

SISTEMA INTELIGENTE PARA LA EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS DOCENTES MEDIANTE UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA

INTELLIGENT SYSTEM FOR THE EVALUATION OF TEACHING COMPETENCIES THROUGH A CONSTRUCTIVIST APPROACH

Alberto Rodríguez Rodríguez^{1*}

¹ Docente de la Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Tecnologías de la Información. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1238-0106>.
Correo: alberto.rodriguez@unesum.edu.ec

Martha Irene Romero Castro²

² Docente de la Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Tecnologías de la Información. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5043-8295>.
Correo: martha.romero@unesum.edu.ec

Marco Antonio Toala Pilay³

³ Docente de la Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Tecnologías de la Información. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-5719>.
Correo: toala.marco@unesum.edu.ec

Leonardo Raúl Murillo Quimiz⁴

⁴ Docente de la Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Tecnologías de la Información. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2469-3270>.
Correo: leonardo.murillo@unesum.edu.ec

* Autor para correspondencia: alberto.rodriguez@unesum.edu.ec

Resumen

Los profesores durante su actividad docente cotidiana demuestran el cumplimiento de su destreza en el proceso de formación de sus estudiantes. Estimar las competencias docentes bajo un proceso de enseñanza sustentado en el constructivismo permitiría determinar el grado de influencia de los docentes en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema inteligente para la evaluación de competencias docentes mediante un enfoque constructivista. La investigación se asocia al

proyecto de investigación sobre la enseñanza constructivista sustentada en la inteligencia artificial. El sistema ha sido validado mediante su implementación con un grupo de docentes 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 las competencias docentes mediante un enfoque constructivista.

Palabras clave: Sistema inteligente; enfoque constructivista; inteligencia artificial; competencias docentes.

Abstract

Teachers during their daily teaching activity demonstrate the fulfillment of their skill in the process of training their students. Estimating teaching competencies under a teaching process based on constructivism would allow determining the degree of influence of teachers in the Teaching-Learning process. This research aims to develop an intelligent system for the evaluation of teaching skills through a constructivist approach. The research is associated with research projects on constructivist teaching based on artificial intelligence. The system has been validated through its implementation with a group of teachers from the Information Technology career at the South Manabí State University. The result was the evaluation and classification of teaching competencies through a constructivist approach.

Keywords: Smart system; constructivist approach; artificial intelligence; teaching skills.

Fecha de recibido: 12/01/2022

Fecha de aceptado: 30/05/2022

Fecha de publicación: 21/06/2022

Introducción

Los avances tecnológicos de las últimas décadas, han contribuido a la consolidación y el enriquecimiento de los entornos de aprendizajes constructivistas. Los recursos didácticos disponibles en la actualidad facilitan que los estudiantes construyan su propio conocimiento con un nivel de motivación e independencia mayor (Pimienta Concepción et al., 2018). Los recursos creativos, innovadores, tecnológicos y futuristas permiten explorar gran cantidad de información y reflexionar desde múltiples perspectivas, creencias y visiones del mundo, lo cual proporciona que el estudiante construya su propio conocimiento (Pardo et al., 2020). Es en este contexto que el docente adquiere un rol motivador que inicia la motivación de los estudiantes por construir nuevos conocimientos.

Las competencias docentes son fundamentales para implementar un enfoque constructivista, con una generación de estudiantes nacida en la era de la información y digitalización del conocimiento. La conectividad a internet y las herramientas disponibles facilitan el aprendizaje cooperativo, lo que permite que

los estudiantes trabajen juntos y discutan, desarrollando así sus procesos cognoscitivos y construyendo sus propios conocimientos (Villarreal-Villa et al., 2019), (Martín et al., 2019). Es en este escenario que las competencias docentes constituyen un recurso determinante en la selección, conceptualización y creación de recursos de aprendizaje (Ramón & Vilchez, 2019).

Desde una perspectiva constructivista, los profesores implican al estudiante en el proyecto de aprendizaje. De esta manera, el profesor da la libertad de practicar un aprendizaje independiente y responsable. Aunque o es el rol protagonista si es el que inicializa la construcción del conocimiento, donde aprender significa transformar el conocimiento (García-Cabrero et al., 2018), (García-González et al., 2018). De igual forma deben formarse técnicas de trabajo en equipo para que los estudiantes colaboren entre ellos y progresa el aprendizaje académico (Acosta & Quiles, 2021).

Los autores (Jonassen, 2016), proponen ocho características para favorecer el aprendizaje en entornos constructivistas:

- Activo: Los estudiantes deben asumir una actitud responsable y activa, que esté comprometida con el proceso de aprendizaje.
- Colaborativo: Las relaciones sociales y la colaboración de todos los miembros del equipo, realzan el trabajo de los estudiantes.
- Intencional: El aprendizaje significativo aumenta cuando los estudiantes persiguen intencionadamente un objetivo de aprendizaje.
- Complejo: La resolución de problemas complejos y parcialmente planteados es más efectiva que los problemas excesivamente simplificados.
- Contextual: Implementar entornos de aprendizaje basados en ejercicios sobre casos, ejerce gran motivación a los estudiantes. Aplicar los conocimientos en escenarios de la vida real.
- Conversacional: Aprender es un proceso social fundamentado en el diálogo.
- Reflexivo: El enfoque constructivista permite a los estudiantes tomar decisiones en su proceso de aprendizaje. El control del proceso, le permite aprender mejor.
- Constructivo: Integrar nuevas ideas en los conocimientos previos, para construir nuevos significados.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema inteligente para la evaluación de competencias docentes mediante un enfoque constructivista. La investigación se encuentra estructurada en introducción, materiales y métodos, resultado y discusión. La introducción presenta los principales elementos teóricos que sustentan la propuesta para la evaluación de las competencias docentes, se fundamenta la evaluación de competencias como un área activa de la ciencia. Los materiales y métodos describen la estructura y funcionamiento del sistema inteligente propuesto para la evaluación de las competencias docentes. Los resultados y discusión introducen la propuesta presentada para su validación en un grupo de docentes 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 las competencias docentes. La investigación se asocia a los proyectos de investigación sobre la enseñanza constructivista sustentada en la inteligencia artificial.

Materiales y métodos

La evaluación y clasificación constituyen un problema de toma de decisiones. La toma de decisiones representa un proceso de selección entre cursos de alternativas. La inferencia en las decisiones se basan en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos (Herbert, 1960).

El concepto “toma de decisiones” según Schein, plantea (Fincowsky, 2011) que es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización (SCHEIN, 1988).

Para clasificar un proceso de toma de decisiones deben existir variaciones en los objetos o decisiones considerado como un problema de toma de decisiones multicriterio. La evaluación multicriterio constituye una optimización con varias funciones objetivo simultaneas y un agente decisor (Cornelio et al., 2017). La ecuación 1 formaliza el problema planteado.

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

Donde:

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

X: es la denominada región factible. Representa el dominio de valores posible que puede tomar la variable.

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

Max: representa la función a maximizar, esta no es restrictiva.

Los problemas de tomas de decisiones se pueden clasificar como problemas multicriterios discretos cuando los tipos de datos que constituyen el punto de partida para diferentes problemas de toma de decisiones multicriterio discreto (DMD).

Cada problema de toma de decisiones puede ser diferente, sin embargo a partir de la versatilidad de su naturaleza se puede definir un procedimiento para la resolución de problemas. La Figura 1 muestra un esquema para la resolución de problemas de toma de decisiones.

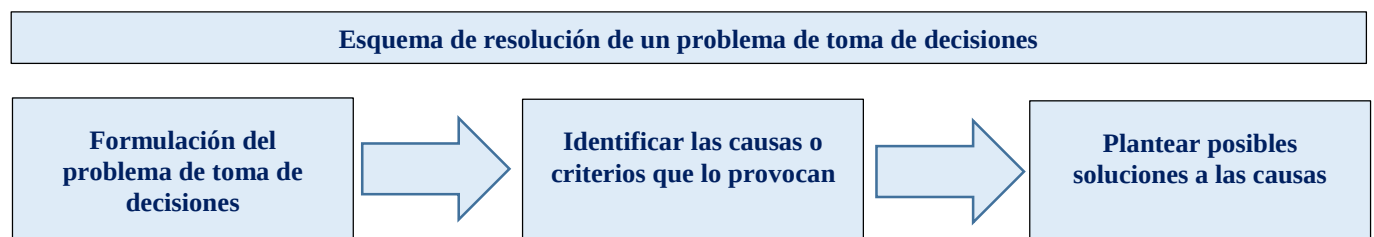


Figura 1: Representación para la resolución de problema de toma de decisiones.

Para la resolución de los problemas de toma de decisiones se han desarrollados diversos métodos multicriterio. Cuando se desea emitir una ponderación para una determinada alternativa, los métodos de ordenamiento y agregación representan una forma viable para su aplicación (Mar et al., 2015) ,(Florez & Rodríguez-Rojas, 2018), (García Nové, 2018). En la actualidad existen diversos métodos multicriterio clásicos se encuentra la

ponderación lineal. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 2 (Mar et al., 2016), (Morey Cortès, 2019).

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

Donde:

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

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

La ponderación lineal es considerada un método compensatorio, su aplicación depende de una normalización previa (Mar Cornelio et al., 2020). El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios. Para cada criterio j el decisor estima cada alternativa i . Se obtienen 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 .

Propuesta de sistema para evaluar las competencias docentes

El sistema propuesto está diseñado para soportar el proceso de evaluación de competencias docentes de profesores universitarios. Basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio, multiexperto donde se modela la evaluación de competencias a partir de un conjunto de criterios que representan las competencias docentes.

El sistema utiliza en su inferencia el método multicriterio Ponderación Lineal. El sistema está diseñado mediante una estructura de tres etapas que en su conjunto determina la evaluación de competencias.

Etapas 1: Identificación de las competencias

Representa el conjunto de competencias que se valoran a los docentes. Constituye un enfoque multicriterio formalizado como:

$$C = \{c_1, \dots, c_n\}, \quad n \geq 2, \text{ criterios o competencias a evaluar en el método.}$$

Etapas 2: Determinación de los pesos

Para la determinación de los pesos asociados a las competencias docentes se utiliza un enfoque multiexperto de modo que:

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

Etapas 3: evaluación de las competencias

La etapa de evaluación representa el procesamiento del método para emitir el resultado de la inferencia propuesta. Se procesan los datos empleando el método de la ponderación lineal mediante la ecuación 2. Como resultado expresa el valor atribuido a las competencias docentes.

Resultados y discusión

Para la implementación del sistema propuesto se realizó un estudio mediante su implementación con un grupo de docentes 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 las competencias docentes mediante un enfoque constructivista durante la primera etapa del periodo lectivo del 2022.

Etapas 1: Identificación de las competencias

Para el análisis y funcionamiento del método propuesto se utilizaron 8 competencias tal como se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Competencias para la evaluación de candidatos.

No	Competencias	Definición
1	Fomentar el papel activo en los estudiantes	Los estudiantes deben asumir una actitud responsable y activa, que esté comprometida con el proceso de aprendizaje.
2	Garantizar entornos colaborativo en los estudiantes	Las relaciones sociales y la colaboración de todos los miembros del equipo, realzan el trabajo de los estudiantes.
3	Fomentar el carácter intencional del aprendizaje	El aprendizaje significativo aumenta cuando los estudiantes persiguen intencionadamente un objetivo de aprendizaje
4	Resolver problemas complejo	La resolución de problemas complejos y parcialmente planteados es más efectiva que los problemas excesivamente simplificados.
5	Establecer un aprendizaje contextual	Implementar entornos de aprendizaje basados en ejercicios sobre casos, ejerce gran motivación a los estudiantes. Aplicar los conocimientos en escenarios de la vida real.
6	Dialogar conversacionalmente el aprendizaje de los estudiantes	Aprender es un proceso social fundamentado en el diálogo.
7	Apropiar a los estudiantes de un esquema reflexivo de aprendizaje	El enfoque constructivista permite a los estudiantes tomar decisiones en su proceso de aprendizaje. El control del proceso, le permite aprender mejor.
8	Fomentar la construcción del conocimiento	Integrar nuevas ideas en los conocimientos previos, para construir nuevos significados

Etapas 2: Determinación de los pesos

Para la etapa de determinación de los pesos atribuidos a las competencias, se realizó la consulta a 5 expertos que expresaron sus valoraciones sobre las competencias docentes. Se obtuvieron las tablas valorativas las

cuales fueron agregadas en un resultado único. La tabla 2 muestra el resultado de la valoración de los criterios una vez realizado el proceso de agregación.

Tabla 2: Peso atribuido a las competencias docentes de la consulta a expertos.

Competencias	Valoración del criterio W
C_1	[0,75]
C_2	[0,75]
C_3	[0,9]
C_4	[1]
C_5	[0,75]
C_6	[1]
C_7	[1]
C_8	[1]

Etapa 3: evaluación de las competencias

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y la identificación del comportamiento de las competencias en los docentes se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de una competencia docente. La Tabla 3 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 3: Procesamiento de la inferencia sobre las competencias

Competencias	Pesos W	Preferencias	$R_{i(T,I,F)}$
C_1	[0,75]	[1]	[0,75]
C_2	[0,75]	[0,75]	[0,56]
C_3	[0,9]	[1]	[0,9]
C_4	[1]	[1]	[1]
C_5	[0,75]	[0,75]	[0,56]
C_6	[1]	[0,75]	[0,75]
C_7	[1]	[1]	[1]
C_8	[1]	[1]	[1]
Índice			0,81

Para la corrida del sistema se evaluaron las competencias de 14 docentes, esta información fue revisada a partir de lo cual se obtuvo como resultado el índice de competencia y la clasificación de del comportamiento de los indicadores de competencias. La figura 3 muestra el resultado del procesamiento de las competencias docentes.

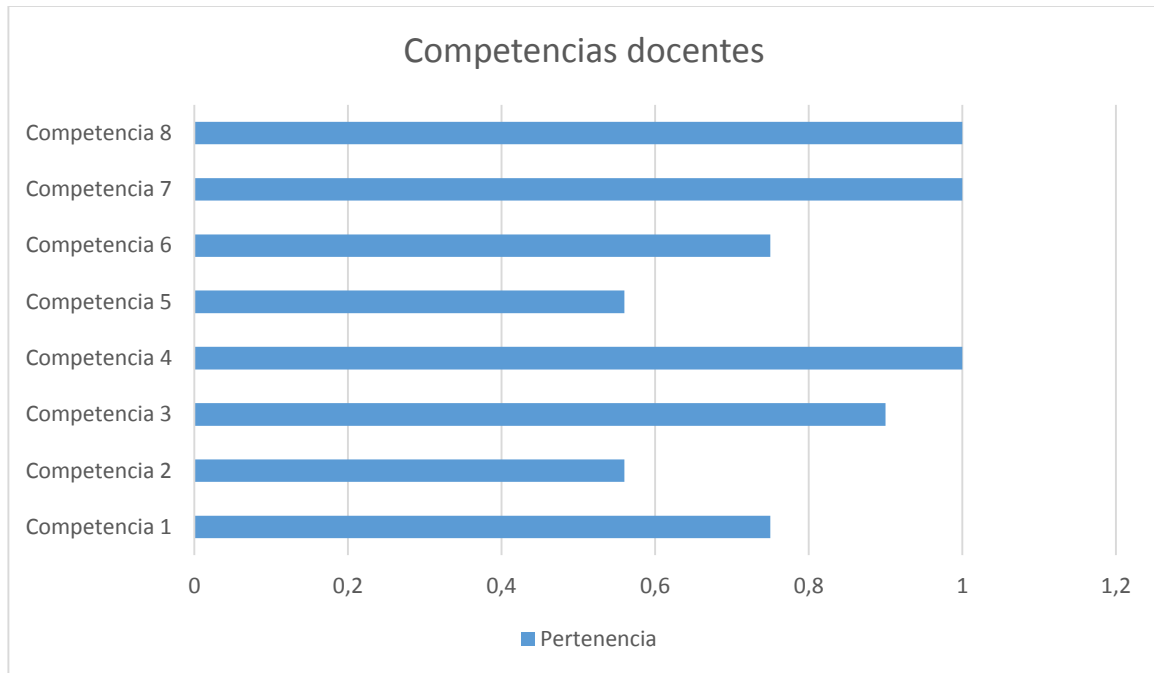


Figura 3: Comportamiento de las competencias docentes.

A partir del procesamiento realizado se obtiene un índice de competencia docente para el caso de estudio $I = 0.81$, para el caso analizado representa un alto nivel de competencia docente.

Conclusiones

A partir de la investigación realizada, se obtuvo un sistema para evaluar las competencias docentes basado en un enfoque multicriterio multiexperto. El sistema inteligente propuesto permitió la evaluación de competencias docentes basado en un paradigma constructivista. La investigación fue desarrollada como parte del proyecto de investigación sobre la enseñanza constructivista sustentada en la inteligencia artificial. Como resultado se obtuvo la validación del sistema implementado en un grupo de docentes de la carrera de Tecnología de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. A partir de su implementación fue posible la evaluación y clasificación de las competencias docentes mediante un enfoque constructivista.

Agradecimientos

A la Universidad Estatal del Sur de Manabí por financiar el proyecto de investigación sobre La Enseñanza Constructivista sustentada en la Inteligencia Artificial.

Referencias

- Acosta, M. Z., & Quiles, O. L. (2021). Percepción de competencias docentes en profesores universitarios de Ciencias de la Salud. *Educación Médica*, 22, 420-423. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1575181321000218>
- Cornelio, O. M., Díaz, P. M. P., & Fonseca, B. B. (2017). Estrategia metodológica para disminuir el impacto medioambiental de la tecnología obsoleta. *REFCaE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*. ISSN 1390-9010, 5(2), 99-118.
- Fincowsky, E. B. F. (2011). Toma de decisiones empresariales. *Contabilidad y Negocios*, Vol 6, No 11, pp. 113-120. ISSN 1992-1896.
- Florez, L. A. P., & Rodríguez-Rojas, Y. L. (2018). Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta. *Ingeniería*, 23(3), 230-251.
- García-Cabrero, B., Luna-Serrano, E., Ponce-Ceballos, S., Cisneros-Cohenour, E., Cordero-Arroyo, G., Espinoza-Díaz, Y., & García-Vigil, M. H. (2018). Las competencias docentes en entornos virtuales: Un modelo para su evaluación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 343-365. <http://eprints.rclis.org/33994/1/Las%20competencias%20docentes%20en%20entornos%20virtuales.pdf>
- García-González, C., Herrera-Seda, C., & Vanegas-Ortega, C. (2018). Competencias docentes para una pedagogía inclusiva. Consideraciones a partir de la experiencia con formadores de profesores chilenos. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 12(2), 149-167. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-73782018000200149&script=sci_arttext&lng=e
- 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.
- Jonassen, D. (2016). 10. *El diseño de entornos constructivistas de aprendizaje*.
- Mar Cornelio, O., Ivan Santana Ching, & Fonseca, B. B. (2020). Remote Laboratory System for Automatic Engineering. *International Journal of Wireless and Ad Hoc Communication*, 1(2), 55-63.
- 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., Véliz, Y. Z., Felipe, M. d. R. C., & Vázquez, M. L. (2015). Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 9(4), 16-29.
- Martín, L. C., Santos-Pastor, M., & Oliva, F. J. C. (2019). Competencias docentes en la formación inicial del profesorado de educación física. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*(35), 284-288. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6761684.pdf>
- Morey Cortès, F. (2019). *El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña* Universitat Politècnica de Catalunya].
- Pardo, J. C. O., Quitizaca, E. C. C., & Freire, E. E. E. (2020). ¿ Se emplean recursos didácticos en la enseñanza de matemáticas en la educación básica elemental? Un estudio de caso. *Revista*

Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 3(3), 48-55.

<http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/download/309/333>

Pimienta Concepción, I., Barbón Pérez, O. G., Camaño Carballo, L., González Reyes, Y., & González Benítez, S. N. (2018). Efectividad de un taller para docentes de diseño de recursos didácticos en el mejoramiento de la calidad de las guías didácticas. *Educación Médica Superior*, 32(3), 80-93. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412018000300007

Ramón, J. A., & Vilchez, J. (2019). Tecnología Étnico-Digital: Recursos Didácticos Convergentes en el Desarrollo de Competencias Matemáticas en los Estudiantes de Zona Rural. *Información tecnológica*, 30(3), 257-268. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000300257&script=sci_arttext

SCHEIN, E. (1988). Process consultation.

Villarreal-Villa, S., García-Guliany, J., Hernández-Palma, H., & Steffens-Sanabria, E. (2019). Competencias docentes y transformaciones en la educación en la era digital. *Formación universitaria*, 12(6), 3-14. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062019000600003&script=sci_arttext