Bernal, M. & León-Castro E. (2023) Stock selection using a multiple criteria hierarchical process in the Dow Jones index, *Int. J. Innovation and Sustainable Development*, 17(1-2) pp 104-122, <https://doi.org/10.1504/IJISD.2023.127977>
- Negash, S. (2004). Business intelligence. *Communications of the Association for Information Systems*, 13(15). <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01315>
- Parr, O. (2000). *Data Mining Cookbook Modeling Data for Marketing, Risk, and Customer Relationship Management*. Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Rodríguez, R. J. & Cortés, F. A. (2012). Selección de una plataforma de inteligencia de negocios: un análisis multicriterio innovador. *Ciencias Estratégicas*, 20(28), 237-253, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151326917003>, Consultado: 03/01/2021.
- Roy, B. (1990). The Outranking Approach and the Foundations of ELECTRE Methods. In C.A. Bana e Costa(Ed.). *En Reading in Multiple Criteria Decision Aid* (págs. 155-183). Berlin: Springer-Verlag.
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Schiff, M. (2010). *Business Intelligence: Una guía para medianas empresas*, Computing. Disponible en: <https://www.computing.es/analytics/whitepapers/1057940046201/business-intelligence-guia-medianas-empresas.1.html>, Consultado: 15/12/2020
- Simon, H. A. (1947). *Administrative Behavior: a Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization*. New York: Macmillan.