

Tipo de artículo: Artículo original

## Evaluación del aprendizaje mediante un enfoque constructivista a partir del método ponderación lineal

### *Learning evaluation through a constructivist approach from the linear weighting method*

Alberto Rodríguez Rodríguez<sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-1238-0106>

Yisell Vigoa Escobedo<sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-2747-927>

Lenin Jonatan Pin García<sup>3</sup> , <https://orcid.org/0000-0001-8272-3816>

Holger B. Delgado Lucas<sup>4</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-6115-8835>

<sup>1</sup>Licenciado en Matemáticas, Máster en Ciencias de la Educación. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Docente de la carrera Tecnologías de la Información. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. [alberto.rodriguez@unesum.edu.ec](mailto:alberto.rodriguez@unesum.edu.ec)

<sup>2</sup>Licenciada en Educación, Máster en Ciencias de la Educación. Doctora en Ciencias Pedagógicas. Directora de Relaciones Internacionales de la Universidad de Granma. Cuba. E-mail: [driudg@udg.co.cu](mailto:driudg@udg.co.cu)

<sup>3</sup>Ingeniero en Sistemas con maestrías en: Docencia Universitaria, Sistemas de Información Gerencial y Gestión Estratégica de Tecnologías de la Información, Doctorando en Ingeniería. Docente Miembro del Consejo Científico de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí – Ecuador. E-mail: [jonatan.pin@unesum.edu.ec](mailto:jonatan.pin@unesum.edu.ec)

<sup>4</sup>Ingeniero en Sistemas Computacionales. Magister. Doctorando en Ingeniería. Decano de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa-Manabí-Ecuador. E-mail: [holger.delgado@unesum.edu.ec](mailto:holger.delgado@unesum.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [alberto.rodriguez@unesum.edu.ec](mailto:alberto.rodriguez@unesum.edu.ec)

#### Resumen

La evaluación del aprendizaje representa la medida del cumplimiento de los objetivos proyectados por los profesores en su labor docente. Cada modelo de enseñanza introduce el método sobre el cual es sustentado el aprendizaje de los estudiantes y genera procesos evaluativos como cierre del proceso. La evaluación del aprendizaje mediante un enfoque constructivista es un área activa de la ciencia sobre la cual se sustentan diversas investigaciones. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método de evaluación del aprendizaje mediante un enfoque constructivista a partir del método ponderación lineal. La investigación se asocia al proyecto de investigación sobre la enseñanza constructivista sustentada en la inteligencia artificial. El método utiliza un enfoque multicriterio multiexperto para representar el conocimiento causal que nutre el funcionamiento del proceso de inferencia. El método ha sido validado mediante su implementación con un grupo de estudiantes de la carrera de Tecnología de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Se obtuvo como resultado la evaluación y clasificación de los estudiantes a partir de su nivel de conocimiento.

**Palabras clave:** Evaluación del aprendizaje; enseñanza constructivista; Ponderación Lineal.

#### Abstract

*The learning evaluation represents the measure of the fulfillment of the objectives projected by the professors in their teaching work. Each teaching model, although it introduces the method on which the students' learning is supported, generates evaluative processes as a closure of the process. The assessment of learning through a constructivist approach is an active area of science on which various investigations are based. The present research aims to develop a learning evaluation method through a*



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

*constructivist approach based on the linear weighting method. The research is associated with research projects on constructivist teaching based on artificial intelligence. The method uses a multi-expert multi-criteria approach to represent the causal knowledge that feeds the operation of the inference process. The method has been validated through its implementation with a group of students from the Information Technology career at the State University of the South of Manabí. The result was the evaluation and classification of the students based on their level of knowledge.*

**Keywords:** Learning Assessment; constructivist teaching; Linear Weighting.

**Recibido:** 11/02/2021

**Aceptado:** 28/06/2021

## Introducción

El proceso de enseñanza universitaria es caracterizado por la calidad del egresado donde la evaluación constituye la medida del conocimiento alcanzado por los estudiantes (Pérez, 2000). Los modelos tradicionales de enseñanza se enfocaron en memorizar e imponer contenidos, dando como resultado estudiantes pasivos (Parreño, 2019). En este contexto surge el paradigma constructivista. El constructivismo es el conjunto articulado de principios desde donde es posible identificar problemas y articular soluciones. Los profesores proporcionan a los estudiantes las estrategias necesarias para promover un aprendizaje significativo, interactivo y dinámico; incentivando la curiosidad del estudiante por la investigación (Martínez, 2019).

La evaluación de la enseñanza bajo un enfoque constructivista basa su funcionamiento en la autorregulación del aprendizaje de los estudiantes (Barberá, 1999), (Dorrego, 2016). La propia concepción sobre la evaluación puede ser modelada como un problema de toma de decisiones multicriterio donde existen un conjunto de indicadores que son evaluados en los diferentes estudiantes (Hidalgo & Murillo, 2017). Problemas de esta naturaleza representa un área activa en constante evolución de la ciencia que han sido abordados a partir de técnicas de ponderación lineal (Fernández, 2017), (Flores-Espejo, 2019).

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método de evaluación del aprendizaje mediante un enfoque constructivista. El método rige su proceso de inferencia en la ponderación lineal. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto para representar el conocimiento causal que nutre el funcionamiento del proceso de inferencia. La investigación se encuentra estructurada en introducción, materiales y métodos, resultado y discusión. La introducción realiza un estudio de la bibliografía científica sobre la evaluación del aprendizaje basado en el método constructivista, se fundamenta la evaluación como un área activa de la ciencia que propicia el desarrollo de nuevas investigaciones. Los materiales y métodos presentan el modelo de inferencia propuesto, introduce la modelación computacional para el problema que aborda la investigación. Los resultados y discusión introducen la propuesta presentada para su validación en un grupo de estudiantes de la carrera de Tecnología de la Información de



obra está bajo una licencia **Creative Commons de tipo Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Se obtuvo como resultado la evaluación y clasificación de los estudiantes a partir de su nivel de conocimiento. La investigación se asocia a los proyectos de investigación sobre la enseñanza constructivista sustentada en la inteligencia artificial.

## Materiales y métodos

La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos de alternativas, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos. Incluye además el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad clave en todo tipo de organización (Enrique & Franklin, 2011; HERBERT, 1960). La evaluación multicriterio representa un problema de toma de decisiones que debe identificar un problema y la selección o clarificar una alternativa entre el conjunto existentes (HERBERT, 1960), (Fincowsky, 2011).

Los procesos de evaluación se pueden representar mediante un modelo de toma de decisiones donde existen evaluaciones que son determinadas por el cumplimiento de criterios determinados considerados como un problema de toma de decisiones multicriterio.

La evaluación multicriterio constituye una optimización con varias funciones objetivo simultáneas y un agente decisor. La ecuación 1 formaliza el problema planteado.

$$\text{Max} = F(x), x \in X \quad (1)$$

Donde:

$x$ : es un vector  $[x_1, \dots, x_n]$  de las variables de decisión.

$X$ : representa el dominio de valores posible que puede tomar la variable.

$F(x)$ : es un vector  $[F_1x, \dots, F_nx]$  de las  $P$  funciones objetivos que recogen los criterios.

$\text{Max}$ : representa la función a maximizar.

Específicamente los problemas multicriterios discretos constan básicamente de dos tipos de datos que constituyen el punto de partida para diferentes problemas de toma de decisiones multicriterio discretos. La figura 1 muestra una representación de un método multicriterio.



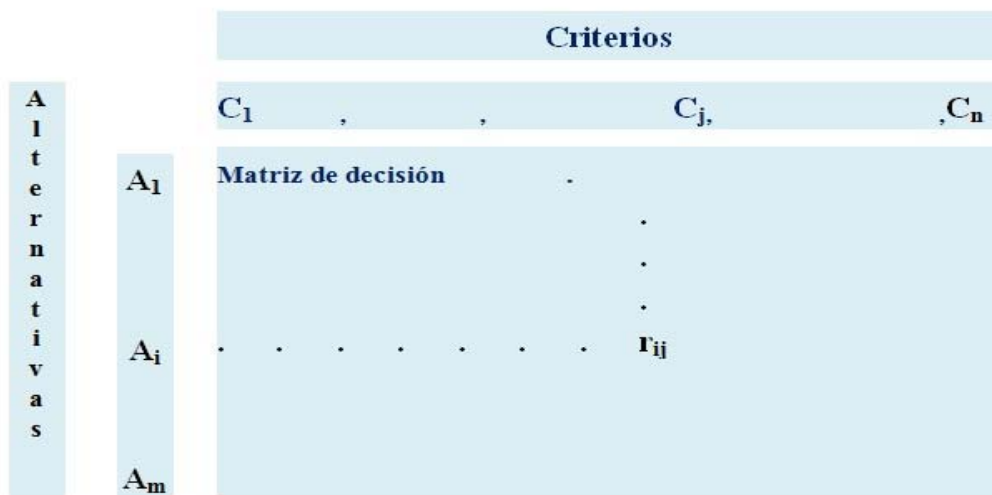


Figura 1: Representación de método multicriterio.

La figura 1 mostró una representación de un problema de toma de decisiones multicriterio donde:

$r_{ij}$ : representa la evaluación de la alternativa  $i$  respecto al criterio  $j$ .

$w_{ij}$ : representa el peso del criterio  $j$ .

La Figura 2 muestra la estructura del método para la evaluación del aprendizaje mediante un enfoque constructivista a partir del método ponderación lineal.

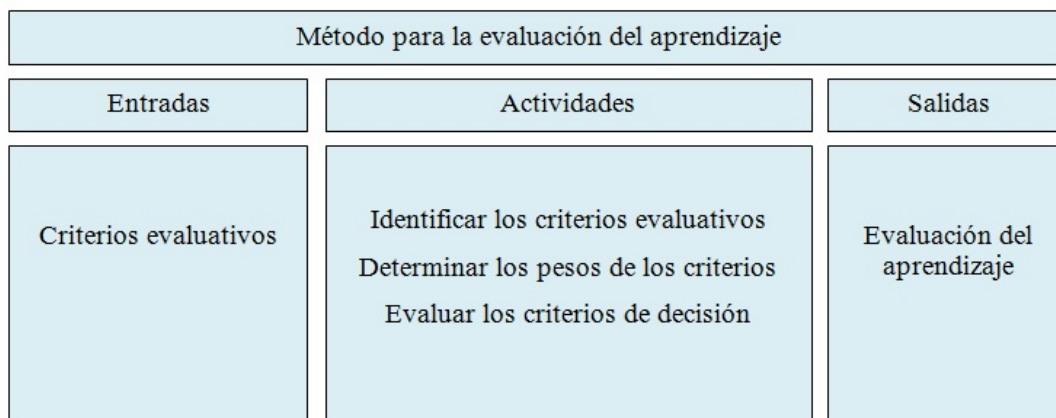


Figura 2: Estructura del método propuesto.

El proceso de inferencia se basa en un método de ordenamiento y agregación. El método propuesto basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio a partir de la ponderación lineal (Mar et al., 2015), (García Nové,



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

2018). El funcionamiento computacional es descrito a partir del cálculo de una puntuación global  $r_i$  para cada alternativa  $A_i$  tal como expresa la ecuación 2 (Mar et al., 2016), (Morey Cortès, 2019), (Rancel, 1997).

$$R_i = \sum_j W_j r_{ij} \quad (2)$$

Se posee un conjunto  $m$  de alternativas y  $n$  criterios. Para cada criterio  $j$  el decisor estima cada alternativa  $i$ . Se obtiene la evaluación  $a_{ij}$  de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio. Se asigna un peso  $W_j (j = 1, n)$  también del tipo *cardinal ratio* para cada uno de los criterios  $C_j$ .

El método propuesto está diseñado para soportar la evaluación de los indicadores sobre la evaluación de los estudiantes. La figura 3 muestra el flujo de trabajo para el método propuesto.

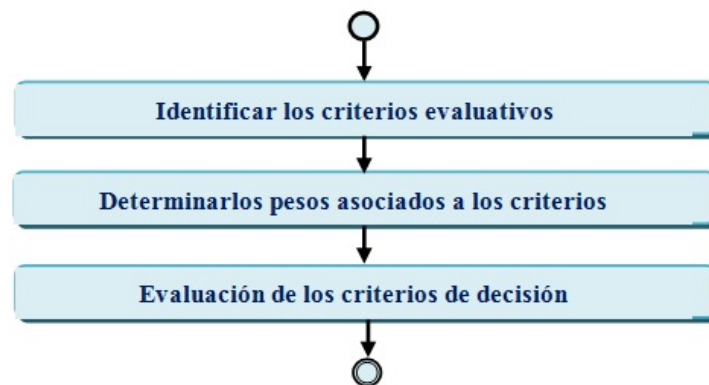


Figura 3: Flujo de trabajo para el método propuesto.

El método se estructura mediante un flujo de trabajo de tres actividades que en su integración garantiza la evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

#### Actividad 1: Identificar los criterios evaluativos

La actividad consiste en determinar los múltiples criterios que serían empleados en el proceso de evaluación del aprendizaje. La actividad representa el enfoque multicriterio, se formaliza como:

$C = \{c_1, \dots, c_n\}$ ,  $n \geq 2$ , criterios evaluativos.

#### Actividad 2: Determinar los pesos asociados a los criterios

La actividad representa la definición de los pesos asociados a los criterios evaluativos. Representa un enfoque de trabajo en grupo. El objetivo es determinación de los pesos asociados a los criterios evaluativos de modo que:

$E = \{e_1, \dots, e_m\}$ ,  $m \geq 2$ , donde  $E$ , representa los expertos que intervienen en el proceso.



### Actividad 3: Evaluación de los criterios de decisión

La actividad de evaluación representa el paso en el que es determinada la inferencia del proceso de toma de decisiones. Se parte de los vectores de pesos asociados a los criterios evaluativos y se determinan las preferencias de los estudiantes sobre los criterios evaluativos definidos. La inteligencia computacional de la inferencia se basa en el método de la ponderación lineal mediante la ecuación 2. Como resultado se determina un valor atribuido a la evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

## Resultados y discusión

La propuesta de método ha sido implementada en estudiantes de la carrera de Tecnología de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. El estudio estuvo estructurado para obtener una evaluación del aprendizaje a partir de los indicadores evaluativos mediante un enfoque multicriterio.

### Actividad1: Identificar los criterios evaluativos

La actividad de identificación de los criterios obtuvo como resultado 5 criterios que son gestionados para su procesamiento a partir de un sistema computacional implementado. La figura 4 muestra una imagen donde son gestionados los criterios evaluativos.

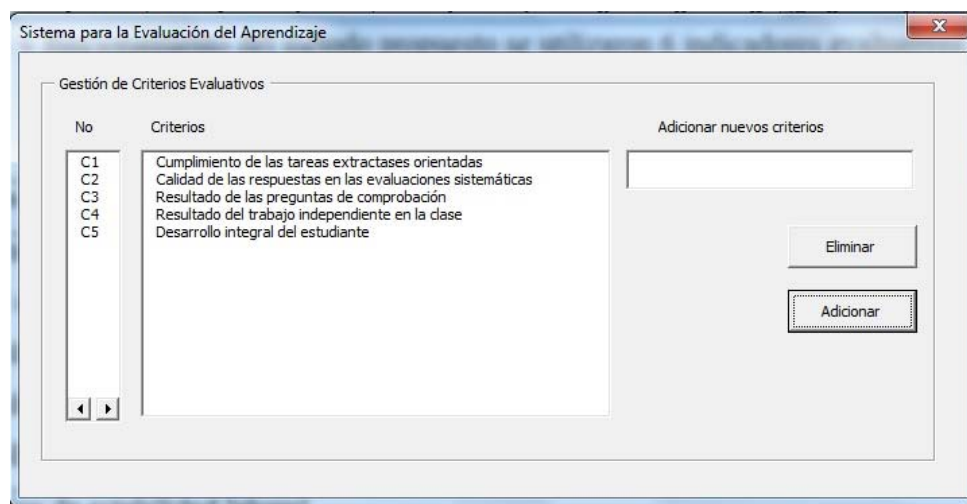


Figura 4: Gestión de los criterios evaluativos.

### Actividad2: Determinar los pesos asociados a los criterios



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Para la etapa de determinación de los pesos atribuidos a los criterios de evaluación, se realizó la consulta donde participaron 5 expertos que expresaron sus valoraciones. El proceso obtuvo los vectores de pesos correspondientes a los criterios evaluativos. Los vectores obtenidos de los 5 expertos fueron agregados en vectores resultantes. La figura 5 muestra el resultado de la valoración de los criterios una vez realizado el proceso de agregación.

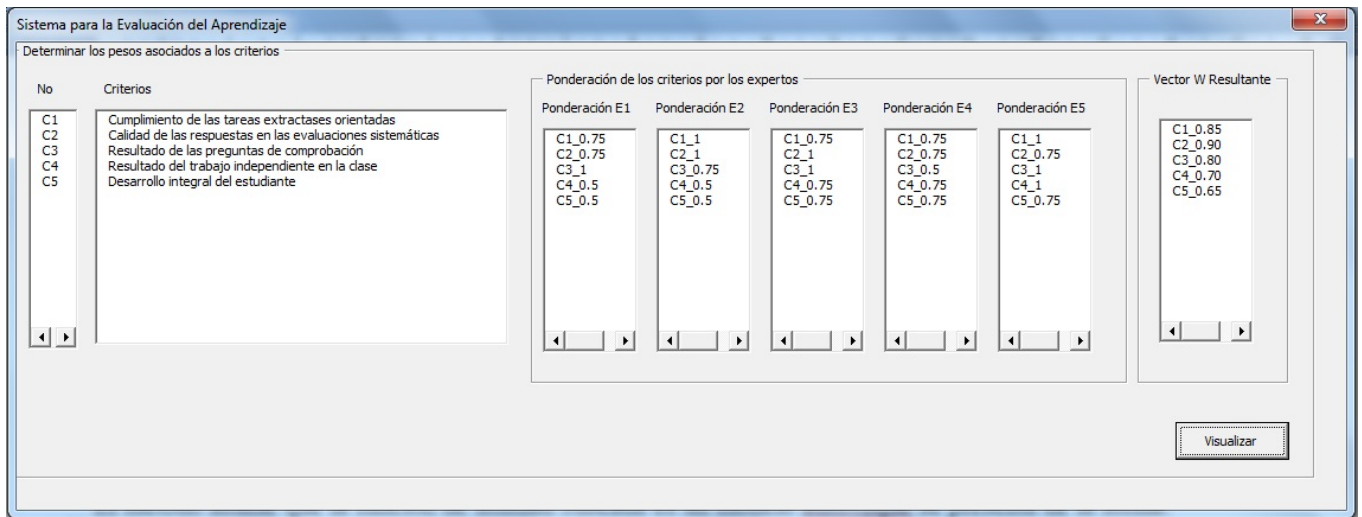


Figura5: Peso atribuido a los criterios de estabilidad.

### Actividad 3: Evaluación de los criterios de decisión

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a los criterios evaluativos se realiza un proceso de diagnóstico del comportamiento de los indicadores en los seis estudiantes seleccionados como objeto de estudio.

El método asume que la función de utilidad buscada es un modelo aditivo que se presenta de la forma:

$$v = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n \tag{3}$$

Donde:  $w_1$  es el peso del criterio 1 y  $x_1$  es el valor de la alternativa en el criterio 1.

Con el valor promedio ponderado obtenido por la función de utilidad para cada alternativa, se ordenan las mismas. Con este orden se resuelve el problema de toma de decisiones y se determina la mejor alternativa de entre las posibles, que será la de suma ponderada mayor/menor.



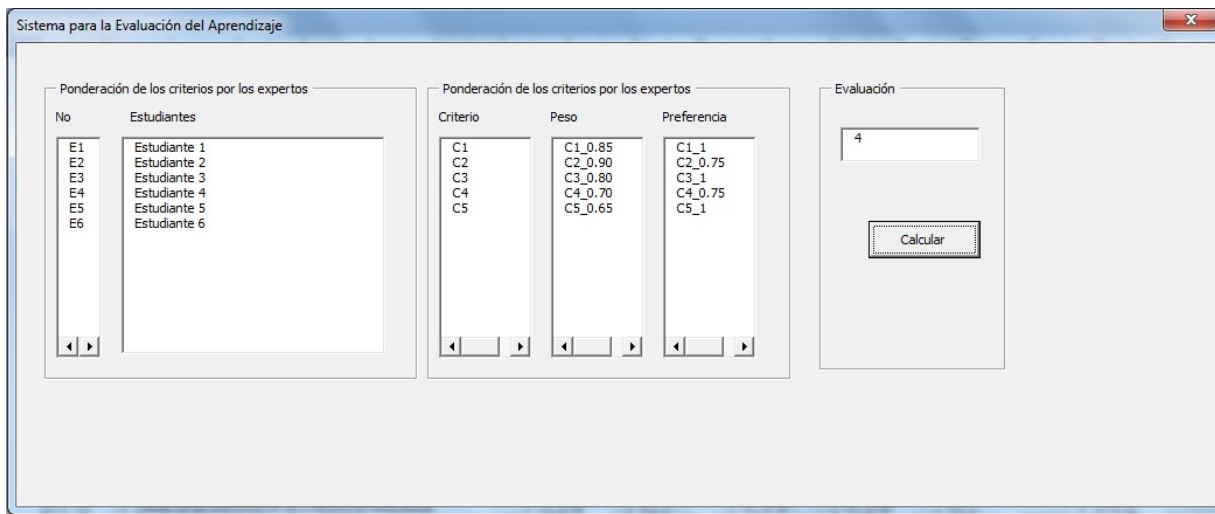


Figura 6: Evaluación de los criterios

La figura 6 muestra el comportamiento de la evaluación realizada donde a partir de las preferencias del estudiante se realiza un proceso de inferencia según el método propuesto. Aunque el método propuesto garantiza un proceso de inferencia que se asemeja al modo de actuación de un profesor en la vida real, es conveniente estudiar y comparar la inferencia realizada por otros modelos de agregación.

## Conclusiones

A partir del desarrollo de la investigación propuesta, se obtiene un método evaluación del aprendizaje mediante un enfoque constructivista. El método basó su funcionamiento mediante la ponderación lineal con la modelación de los principales indicadores evaluativos de los estudiantes.

A partir de la aplicación del método en la carrera de Tecnología de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí se obtiene la evaluación en estudiantes con una inferencia comparable al modo de actuación de los profesores. El método demuestra que es aplicable para la evaluación de estudiantes. Para trabajos futuros se recomienda el estudio y comparar la inferencia realizada por otros modelos de agregación.

## Conflictos de intereses

Los autores de la presente investigación declaran que no poseen conflicto de intereses.



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)



## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Alberto Rodríguez Rodríguez.
2. Curación de datos: Holger Delgado Lucas.
3. Análisis formal: Yisell Vigoa Escobedo.
4. Adquisición de fondos: Los autores.
5. Investigación: Alberto Rodríguez Rodríguez, Holger Delgado Lucas, YisellVigoa Escobedo, Julio C Pino Tarragó.
6. Metodología: Yisell Vigoa Escobedo.
7. Administración del proyecto: Julio C Pino Tarragó.
8. Validación: Alberto Rodríguez Rodríguez.
9. Visualización: Lenin Jonatan Pin García.
10. Redacción – borrador original: Alberto Rodríguez Rodríguez.
11. Redacción – revisión y edición: Alberto Rodríguez Rodríguez, Holger Delgado Lucas, YisellVigoa Escobedo, Julio C Pino Tarragó.

## Financiamiento

Esta investigación ha sido financiada con recursos propios de los autores.

## Referencias

- Barberá, E. (1999). *Evaluación de la enseñanza, evaluación del aprendizaje*. Edebé Barcelona.  
<https://www.raco.cat/index.php/Aloma/article/download/93910/154169/0>
- Dorrego, E. (2016). Educación a distancia y evaluación del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED)*(50).  
<https://revistas.um.es/red/article/download/271241/198481>
- Enrique, B., & Franklin, F. (2011). Toma de decisiones empresariales. *Contabilidad y Negocios*, 6(11), 113-120.
- Fernández, S. (2017). Evaluación y aprendizaje. *MarcoELE. Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera*(24).  
<https://www.redalyc.org/journal/921/92153187003/html/>
- Fincowsky, E. B. F. (2011). Toma de decisiones empresariales. *Contabilidad y Negocios*, Vol 6, No 11, pp. 113-120.  
ISSN 1992-1896.



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

- Flores-Espejo, J. (2019). Evaluación del aprendizaje significativo con criterios ausbelianos prácticos. Un aporte desde la enseñanza de la bioquímica. *Investigación y Postgrado*, 33(2), 9-29.  
<https://www.revistas.upel.edu.ve/index.php/revinpost/article/viewFile/7233/pdf>
- García Nové, E. M. (2018). Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos.
- HERBERT, S. (1960). The new science of management decision. *New York*.
- Hidalgo, N., & Murillo, F. J. (2017). Las concepciones sobre el proceso de evaluación del aprendizaje de los estudiantes. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15(1), 107-128. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5800412.pdf>
- Mar, O., Argota, L., & Santana, I. (2016). Módulo para la evaluación de competencias a través de un Sistema de Laboratorios a Distancias. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(2), 132-147.  
[http://rcci.uci.cu/index.php?journal=rcci&page=article&op=view&path\[\]=1211&path\[\]=425](http://rcci.uci.cu/index.php?journal=rcci&page=article&op=view&path[]=1211&path[]=425)
- Mar, O., Leyva, M., & Santana, I. (2015). Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias. *Ciencias de la Información*, 46(2), pp. 17 - 22.  
<http://cinfo.idict.cu/index.php/cinfo/article/download/700/530>
- Martínez, L. F. G. (2019). La autoevaluación: alternativa constructivista para la metacognición y el rendimiento académico en un curso de Ingeniería Industrial. *Revista Educación en Ingeniería*, 14(27), 138-147.  
<https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/download/949/394>
- Morey Cortès, F. (2019). *El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña* [Universitat Politècnica de Catalunya].
- Parreño, C. M. T. (2019). El Constructivismo, según bases teóricas de César Coll. *Revista Andina de Educación*, 2(1), 25-28. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/ree/article/download/659/635>
- Pérez, M. G. (2000). Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. *Revista pedagogía universitaria*, 5(2).  
[https://www.academia.edu/download/30175896/fines\\_de\\_la\\_evaluacion.pdf](https://www.academia.edu/download/30175896/fines_de_la_evaluacion.pdf)
- Rancel, M. M. S. (1997). *Diagnóstico de ponderación en el modelo de regresión lineal: medidas y procedimientos* [Universidad de La Laguna]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=12801>

