

EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO

Gina Real Zumba*, Relfa Magdalena Navarrete Ortega*, Dalila Ildaura Zúñiga García*, Angela Maribell Tobar Armache**

* Universidad Técnica de Babahoyo (UTB) Babahoyo, Ecuador.

**Escuela de Educación Básica Juan E. Verdesoto, Babahoyo, Ecuador.

ABSTRACT

Project-based learning represents a promising educational strategy to improve the quality of training in the Basic Education career. Through the use of multi-criteria methods, this study seeks to provide a comprehensive understanding of the impact of this methodology, addressing multiple dimensions of student learning and development. The findings of this research have the potential to significantly influence educational practice, encouraging the adoption of effective and relevant approaches to the preparation of future educators. The article calculates the weights of each of the criteria or dimensions and their sub-criteria, which will help measure the impact of any pedagogical program inspired by project-based learning. To achieve this objective, the well-known Analytical Hierarchy Process technique is used. This technique is widely used due to its simplicity and effectiveness for making decisions in complex situations.

KEYWORDS: Project-based learning, teaching method, decision-making, Analytical Hierarchy Process.

MSC: 90B50, 91B06.

RESUMEN

El aprendizaje basado en proyectos representa una estrategia educativa prometedora para mejorar la calidad de la formación en la carrera de Educación Básica. Mediante el uso de métodos multicriterio, este estudio busca proporcionar una comprensión integral del impacto de esta metodología, abordando múltiples dimensiones del aprendizaje y el desarrollo estudiantil. Los hallazgos de esta investigación tienen el potencial de influir significativamente en la práctica educativa, fomentando la adopción de enfoques efectivos y relevantes para la preparación de futuros educadores. En el artículo se calculan los pesos de cada uno de los criterios o dimensiones y sus sub-criterios, lo que ayudará a medir el impacto de cualquier programa pedagógico inspirado en aprendizaje basado en proyectos. Para lograr este objetivo se utiliza la conocida técnica de Proceso Analítico Jerárquico. Esta técnica es ampliamente utilizada por su sencillez y eficacia para la toma de decisiones en situaciones complejas.

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje basado en proyectos, método de enseñanza, toma de decisiones, Proceso Analítico Jerárquico.

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología educativa que se ha destacado en las últimas décadas por su capacidad de involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Esta metodología se centra en la realización de proyectos complejos que requieren la aplicación de conocimientos y habilidades en contextos reales, fomentando el desarrollo de competencias clave como la colaboración, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. En el contexto de la carrera de Educación Básica, la implementación del ABP puede tener un impacto significativo en la formación de futuros educadores, preparándolos para enfrentar los desafíos de la enseñanza en el siglo XXI.

La Universidad Técnica de Babahoyo, reconocida por su compromiso con la innovación educativa y la calidad académica, ha adoptado el ABP en su currículo de Educación Básica con el objetivo de mejorar la calidad del aprendizaje y la preparación profesional de sus estudiantes. Sin embargo, evaluar el impacto de esta metodología en un entorno educativo específico requiere un enfoque riguroso y multifacético. En este sentido, los métodos multicriterios ofrecen una herramienta poderosa para analizar y comprender las múltiples dimensiones del impacto del ABP en los estudiantes [7][9][12][13][15].

El uso de métodos multicriterios en la evaluación educativa permite considerar diversos factores que influyen en el proceso de aprendizaje y en los resultados educativos. Estos métodos facilitan la integración de múltiples variables, tales como el rendimiento académico, la motivación, las habilidades interpersonales y la satisfacción estudiantil, proporcionando una visión integral y precisa del impacto del ABP. Los métodos multicriterios permiten la comparación y el análisis de diferentes escenarios educativos, lo que puede guiar la toma de decisiones y la mejora continua de los programas académicos.

La integración de estos métodos facilita una evaluación exhaustiva y multidimensional del impacto del ABP, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas sobre la implementación y mejora de esta metodología en la carrera de Educación Básica. Los resultados de este estudio no solo contribuirán al conocimiento académico sobre el ABP, sino que también ofrecerán recomendaciones prácticas para los educadores y administradores de la Universidad Técnica de Babahoyo y otras instituciones educativas interesadas en adoptar enfoques innovadores de enseñanza y aprendizaje.

El objetivo principal de este artículo es ofrecer una medida cuantitativa de la importancia de cada una de las dimensiones que se miden para que sirvan de base en la evaluación de los posibles programas pedagógicos basados en ABP que se implementen. La medición se basa en el criterio evaluativo de cinco expertos de la Universidad Técnica de Babahoyo, quienes determinan dentro de las siete dimensiones el peso evaluativo que tendrá cada una de ellas cuando se aplique un programa ABP en un centro de enseñanza.

Estos pesos se calculan de acuerdo a la técnica conocida como Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) y que en inglés tiene las siglas AHP [1][2][4][5][6][10][11][14]. Esta fue creada por T.L. Saaty en la década de 1960, basada en resultados combinados de la psicología y las matemáticas. El método permite tomar decisiones complejas, donde se toma la decisión que mejor se ajusta a las necesidades y los objetivos que busca el decisor, en lugar de una decisión óptima ideal. El PAJ se destaca por su sencillez de implementación y su eficacia.

Específicamente en este artículo se propone un valor numérico a cada dimensión evaluativa propuesta y sus sub-criterios, para medir el impacto de un programa ABP. Estos se calculan mediante la técnica PAJ, donde se le asocia a cada dimensión y sub-dimensión un peso. Este método puede ser aplicado en otro contexto en caso que el decisor lo considere necesario. No obstante, el resultado cuantitativo que se muestra en el artículo es un paso adelantado en el estudio de la aplicación de ABP en otros escenarios.

La estructura del artículo se compone de una sección de Materiales y Métodos donde se explican las nociones básicas de la técnica PAJ. La sección llamada Resultados contiene los detalles del cálculo de los pesos necesarios para medir la implementación de un programa pedagógico ABP en un centro de enseñanza. La última sección es de las Conclusiones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La técnica conocida por Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) se aplica, en primer lugar con la designación de una estructura jerárquica en forma de árbol [1][2][4][5][6][10][11][14]. La hoja padre dentro del árbol simboliza el objetivo que se desea cumplir con la toma de decisiones. Los elementos y las hojas del nivel inferior significan los criterios que se van a evaluar. El nivel inmediatamente inferior representa los sub-criterios para evaluar según cada criterio. Esta estructura se repite por cada nivel. El nivel más bajo se utiliza para representar las alternativas o proyectos que se van a evaluar. La Figura 1 contiene una representación esquemática genérica de un árbol de decisión.

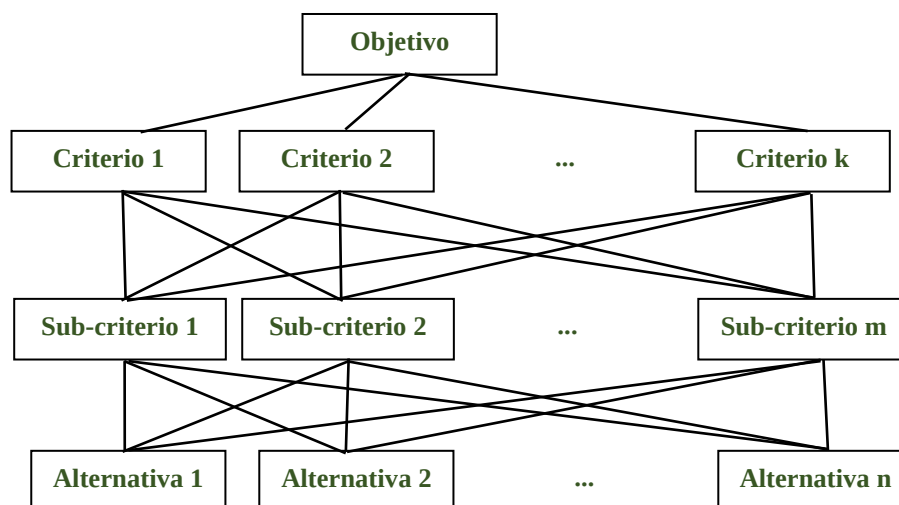


Figura 1: Esquema de un árbol de decisión genérico para aplicar el PAJ: Fuente: [2][6].

El método creado por T.L. Saaty, contiene una escala lingüística como se muestra en la Tabla 1, que tiene asociados valores numéricos.

Intensidad de la importancia sobre una escala absoluta.	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen igualmente al mismo objetivo.
3	Importancia moderada de uno sobre otro	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra
5	Importancia esencial o fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra
7	Importancia muy fuerte	Una actividad es fuertemente favorecida y su dominancia está demostrada en la práctica
9	Importancia extrema	La evidencia favoreciendo una actividad sobre otra tiene el orden más alto de afirmación
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre los dos juicios adyacentes.	Cuando se necesita mayor comprensión
Recíprocos	Si la actividad i tiene asignada uno de los números que aparecen más arriba, cuando se compara con la actividad j, entonces j tiene un valor recíproco cuando se compara con i.	

Tabla 1: Intensidad de la importancia de acuerdo a la escala propuesta por T.L. Saaty.

El decisor debe formar matrices donde compara cada par de criterios, sub-criterios, entre otros de acuerdo a la escala que se muestra en la Tabla 1.

Por otro lado, Saaty estableció el Índice de Consistencia (IC) que depende del máximo valor propio $\lambda_{\max}$ de la matriz. Él definió la ecuación $IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, donde n es el orden de la matriz. También definió la Proporción de Consistencia (PC) con la ecuación $PC = IC/RI$, donde RI se da en la Tabla 2.

Orden (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Tabla 2: RI asociado a cada orden.

Si $PC \leq 10\%$ se puede considerar que la evaluación del experto es suficientemente consistente y por tanto se puede proceder a usar el método PAJ.

El objetivo de la técnica PAJ es establecer un ranking entre los criterios, sub-criterios y alternativas de acuerdo a una puntuación. También se puede utilizar en problemas de decisión grupal. Si este es el propósito, deben tenerse en cuenta las ecuaciones 1 y 2, donde se evalúa el peso del experto, basado en su autoridad, conocimiento, experticia, entre otros aspectos.

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{1/\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

donde x_i es el valor obtenido por el i-ésimo experto y w_i es su peso basado en su experticia.

Si $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, o sea, cuando los pesos de los expertos suman uno, la ecuación 1 se convierte en la ecuación 2.

$$\bar{x} = \prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \quad (2)$$

3. RESULTADOS

El uso de métodos multicriterios en la evaluación educativa permite considerar diversos factores que influyen en el proceso de aprendizaje y en los resultados educativos. Estos métodos facilitan la integración de múltiples variables, tales como el rendimiento académico, la motivación, las habilidades interpersonales y la satisfacción estudiantil, proporcionando una visión integral y precisa del impacto del ABP. Los métodos multicriterios permiten la comparación y el análisis de diferentes escenarios educativos, lo que puede guiar la toma de decisiones y la mejora continua de los programas académicos.

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los expertos se determinaron las dimensiones o criterios que son importantes para medir el impacto de un programa basado en el paradigma de ABP. Cada una de estas dimensiones se caracteriza por sub-dimensiones o sub-criterios que se recomiendan para realizar la medición.

La determinación de las dimensiones permitió una evaluación exhaustiva y detallada del impacto del aprendizaje basado en proyectos en los estudiantes de la carrera de Educación Básica de la Universidad Técnica de Babahoyo. Además, el uso de métodos multicriterios facilitó la integración y análisis de datos desde múltiples perspectivas,

proporcionando una visión holística del efecto de esta metodología educativa. Estas dimensiones y sub-dimensiones son las siguientes:

1. Rendimiento Académico

1.1. Desempeño Académico: Medición de las calificaciones y resultados de los exámenes antes y después de la implementación del ABP.

1.2. Progreso en el Aprendizaje: Evaluación del avance en conocimientos y habilidades específicas relacionadas con los proyectos realizados.

2. Motivación y Compromiso

2.1. Motivación Intrínseca: Grado en que los estudiantes están internamente motivados para aprender y participar en los proyectos.

2.2. Motivación Extrínseca: Influencia de factores externos (como recompensas o reconocimiento) en la participación de los estudiantes.

2.3. Compromiso Estudiantil: Nivel de participación activa y compromiso con las actividades y objetivos del proyecto.

3. Habilidades Interpersonales y de Resolución de Problemas

3.1. Trabajo en Equipo: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para colaborar eficazmente con sus compañeros.

3.2. Comunicación: Habilidad de los estudiantes para expresar ideas claramente y escuchar a otros.

3.3. Resolución de Conflictos: Capacidad para manejar y resolver conflictos de manera constructiva.

3.4. Pensamiento Crítico y Resolución de Problemas: Evaluación de las habilidades para analizar problemas, generar soluciones y tomar decisiones informadas.

4. Percepción de la Metodología

4.1. Satisfacción con el ABP: Grado de satisfacción de los estudiantes con la metodología de aprendizaje basado en proyectos.

4.2. Relevancia y Utilidad Percibida: Percepción de los estudiantes sobre la relevancia y utilidad de los proyectos para su formación profesional.

4.3. Percepción de Dificultades: Identificación de las principales dificultades y desafíos enfrentados durante la realización de los proyectos.

5. Desarrollo Profesional

5.1. Preparación para la Práctica Docente: Evaluación de cómo el ABP contribuye a la preparación de los estudiantes para su futura carrera como docentes.

5.2. Desarrollo de Competencias Profesionales: Impacto del ABP en el desarrollo de competencias clave para la docencia, como la planificación, gestión del aula y evaluación de los estudiantes.

6. Factores Contextuales

6.1. Apoyo Institucional: Nivel de apoyo y recursos proporcionados por la universidad para la implementación del ABP.

6.2. Formación y Capacitación del Profesorado: Evaluación de la formación y preparación de los profesores para implementar y guiar proyectos basados en esta metodología.

6.3. Infraestructura y Recursos Disponibles: Disponibilidad de recursos materiales y tecnológicos necesarios para la realización de proyectos.

7. Impacto en el Desarrollo Personal

7.1. Autonomía y Autoeficacia: Evaluación del grado en que los estudiantes sienten que tienen control sobre su propio aprendizaje y confían en sus habilidades para completar tareas.

7.2. Desarrollo de Valores y Actitudes: Impacto del ABP en el desarrollo de valores como la responsabilidad, la ética y la colaboración.

La Tabla 3 contiene la matriz de las comparaciones entre las dimensiones dadas por el primer experto. Los cálculos se realizaron con el apoyo del software Octave 4.2.1, que contiene paquetes de funciones para realizar cálculos numéricos y estadísticos [3][8][16]. Además, permite la programación en lenguaje m de Matlab.

Dimensión	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇
D ₁	1	1	2	2	$\frac{1}{2}$	3	3
D ₂	1	1	2	2	$\frac{1}{2}$	3	3
D ₃	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	2	$\frac{1}{2}$	3	2
D ₄	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	3	2
D ₅	2	2	2	2	1	2	2
D ₆	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	1
D ₇	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	1

Tabla 3: Matriz de comparación entre pares según el primer experto.

Los resultados de esta matriz cumplen que $PC = 3.9174\% < 10\%$. Por tanto, las comparaciones son consistentes. Además, el vector de prioridad es:

(0.190077, 0.190077, 0.136114, 0.111566, 0.240463, 0.063030, 0.068672).

La Tabla 4 contiene las evaluaciones del segundo experto.

Dimensión	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇
D ₁	1	2	$\frac{1}{3}$	3	2	3	2
D ₂	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{3}$	2	$\frac{1}{2}$	2	$\frac{1}{2}$
D ₃	3	3	1	3	3	3	3
D ₄	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	3	$\frac{1}{3}$
D ₅	$\frac{1}{2}$	2	$\frac{1}{3}$	3	1	3	3
D ₆	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$
D ₇	$\frac{1}{2}$	2	$\frac{1}{3}$	3	$\frac{1}{3}$	3	1

Tabla 4: Matriz de comparación entre pares según el segundo experto.

La matriz anterior cumple con $PC = 6.8323\% < 10\%$. El vector de prioridad es:

(0.186747, 0.089135, 0.314024, 0.070136, 0.168170, 0.050559, 0.121228).

La Tabla 5 resume las evaluaciones del tercer experto con respecto a la comparación entre dimensiones.

Dimensión	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇
D ₁	1	1	1	3	2	3	2
D ₂	1	1	1	3	2	3	2
D ₃	1	1	1	3	2	3	2
D ₄	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$
D ₅	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	3	1	2	$\frac{1}{2}$
D ₆	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	2	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$
D ₇	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	3	2	2	1

Tabla 5: Matriz de comparación entre pares según el tercer experto.

En este caso se tiene $PC = 1.8928\%$ y el vector de prioridad es:

(0.209256, 0.209256, 0.209256, 0.053223, 0.111251, 0.071424, 0.136333).

La Tabla 6 contiene las evaluaciones del cuarto experto.

Dimensión	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇
D ₁	1	1/2	1	2	2	3	2
D ₂	2	1	2	3	3	4	3
D ₃	1	1/2	1	2	2	3	2
D ₄	1/2	1/3	1/2	1	1	2	1
D ₅	1/2	1/3	1/2	1	1	2	1
D ₆	1/3	1/4	1/3	1/2	1/2	1	1/2
D ₇	1/2	1/3	1/2	1	1	2	1

Tabla 6: Matriz de comparación entre pares según el cuarto experto.

Para el cuarto experto se tiene $PC = 0.46\% < 10\%$ y el vector de prioridad es:

(0.177910, 0.298782, 0.177910, 0.096471, 0.096471, 0.055987, 0.096471)

La Tabla 7 es la matriz de los resultados del quinto experto.

Dimensión	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇
D ₁	1	1	1/2	2	1	3	1
D ₂	1	1	1/2	2	1	3	1
D ₃	2	2	1	3	2	3	2
D ₄	1/2	1/2	1/3	1	1/2	2	1/2
D ₅	1	1	1/2	2	1	3	1
D ₆	1/3	1/3	1/3	1/2	1/3	1	1/3
D ₇	1	1	1/2	2	1	3	1

Tabla 7: Matriz de comparación entre pares según el quinto experto.

Las evaluaciones para el quinto experto cumplen $PC = 0.78926\% < 10\%$. El vector de prioridad es:

(0.149757, 0.149757, 0.264893, 0.081842, 0.149757, 0.054238, 0.149757).

Si a cada experto se le asigna un peso igual, o lo que es lo mismo $w_i = \frac{1}{5}$ para $i = 1, 2, 3, 4, 5$; entonces aplicando la Ecuación 2 se obtiene el siguiente vector de prioridad en conjunto:

(0.181673, 0.173812, 0.211331, 0.080055, 0.145404, 0.058603, 0.110396).

Por tanto, el orden de importancia obtenido para cada dimensión es el siguiente:

$$D_3 > D_1 > D_2 > D_5 > D_7 > D_4 > D_6.$$

Normalizando el vector de prioridad se obtiene:

(0.188992, 0.180814, 0.219845, 0.083280, 0.151262, 0.060963, 0.114843)

En cuanto a los sub-criterios se evita mostrar los detalles de los cálculos, lo cual haría demasiado extenso este artículo. Por tanto, se muestran solo los resultados finales en la Tabla 8.

Dimensión (Criterio)	Sub-Criterio	Elemento del vector de prioridad	Elemento del vector de prioridad normalizado
D ₁	1.1.	0.36057	0.36706
	1.2.	0.62176	0.63294
D ₂	2.1.	0.439555	0.505101
	2.2.	0.070476	0.080985
	2.3.	0.360201	0.413914
D ₃	3.1.	0.24267	0.24802
	3.2.	0.29304	0.29950

	3.3.	0.12681	0.12960
	3.4.	0.31592	0.32288
D₄	4.1.	0.45488	0.47093
	4.2.	0.19681	0.20375
	4.3.	0.31423	0.32532
D₅	5.1.	0.25613	0.43956
	5.2.	0.32657	0.56044
D₆	6.1.	0.36879	0.39914
	6.2.	0.26104	0.28253
	6.3.	0.29412	0.31833
D₇	7.1.	0.45574	0.49007
	7.2.	0.47420	0.50993

Tabla 8: Vectores de prioridad para los sub-criterios por cada dimensión o criterio y su normalización.

4. CONCLUSIONES

Los métodos de enseñanza pedagógica deben adaptarse y superar los retos que imponen las condiciones del siglo XXI. Esto se debe a que con la introducción masiva de las nuevas tecnologías en la vida diaria de los niños, adolescentes y jóvenes, la manera de aprender ha cambiado si se compara con décadas anteriores. Una de las soluciones que ha emergido es el aprendizaje basado en proyectos. Este artículo se propuso primero determinar cuáles dimensiones y sub-criterios son necesarios para determinar la factibilidad de un programa pedagógico de aprendizaje basado en proyectos. Se especificaron siete dimensiones, con sus sub-criterios que son los que se recomiendan utilizar en las mediciones propuestas. Utilizando la técnica PAJ de toma de decisiones y el criterio de cinco expertos en el tema, se determinaron los pesos que tendrían cada una de las dimensiones y sus sub-dimensiones si se quisiera evaluar un proyecto de este tipo. Las dimensiones más importantes según los expertos por orden de importancia son: “Habilidades Interpersonales y de Resolución de Problemas”, “Rendimiento Académico” y “Motivación y Compromiso”.

RECEIVED: JULY, 2024.

REVISED: AUGUST, 2024.

REFERENCIAS

- [1] CÁRDENAS-RUPERTI, J. P., LEÓN-SANTILLÁN, O. L. y DURÁN-PÉREZ, F. S. (2020). Un enfoque basado en toma de decisiones en la elección popular de autoridades generales en una universidad pública mediante un modelo analítico jerárquico difuso (Fuzzy AHP). **Ecuadorian Science Journal**, 4, 89-93.
- [2] CASABÁN PLANELLS, P. (2020). **Aplicación de la técnica Proceso Analítico Jerárquico (AHP) de análisis de decisión multicriterio a la selección de carteras de proyectos de una empresa del sector de las energías renovables** (Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València)
- [3] EATON, J. W., BATEMAN, D., and HAUBERG, S. (1997). **Gnu octave** (p. 42). London: Network theory.
- [4] ESTUPIÑÁN RICARDO, J., LEYVA VÁZQUEZ, M. Y., MARCIAL COELLO, C. R. y FIGUEROA COLIN, S. E. (2021). Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica. **Conrado**, 17, 337-343.
- [5] FALCÓN, V. V., LEYVA VÁZQUEZ, M. Y. y BATISTA HERNÁNDEZ, N. (2023). Aplicación del proceso analítico jerárquico difuso en la gestión estratégica: Un análisis de caso en un hotel cubano de la cadena IBEROSTAR. **Universidad y Sociedad**, 15, 138-149.
- [6] FARFÁN, V. J. B. (2023). **Gestión de compras de productos tecnológicos mediante el Proceso Analítico Jerárquico para el incremento de utilidades en la empresa Compuaudio Importaciones EIRL–Lima** (Tesis Doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos).
- [7] FERNANDES MORENO, C. A. I. O. (2023). **Un enfoque de toma de decisiones multicriterio aplicado a la estrategia de transformación digital de las organizaciones por medio de la inteligencia artificial responsable en la nube de las organizaciones. Estudio de caso en el sector de salud:** (Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid).

- [8] LONG, P. J. G. (2005). **Introduction to Octave**. Department of Engineering University of Cambridge. Based on: P. Smith Tutorial Guide to Matlab.
- [9] LÓPEZ-CADAVID, D. A., VANEGAS-LÓPEZ, J. G. y BAENA-ROJAS, J. J. (2020). Aplicación de un método multicriterio en la enseñanza de la investigación de mercados internacionales. **Información tecnológica**, 31, 113-122.
- [10] LÓPEZ SERRANO, S. C., CHUNG ALONSO, P. y RAMÍREZ RIVERA, M. D. P. (2021). Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como método multicriterio para la localización óptima de estaciones intermodales. **Economía, sociedad y territorio**, 21, 315-358.
- [11] MORENO NICOLÁS, M. (2021). **Análisis y selección de una batería para un vehículo ferroviario. Metodología basada en la técnica multicriterio AHP** (Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València).
- [12] PEÑA MERLANO, A. (2023). **Diseño de un Modelo de Toma de Decisiones Multicriterio en la Priorización de Estrategias a Implementar para la Mejora de la Cultura Vial de los Conductores en la Ciudad de Barranquilla** (Tesis Doctoral, Corporación Universidad de la Costa).
- [13] PONCE, L. A. y PONCE, W. P. P. (2021). Decisión multicriterio en la selección de proyectos de desarrollo local para fortalecer la toma de decisiones. **Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas**, 14, 133-147.
- [14] RÍOS MARTÍNEZ, N. (2022). **Desarrollo de una metodología para el diagnóstico del estado de conservación y priorización de las intervenciones de restauración basada en el método del proceso analítico jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP). Caso de estudio: fondo documental de la Real Audiencia, Archivo Nacional de Chile** (Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València).
- [15] RODRÍGUEZ, F., MARTÍNEZ-GÓMEZ, J., NARVÁEZ, C. R. A. y GUERRÓN, G. (2020). Selección de material para menaje de cocina mediante métodos para la toma de decisiones multi-criterio. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação**, E32, 137-150.
- [16] TREJO, J. T., PÉREZ, A. F., HUAMÁN, M. C., QUIROZ, J. A., HUAMÁN, R. T., and OLIVERA, V. B. (2021, March). Experiences in the Usage of Octave on Improving Learning Mathematics in an Engineering Faculty. In **2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)** (pp. 1-4). IEEE.