

CONTENIDO

CARTAS AL EDITOR

- Una aproximación inicial a los resultados de aprendizaje en educación superior 259-261
Vladimir Alfonso Ballesteros Ballesteros

EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

- Tendencias actuales, retos y oportunidades de los procesos de aprendizaje universitario aplicados a las ciencias forestales 262-277

Juan Carlos Valverde, Mariela Romero-Zúñiga, Lupita Vargas-Fonseca

- Nociones matemáticas evidenciadas en la práctica cotidiana de un carpintero del sur de Chile 278-295

Angela Castro-Inostroza, Camilo Andrés Rodríguez-Nieto, Luis Aravena-Pacheco, Alexis Loncomilla-Gallardo, David Pizarro-Cisternas

- Factores que determinan el uso de las TIC en adultos mayores de Chile 296-308

Sandra Marlene Aguilar-Flores, Margarita María Chiang-Vega

- Puentes entre conocimientos tradicionales y conocimientos científicos escolares con relación a las plantas medicinales en el grado 8vo del liceo Nuestra Señora de Torcoroma 309-323

Duberney Páez-Rincón, Jaime Duvan Reyes-Roncancio

- Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje 324-340

Danny José Lorduy, Claudia Patricia Naranjo

- Estrés académico en estudiantes que cursan asignaturas de Física en ingeniería: dos casos diferenciados en Colombia y México 341-352

Oscar Jardey Suárez, Mario Humberto Ramírez-Díaz

CIENCIA E INGENIERÍA

- Análisis de la producción de publicaciones científicas en inteligencia artificial aplicada a la formulación de Políticas Públicas 353-368

Juan Manuel Sánchez-Céspedes, Juan Pablo Rodríguez-Miranda, Octavio José Salcedo-Parra

- Guía metodológica para la selección de proveedores DBaaS en Pymes 369-377

Fabián Leonardo Vargas-Corredor, Jorge Enrique Quevedo-Reyes, Juan Sebastián González-Sanabria, Marco Javier Suarez-Barón



Una aproximación inicial a los resultados de aprendizaje en educación superior

Vladimir Alfonso Ballesteros Ballesteros¹

La educación superior en Colombia enfrenta nuevos retos, pero, ante todo, nuevas posibilidades. Nuestros estudiantes están inmersos en una comunidad global que desafía el auto-reconocimiento, la autodeterminación y la necesidad de (no) ser profesional. Nos debemos una reflexión cautelosa respecto a aquellas cuestiones que pueden orientar nuestro quehacer pedagógico. Y lo mejor que podemos hacer como maestros es eso, preguntar[nos]: ¿cuáles son esos atributos deseables del egresado de un programa académico?, ¿cuáles son los conocimientos, habilidades y valores esenciales que debe demostrar ese egresado?, ¿qué distingue o diferencia al programa académico en el que concurrimos con respecto a otros similares?

El éxito de una experiencia de aprendizaje se basa en un asunto que no es trivial y es el de tener claridad sobre las posibilidades de aprender que tiene un estudiante. Y esta requiere, entre otros, una articulación de la educación básica y media con la educación superior para definir expectativas, metas y propósitos comunes. Se trata de un diálogo abierto y permanente en todo nivel a favor de una mayor cercanía. Trazar líneas divisorias en educación ha resultado, a lo largo de la historia, caprichoso y poco útil. También se debe acercar la universidad con los sectores económicos del país para disminuir las brechas que, en ocasiones, absorben a nuestros egresados y (de paso) sus anhelos de mejorar su futuro. De ahí que la forma de construir un espacio académico dentro de un mapa curricular debe ser transformada en una experiencia colaborativa con distintos actores que puedan enriquecer, con sus formas particulares de concebir el mundo, la deliberación curricular.

El año 2019 trajo consigo una gran expectativa con respecto a la transformación [acción] de concebir el registro calificado de programas académicos de educación superior. Apareció, con bombos y platillos, el Decreto 1330 (Ministerio de Educación Nacional, 2019) con un ánimo reformista, pero con tono conciliador. Este decreto, que se anunció como la buena nueva de la salvación, soslayó el debate pendiente (y que seguirá aplazado) sobre la concomitancia entre la oferta educativa de las instituciones de educación superior y las verdaderas necesidades que tenemos como país. Por otro lado, integró los resultados de aprendizaje como un factor preponderante para el fortalecimiento de los procesos de autoevaluación. Esta novedad, que cumple más de 20 años, se constituyó como una de las líneas de acción formuladas dentro del Proceso de Bolonia. En ese momento se propuso que todos los programas, y sus elementos constitutivos por supuesto, de las instituciones de tercer nivel del denominado Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) para el año 2010 deberían rediseñar

¹ Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá D. C., Colombia. vladimir.ballesteros@libertadores.edu.co

sus planes de estudio en función de resultados de aprendizaje (Adam y Expert, 2008). Esta iniciativa, en síntesis, apostó por un marco de cualificación compatible y comparable entre los distintos sistemas educativos, ello con el objetivo de describir los procesos de formación en términos de cantidad de trabajo, nivel de formación, resultados de aprendizaje, evaluación y perfiles de salida.

Así, este enfoque basado en resultados de aprendizaje se ha adoptado, cada vez más, en países de los distintos continentes. Hoy, nuestro país se une a este colectivo en búsqueda de lugares comunes de enunciación frente a los procesos de aprendizaje y enseñanza. Esta transformación implicará, en el corto plazo, una preparación para asumir el reto de expresar los programas académicos en términos de resultados de aprendizaje. A largo plazo, la incorporación de este enfoque favorecerá el diseño de nuevos programas y beneficiará la actualización curricular de los existentes.

Los resultados de aprendizaje son declaraciones directas que describen el conocimiento o las habilidades que los estudiantes deben adquirir al final de una experiencia de aprendizaje y ayudan (tanto a estudiantes como a profesores) a entender por qué ese conocimiento y esas habilidades serán útiles para su desarrollo profesional. Se enfocan en el contexto y las posibles aplicaciones de esos conocimientos y habilidades, favoreciendo la orientación de la evaluación y la conexión del aprendizaje con distintas situaciones de la vida cotidiana. De este modo, deben describir aquello que un estudiante típico puede lograr después de vivir una experiencia de aprendizaje y se construirán de manera que logren representar una progresión general dentro del mapa curricular. Para tal fin debe existir claridad con respecto tanto a la alineación entre resultados de aprendizaje, estrategias pedagógicas, didácticas y evaluativas y como a los perfiles de egreso con el propósito de cualificar cada proyecto educativo.

También, deben incluir una referencia explícita de la(s) evidencia(s) que indicará(n) la consecución del aprendizaje (Millett *et al.*, 2008). No se requiere una relación directa con formas de evaluación particulares, pero se advierte que se debe incluir una indicación del nivel de desempeño que se puede alcanzar. Por lo tanto, se recomienda especificar lo que un estudiante necesita demostrar para alcanzar ese resultado de aprendizaje. A renglón seguido, las descripciones contenidas en los resultados de aprendizaje deben corresponder con las posibilidades a las que accederá el estudiante durante su experiencia de aprendizaje. Por esta razón, hay que velar por la conexión con los criterios de evaluación definidos para cada momento del aprendizaje. Pues existe una orilla que delimita el aprendizaje alcanzado por un estudiante que aprueba una experiencia de aprendizaje y otro que no. Y es aquí donde la reflexión común debe interceder por aquellas pautas evaluativas que faciliten el discernimiento en relación con las señales vinculadas al éxito estudiantil.

Otra consideración que no debe descuidarse es la articulación entre los propósitos de formación del programa, los objetivos de cada espacio académico y los resultados de aprendizaje. Los propósitos de formación consisten en declaraciones generales de las intenciones educativas de un programa académico. Los objetivos de un espacio académico señalan un estado específico de esas intenciones educativas. Una dificultad frecuente al momento de plantear los objetivos es que en ocasiones se redactan en términos de intenciones de enseñanza y otras veces se escriben en relación con el aprendizaje esperado. En la literatura científica se ha evidenciado esta situación, asociada con una confusión, respecto a si los

objetivos pertenecen al enfoque centrado en el profesor o al enfoque basado en los resultados (Harden, 2002; Oakleaf, 2011). Este debate permanece abierto; sin embargo, la recomendación es abordar los objetivos de cada espacio académico en función de los resultados para completar la transición descrita (Wang, 2015). Así pues, los resultados de aprendizaje pueden llegar a ser un poco más precisos, más fáciles de expresar y de observar; por lo que podrán considerarse como un territorio común favorable para realizar el diseño curricular.

Referencias

- Adam, S., Expert, U. K. B. (2008). Learning outcomes current developments in Europe: Update on the issues and applications of learning outcomes associated with the Bologna Process. *Bologna Seminar: Learning Outcomes Based Higher Education: The Scottish Experience*, 21(22.02).
- Harden, R. M. (2002). Learning outcomes and instructional objectives: is there a difference? *Medical Teacher*, 24(2), 151-155. <https://doi.org/10.1080/0142159022020687>
- Ministerio de Educación Nacional (25 de julio de 2019). *Decreto 1330*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-387348_archivo_pdf.pdf
- Millett, C. M., Payne, D. G., Dwyer, C. A., Stickler, L. M., Alexiou, J. J. (2008). A Culture of Evidence: An Evidence-Centered Approach to Accountability for Student Learning Outcomes. *Educational Testing Service*.
- Oakleaf, M. (2011). Are they learning? Are we? Learning outcomes and the academic library. *The Library Quarterly*, 81(1), 61-82. <https://doi.org/10.1086/657444>
- Wang, C. L. (2015). Mapping or tracing? Rethinking curriculum mapping in higher education. *Studies in Higher Education*, 40(9), 1550-1559. <https://doi.org/10.1080/03075079.2014.899343>



Tendencias actuales, retos y oportunidades de los procesos de aprendizaje universitario aplicados a las Ciencias Forestales

Current Trends, Challenges and Opportunities of University Learning Processes Applied to Forest Sciences

Tendências atuais, desafios e oportunidades dos processos de aprendizagem universitária aplicados às ciências florestais

Juan Carlos Valverde¹
Mariela Romero-Zúñiga²
Lupita Vargas-Fonseca³

Recibido: marzo 2020

Aceptado: agosto 2020

Para citar este artículo: Valverde, J. C., Romero-Zúñiga, M., Vargas-Fonseca, L. (2020). Tendencias actuales, retos y oportunidades de los procesos de aprendizaje universitario aplicados a las Ciencias Forestales. *Revista Científica*, 39(3), 262-277. <https://doi.org/10.14483/23448350.16030>

Resumen

En las últimas décadas la introducción de nuevas tecnologías, técnicas de aprendizaje y métodos de enseñanza ha incidido en la simplificación del entendimiento de conceptos. La facilidad para encontrar información mediante fuentes de internet, redes sociales y medios interactivos ha generado el reforzamiento en los sistemas de aprendizaje dinámicos, en especial a nivel universitario. En el presente trabajo se estableció como objetivo analizar las tendencias de aprendizaje puestas en marcha en la educación superior, así como los retos y potenciales cambios que se deben considerar en próximos años con el fin de mejorar el aprendizaje y el incremento de conocimiento en estudiantes universitarios de Ciencias Forestales. Mediante una revisión bibliográfica se tuvieron en cuenta teorías psicológicas

conductistas y cognitivas; además, se analizaron las tendencias de tipos de aprendizaje, desde la alternativa tradicional (memorística) hasta otras más nuevas como la cooperativa, emocional y latente, que estimulan el desarrollo y el uso de habilidades blandas. Los resultados evidenciaron que actualmente las tendencias se mueven hacia aprendizajes teórico-prácticos en los cuales la parte emocional y experimental toma relevancia y mejora la interacción con la realidad social y el entorno cercano. Finalmente, se consideraron las perspectivas a largo plazo en las que la implementación de *e-learning* (combinación de redes sociales), programas, videos y equipos informáticos impulsen el empoderamiento del nuevo conocimiento.

Palabras clave: aprendizaje, conocimiento, habilidades blandas, curva de aprendizaje, forestal.

1. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. jcvalverde@itcr.ac.cr jcvalverde@outlook.com
2. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. mromero@tec.ac.cr
3. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. lvargas@tec.ac.cr

Abstract

In the last decades, the introduction of new technologies, learning techniques and teaching methods has had an impact on simplifying the understanding of concepts; the ease of finding information through Internet sources, social networks and interactive media has generated reinforcement in dynamic learning systems, especially at the university level. The objective of this work was to analyze the learning trends implemented at the university level, as well as the challenges and potential changes that should be considered in coming years, to improve learning and increase knowledge in science university students. Forestry. Employing a bibliographic review, behavioral and cognitive psychological theories were taken into account; Also, trends in types of learning were analyzed, from the traditional alternative (memory) to newer ones such as cooperative, emotional and latent, which stimulate the development and use of soft skills. The results showed that currently, the trends are moving towards theoretical-practical learning in which the emotional and experimental part takes relevance and improves the interaction with social reality and the intimate environment. Finally, the long-term perspectives were considered in which the implementation of e-learning (the combination of social networks), programs, videos, and computer equipment promote the empowerment of new knowledge.

Keywords: learning, knowledge, soft skills, learning curve, forestry.

Resumo

Nas últimas décadas, a introdução de novas tecnologias, técnicas de aprendizagem e métodos de ensino teve um impacto na simplificação da compreensão de conceitos; a facilidade de encontrar informações por meio de fontes da internet, redes sociais e mídias interativas tem gerado reforço em sistemas dinâmicos de aprendizagem, principalmente no nível universitário. O objetivo deste trabalho foi analisar as tendências de aprendizagem implementadas no nível universitário, bem como os desafios e potenciais mudanças que devem ser considerados nos próximos anos, a fim de melhorar a aprendizagem e aumentar o conhecimento dos estudantes universitários de ciências. Silvicultura. Por

meio de uma revisão bibliográfica, foram consideradas as teorias psicológicas comportamentais e cognitivas; Além disso, foram analisadas tendências nos tipos de aprendizagem, desde a alternativa tradicional (memória) até as mais novas como cooperativa, emocional e latente, que estimulam o desenvolvimento e o uso de soft skills. Os resultados evidenciaram que atualmente as tendências caminham para a aprendizagem teórico-prática em que a parte emocional e experimental ganha relevância e melhora a interação com a realidade social e o ambiente próximo. Por fim, foram consideradas as perspectivas de longo prazo em que a implantação de e-learning (combinação de redes sociais), programas, vídeos e equipamentos de informática promovem o empoderamento de novos conhecimentos.

Palavras-chaves: aprendizado, conhecimento, habilidades sociais, curva de aprendizado, silvicultura.

Introducción

El aprendizaje es el proceso en el que el ser humano adquiere conocimiento por medio del estudio o mediante nuevas experiencias que generan la modificación o adquisición de habilidades, destrezas o conductas (Hamidi y Chavosh, 2018; Hamidi y Jahanshaheefard, 2019). El aprendizaje se ha vinculado a procesos neurológicos como la memoria a corto y a largo plazo, en los cuales el individuo usa su capacidad de atención, razonamiento lógico o abstracto y distintas herramientas mentales para incorporar la información obtenida o mejorada dentro de sus capacidades de entendimiento del entorno (Zhang y Cui, 2018; Tsimane y Downing, 2020). Se ha determinado que aspectos como la motivación, el interés o la curiosidad por aprender incrementan las capacidades de memorización del conocimiento, y con ello se aumenta la retención de datos (Leal-Filho *et al.*, 2018; Tvenge y Ogorodnyk, 2018); dicho aspecto es fundamental en el ser humano, sobre todo en edades adultas. Por lo anterior, el aprendizaje se presenta como un proceso individual, dinámico y constante (Badiaa y Chumpitaz-Campo, 2018; Tsimane y Downing, 2020).

En las últimas décadas se ha desarrollado una gran variedad de teorías para el entendimiento del aprendizaje, así como de los factores de percepción positiva y negativa que infieren directa e indirectamente en el proceso de retención de conocimientos (Akkerman y Meijer, 2011). Aspectos como la etapa de crecimiento, la motivación personal, el entorno de desarrollo o la madurez emocional, entre otros (Carless, 2015; Muller y Tucker, 2017) pueden incidir en las capacidades cognitivas del individuo, en el empoderamiento de conocimiento y de estructuración de ideas, elemento fundamental para el razonamiento lógico y abstracto de la mente (MacLellan, 2004; Bailey y Garner, 2010; Monereo *et al.*, 2013). Estudios de Hamidi y Chavoshi (2018) mencionan que es necesario el desarrollo de técnicas, metodologías y sistemas que proporcionen un mejoramiento de las cualidades integrales del individuo mediante el proceso de aprendizaje; con ello la estructuración de conocimiento será mejor y se incrementará la dinamización de nuevos conocimientos.

Un elemento pertinente por considerar en el proceso de aprendizaje es el grado de madurez emocional e intelectual del individuo (Leaman y Flanagan, 2013; Badia y Becerril, 2016). Nicol y Macfarlane-Dick (2006) manifestaron que la motivación es un factor que determina el grado de éxito en la transferencia de conocimiento en ambientes universitarios. En su estudio señala que una parte del proceso de cambio del marco mental del estudiante consiste en el desarrollo de actividades, evaluaciones y correcciones en las que el estudiante se sienta animado, pueda empoderarse de conocimiento y rompa paradigmas sociales como el hecho de aprobar cursos para cumplir con un trámite de graduación. Por lo tanto, el elemento anímico intrínseco y extrínseco toma relevancia. Postareffa *et al.* (2012) destacan la necesidad de poner en funcionamiento sistemas motivacionales dentro de un esquema pedagógico que estimule al estudiante a incrementar constantemente su conocimiento y capacidades cognitivas.

Ante tal panorama se hace necesario disponer de disciplinas especializadas como la pedagogía,

que se enfocan en la planificación, análisis y evaluación de aprendizaje, con el fin de crear técnicas y herramientas que produzcan un impacto positivo en el estudiante (Carless, 2015). Las técnicas pedagógicas varían según la edad del estudiante; pues son distintos el sistema de aprendizaje de un niño que debe aprender conocimientos generales básicos y el de un adulto joven que cursa estudios universitarios. En ambos casos, el objetivo es que se dé una adopción de conocimientos y destrezas, pero el sistema de comunicación, interpretación y aplicación es diferente (DeCuir-Gunby *et al.*, 2011; Davin *et al.*, 2017). En la educación superior se debe tener claro que el proceso de aprendizaje, más que transmitir conocimiento, busca la creación de habilidades, destrezas y criterios necesarios para que el estudiante pueda desarrollar actividades laborales específicas que permitan solucionar problemas y hacer aportes a la sociedad (Hernández, 2012).

En concreto, en la región latinoamericana el proceso de aprendizaje en el ámbito universitario ha mostrado un constante cambio en las últimas tres décadas (Leaman y Flanagan, 2013). Tradicionalmente, se ha empleado el esquema de aprendizaje con un proceso de transmisión de conocimiento unidireccional y autoritario, en el cual tiene prevalencia la lección magistral; este ambiente ha creado un confort en el docente y una pérdida de interés por parte del estudiante (Monereo y Álvarez, 2013). Sin embargo, con los avances pedagógicos, el entendimiento de los procesos de asimilación y las nuevas teorías de aprendizaje, en la actualidad se usan sistemas dinámicos en los que docentes y estudiantes interactúan continuamente, se generen retroalimentaciones y empoderamiento de conocimiento.

De esta manera, se busca que el proceso sea continuo, se incremente la complejidad en el tiempo y se pueda generar un aprendizaje durable (Putnam y Borke, 2000). No obstante, las limitaciones presupuestarias y tecnológicas, en conjunto con el poco interés de cambio por parte de docentes y de algunas autoridades, inciden en que la posibilidad de innovación y mejora de procesos pedagógicos sea limitada (Warford, 2011).

En el caso especial de las Ciencias Forestales, recientemente se ha dado un cambio como producto de la innovación en la instrumentación y en conocimientos que requieren aplicar modelos poco tradicionales, en los cuales la interacción entre estudiantes y docentes permita un empoderamiento y una asimilación concreta de la información (Agudo-Peregrina *et al.*, 2014; Viberga *et al.*, 2018). No obstante, la dinamización pedagógica, en conjunto con el desarrollo de nuevas tecnologías y conocimientos, en muchos casos infiere en los sistemas de aprendizaje puestos en marcha, los cuales tienden a quedar obsoletos en periodos cortos.

La FAO (2017) menciona que es necesaria, en primer lugar, la modificación de las técnicas de aprendizaje en forestería; en segundo lugar, la adecuación de las condiciones y los recursos disponibles en el sitio; y, en tercer lugar, el desarrollo de estrategias en las que los grupos meta asimilen e incorporen realmente la información. Según Vanclay (1996), este último aspecto es complicado, debido a que en muchos casos la formación académica del grupo meta es escasa, no se adapta al sistema de aprendizaje o requiere mayores periodos de aprendizaje.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo consistió en realizar una recopilación de las tendencias actuales en torno a los procesos de aprendizaje universitario con potencialidad de

aplicación en ciencias forestales, mediante el análisis de sus retos y oportunidades.

Teorías psicológicas de aprendizaje universitario

A nivel psicológico se han desarrollado tres líneas de entendimiento del proceso de aprendizaje (figura 1). En el caso de la formación universitaria, se tiene la preconcepción de que el estudiante cuenta con un grado de madurez mental elevado, posee conocimientos suficientes para la toma de decisiones y una estabilidad emocional suficiente para la formación profesional (Ali *et al.*, 2013). En la actualidad, las tendencias psicológicas de aprendizaje son la conductista, cognitiva, conectiva y constructivista (Beck y Kosnik, 2006; Avella *et al.*, 2016; Arnold y Sclater, 2017; Broos *et al.*, 2018; Harfitta *et al.*, 2018).

La teoría conductista parte del concepto de que el aprendizaje es producto del acondicionamiento de los estímulos a los que se expone el estudiante; en el proceso, la persona interactúa e incluye en su conducta la información adquirida (Boyle-Baise y Sleeter, 1998; Akkerman y Meijer, 2011), de forma tal que un estímulo positivo refuerza el aprendizaje y genera un crecimiento en la capacidad de entendimiento del estudiante; por otro lado, el estímulo negativo lo excluye y lo inhibe en el entendimiento y en la asimilación de información (Viberga *et al.*, 2018).

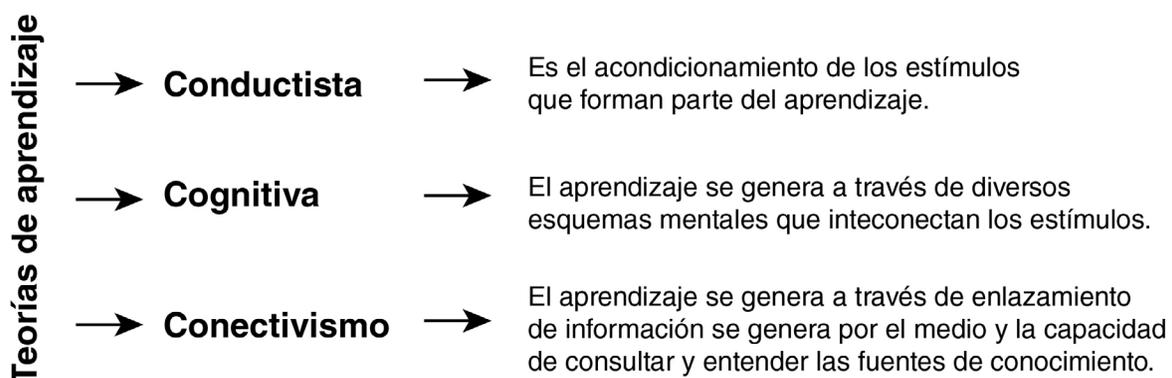


Figura 1. Teorías de aprendizaje actuales en la enseñanza universitaria.

Fuente: basado en Boyle-Baise y Sleeter (1998); Akkerman y Meijer (2011).

La teoría cognitiva plantea que el aprendizaje se obtiene mediante diversos esquemas mentales en los que se da una asociación de términos y conceptos para que el estudiante pueda generar ideas claras de un término, proceso o habilidad (Hernández, 2012). Conforme mayores sean las habilidades blandas del usuario y su capacidad de adaptación al conocimiento transmitido, el aprendizaje se mejorará y la capacidad de absorción de conocimiento se incrementará (Monereo *et al.*, 2013). Sin embargo, cuanto menor sea el dinamismo o el interés de la persona, las conexiones mentales serán menores y no se tendrá la misma retención (Tsimane y Downing, 2020).

La teoría de conectivismo es de las más recientes en pedagogía; se sustenta bajo la concepción de que el estudiante puede incrementar su conocimiento y habilidades con la combinación de la información disponible en el ambiente, en conjunto con las habilidades conectivas que le permiten realizar un análisis crítico (Agudo-Peregrino *et al.*, 2014). En este proceso se combinan ambas fuentes de información, lo cual permite que el usuario maximice su entendimiento y pueda complementar los conocimientos que posee.

Finalmente, la teoría constructivista se enfoca en el alumno como un ser responsable que participa activamente en su proceso de aprendizaje, por lo que sus aportes dentro y fuera de clase, en el desarrollo de la práctica y del trabajo, en conjunto con la realización activa de consultas, genera una gran relevancia en el proceso de aprendizaje activo (Agudo-Peregrino *et al.*, 2014).

En el ámbito universitario, las tendencias actuales son conductistas y conectistas, debido a que se apuesta a un aprendizaje integral en que el estudiante pueda disponer de conocimientos suficientes que le permitan responder con criterio profesional a las situaciones que enfrente, al combinar la información disponible en plataformas físicas y digitales (Brayko, 2013). Múltiples autores destacan que los avances tecnológicos y la incorporación de nuevos programas y equipos informáticos inciden para que el aprendizaje se dinamice,

al dejar en evidencia que los sistemas tradicionales dejan ser funcionales y se vuelven obsoletos (Coffey, 2010; Gross y Rutland, 2017). Por lo anterior, se debe iniciar una incorporación y dinamización del aprendizaje, de manera tal que el usuario combine los sistemas tradicionales con estas nuevas herramientas para así mejorar su capacidad de aprendizaje y criterio profesional.

Tendencias actuales de los tipos de aprendizaje

Múltiples estudios pedagógicos (Zeichner, 2010; Csiksova *et al.*, 2012; Šolc, *et al.*, 2012, Kovacova y Vackova, 2015; Willamo *et al.*, 2018; Guzmán *et al.*, 2019) enfocados a nivel universitario destacan ocho tipos de aprendizaje (figura 2). Las diferencias entre cada uno se dan como producto de la parametrización de las habilidades y las capacidades de aprendizaje del estudiante, así como por la complejidad del conocimiento impartido y el tiempo dado para el aprendizaje. Según dichas características, el proceso puede ser funcional y positivo para el usuario e incrementar sus habilidades; por el contrario, también puede generar frustración o desinterés. Los tipos de aprendizaje identificados fueron: receptivo, descubrimiento, memorístico, significativo, observacional, latente, emocional y cooperativo.

El aprendizaje receptivo es un proceso dinámico en el que el estudiante primero se expone al conocimiento al aprender y comprender lo nuevo y luego desarrolla habilidades de análisis y aplicación de ello. Este sistema no representa un descubrimiento de conocimiento para el estudiante, debido a que la información se proporciona directamente (Zeichner, 2010); la desventaja es que, si tiene dificultad para entender conceptos de forma indirecta, generará una limitación al interactuar con ese conocimiento (Ryan, 2011). Por otro lado, en el sistema de aprendizaje por descubrimiento el estudiante emprende por iniciativa propia y progresiva la localización y asimilación de conocimientos, desde una perspectiva de reto. A

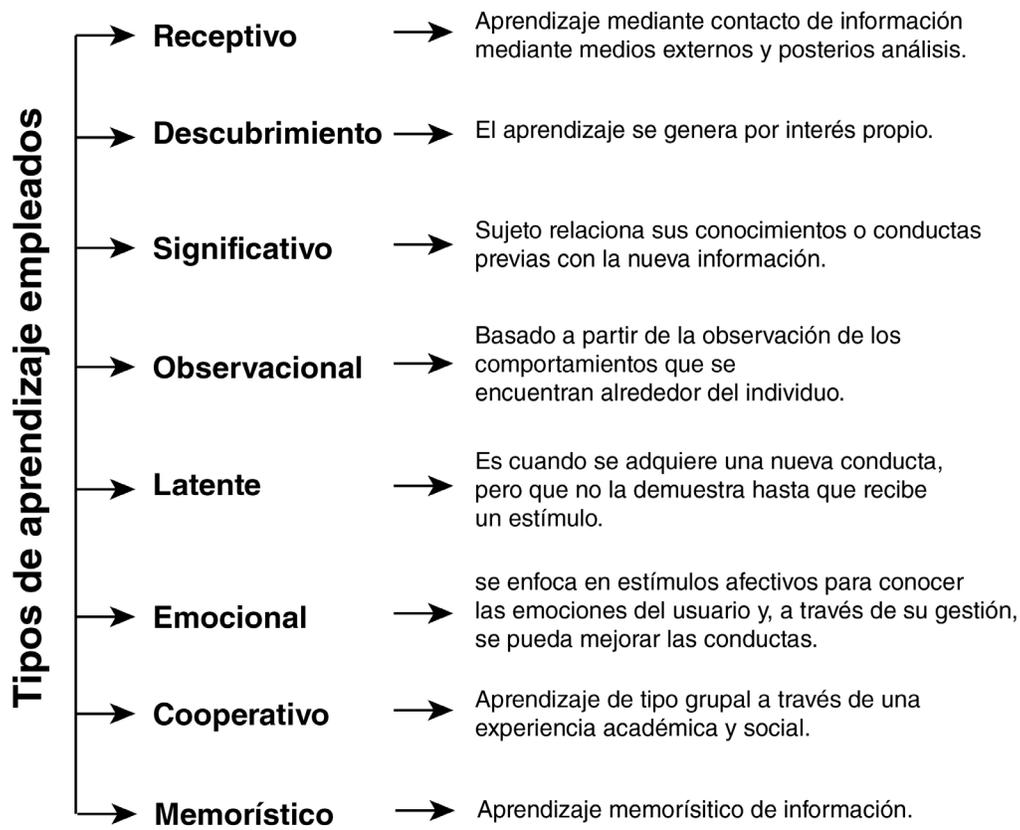


Figura 2. Tipos de aprendizaje implementados en la enseñanza universitaria.

Fuente: basado en Boyle-Baise y Sleeter (1998); Akkerman y Meijer (2011).

nivel universitario es una excelente estrategia para aprendizaje de temas teóricos o de vanguardia (Gross y Rutland, 2017); la principal limitante es que depende de las habilidades del estudiante y de la complejidad del tema (Postareffa *et al.*, 2012).

El aprendizaje significativo funciona a partir de la relación de los saberes propios con el conocimiento adquirido en lecciones, de forma tal que se genere una asimilación mediante una reestructuración del conocimiento de manera coherente. Este tipo de aprendizaje es altamente funcional en temáticas artísticas y deportivas (Ali *et al.*, 2013). Sin embargo, tiene la desventaja de que depende de la velocidad de adaptación del conocimiento por parte del estudiante, así como del grado de modificación que se requiera (Harfitta *et al.*, 2018).

Por su parte, el sistema observacional se basa en la capacidad de observación del estudiante en

relación con su entorno y, por lo tanto, su tendencia a repetir actividades. Este es común en aprendizaje de arte o técnicas básicas de laboratorio; es muy intuitivo, pero limitado al ambiente, y las actividades que se desarrollan se dan de una manera coherente (Ryan, 2011). En el sistema latente, un usuario adquiere una nueva conducta, pero no la demuestra hasta que recibe un estímulo para ello. En la educación superior es poco usado, debido a su complejidad y a que depende de la capacidad de respuesta del estudiante (Zhang y Cui, 2018). El sistema de aprendizaje emocional se enfoca en estímulos afectivos para conocer las emociones del sujeto por medio de su gestión y mejorar las conductas en las personas. Es un aprendizaje que aporta beneficios psicológicos y personales, lo cual genera un estado anímico positivo. Su limitación es que depende de las capacidades afectivas

y emocionales del docente, así como del tipo de tema que se desarrolle (Hernández, 2012; Kovacova y Vackova, 2015).

El sistema cooperativo es óptimo para el trabajo en equipo. Consiste en la interacción del alumno con otras personas, lo cual permite aprender mediante experiencias académicas y sociales. La dificultad de este sistema es que depende de la conformación de los grupos de trabajo y el grado de interés en el tema (Gross y Rutland, 2017).

Finalmente, el memorístico es un sistema tradicional en que el estudiante debe asimilar el conocimiento y repetirlo constantemente, con el fin de aprender de memoria la información. Este sistema es útil para conocimientos teóricos o abstractos, pero cuenta con limitaciones en cuanto a retención y aprendizaje (Gross y Rutland, 2017). En Ciencias Forestales se debe contar con una evaluación previa del tipo de destrezas con las que cuenta el grupo meta, al identificar sus fortalezas y debilidades, y con ello desarrollar una estrategia de transferencia de conocimientos que explote al máximo dicha condición. Con ello el proceso será simple, optimizará las cualidades del grupo y disminuirá los errores de aprendizaje.

Modelo de aprendizaje universitario

Cuando se menciona un modelo de aprendizaje los elementos que lo conforman han variado significativamente en la última década. En el pasado se limitaba a aspectos de contenido del conocimiento y a la técnica de transmisión; con lo cual se daba, en muchos casos, un abordaje superficial del usuario meta o su total desconsideración (Dean y Levis, 2016). Sin embargo, los avances en pedagogía y neurociencia abordan elementos nuevos que tienden a centrarse más en este.

En la figura 3 se presenta un concepto de aprendizaje que va desde los microelementos a macroelementos. Primeramente, en el aspecto del estudiante se deben analizar sus expectativas y concepciones previas al tema. Mork *et al.* (2016) destacan que las expectativas de un estudiante son

clave para el éxito o fracaso de un plan de aprendizaje; una percepción positiva del estudiante influye en que el conocimiento sea asimilado de buena manera, motiva al estudiante a expandir sus habilidades, a que aprenda nuevos conocimientos de forma propia y que sienta el proceso como un juego, más que como un elemento pesado o condicionado a una nota o cumplimiento de un requisito.

Complementario a las expectativas se encuentra la adaptación de las circunstancias, otro elemento intrínseco; conforme mejores sean el ambiente, la motivación y la libertad de aprendizaje con que cuente el estudiante, mayor adaptabilidad y capacidad de respuesta tendrá. La motivación de aprendizaje incide directamente en la capacidad receptiva del conocimiento y la habilidad de respuesta a situaciones en las que el conocimiento debe aplicarse (Dlouhá *et al.*, 2013). Finalmente, el aspecto de conocimientos previos cuenta con un peso considerable al momento de las acciones y respuestas. Rieckmann (2012) destaca que el conocimiento previo puede ser implementado para el desarrollo de estrategias de respuesta a condiciones dadas o para asimilar un nuevo conocimiento; es un parámetro que permite al estudiante entender las condiciones que se expone y tomar decisiones. Conforme mayor sea la experiencia, menor será la cautela al momento de exponerse a un nuevo conocimiento. Tsimane y Downing (2020) resaltan que uno de los aspectos positivos que tiene la experiencia previa es la capacidad de incrementar el tiempo y la motivación para un nuevo conocimiento, pero con la limitante de que en temas con experiencias previas negativas se condiciona a resultados que tienden a ser deficientes. En relación con aspectos externos se destacan dos: influencias sociales y el esquema del sistema (figura 3). En los últimos años, la influencia social ha tenido un aumento de relevancia debido al extendido uso de redes sociales como medios de comunicación, información y contacto de las nuevas generaciones (Hosseini, 2011).

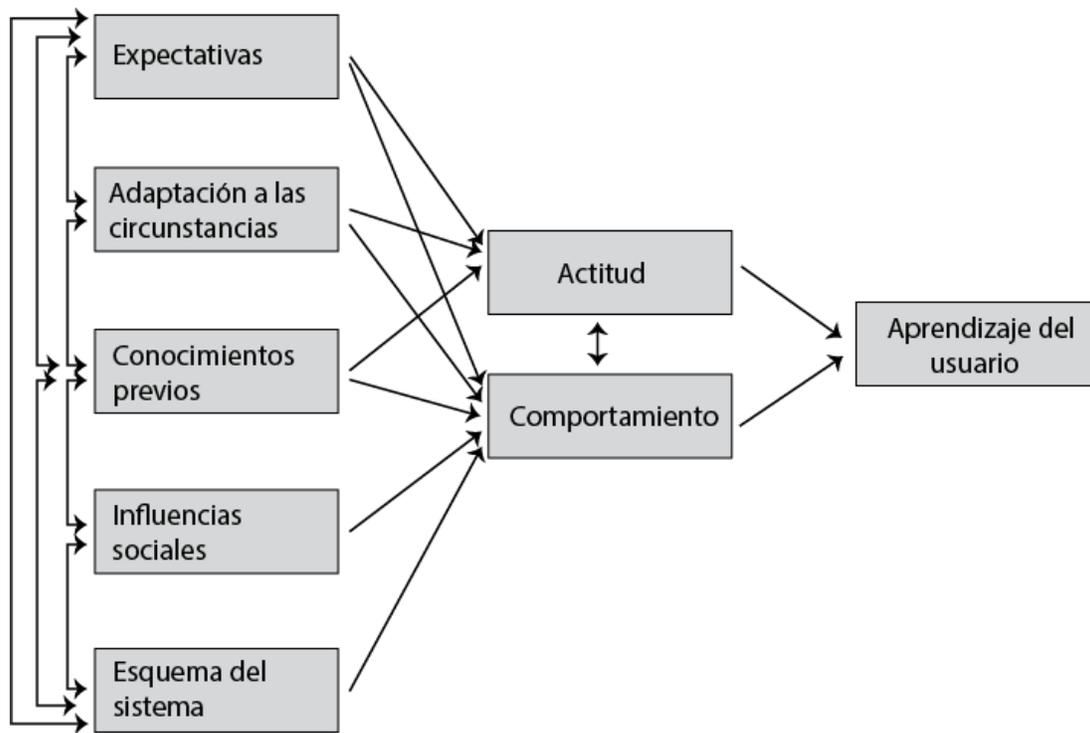


Figura 3. Modelo teórico de simulación de aprendizaje implementado para estudiantes universitarios.

Fuente: basado en Boyle-Baise y Sleeter (1998); Akkerman y Meijer (2011).

La utilización de nuevos medios implica que los sistemas de aprendizaje cambien. La exploración y la adaptación a medios digitales que informan en segundos sobre cualquier temática de relevancia buscan que el usuario considere simple adquirir el conocimiento; dicho aspecto se está empezando a considerar en la educación (Braithwaite y Corr, 2016). La implementación de canales interactivos, videos explicativos de la limitación de los sistemas y la simplificación de la distancia de comunicación entre docentes y estudiantes incide favorablemente en el aprendizaje (Gorgan, 2015).

Es importante destacar que las redes sociales también pueden tener un papel negativo. Por ejemplo, la creación de percepciones negativas hacia un curso, programa o tema en específico; la generación de información falsa o mala comunicación, lo que puede provocar confusión en el docente; finalmente, la simplificación de la realidad, que genera dependencia de los

medios sociales como mecanismo de información (Klement, 2015).

El esquema del sistema es uno de los elementos de mayor peso en el proceso de aprendizaje, pero en muchos casos es considerado un elemento estático, rígido, que no se adapta a la realidad de los temas de aprendizaje o el estudiante (Manña *et al.*, 2015). Los esquemas, por lo general, consideran tanto el sistema de enseñanza, evaluación y metas del curso o proceso de aprendizaje; pero se suele ignorar el conocimiento previo y las habilidades del estudiante, lo que en muchos casos produce que el proceso sea complicado o fallido (Hernández, 2012; Gabdulchakov, 2014; Arnold y Sclater, 2017).

Aprendizaje en Ciencias Forestales

Cada formación profesional cuenta con elementos diferenciadores únicos en el proceso de enseñanza

(tabla 1). Estos se deben adaptar, considerar y optimizar con el fin de que el aprendizaje sea eficaz y se genere la mejor experiencia posible para el estudiante. Tradicionalmente, los modelos de aprendizaje puestos en funcionamiento se basan en el cognitivo-memorístico (Zeichner, 2010; Šolc *et al.*, 2012; Kovacova y Vackova, 2015). La relación entre teoría y práctica es fundamental para la correcta asimilación de conocimiento y para el incremento de habilidades. Ameyaw *et al.* (2016) mencionan que el desarrollo de modelos mixtos en los que los conceptos teóricos se combinen con la práctica mejora el entendimiento del tema, permite generar y aclarar dudas, además de que con el tiempo permite dar un concepto claro y entendible del impacto de conocer teoría al momento de solucionar problemas. En Ciencias Forestales tal aspecto es un componente fundamental en el entendimiento y la gestión de recursos arbóreos y ecosistemas.

El elemento de desarrollo de giras de campo es un aspecto relacionado con la variable anterior. Cuanto mayor realismo y contexto tenga el caso de estudio, será mejor el entendimiento y la aplicación de nuevos conocimientos. Leal-Filho *et al.* (2018) destacan que el proceso de aprendizaje puede tener elementos de estímulo para el estudiante; tales como prácticas reales de casos en los que se aplique conocimiento, o el cambio de las condiciones de estudio, en conjunto con la participación de instructores parte al docente. Esto permite incrementar la motivación, el deseo de aprendizaje y la retroalimentación de la evaluación; de tal manera, hay una mejora en las habilidades del estudiante en cuanto a entendimiento y realización de acciones, con la intención de generar un producto o resultado.

Sin embargo, con respecto al trabajo en grupo y al desarrollo de habilidades blandas, en la mayoría de las formaciones profesionales se exige el trabajo con comunidades que poseen distintos niveles de educación y participación en distintos grupos interdisciplinarios, lo cual tiene una exigencia mayor (Willamo *et al.*, 2018). Por lo general,

la formación académica se enfoca en conocimientos y elementos teóricos, pero se colocan en un segundo plano las habilidades de interacción en grupos interdisciplinarios y el desarrollo de habilidades que mejoren el comportamiento y la capacidad de respuesta del estudiante. Hernández (2012) menciona que las tendencias actuales buscan una formación integral del profesional, para que sus habilidades técnicas no sean el único enfoque y más bien mejore su capacidad de interacción y atención con el entorno. Según Rieckmann (2012), tal aspecto es fundamental para el desarrollo de trabajos multidisciplinarios y programas de transferencia de conocimientos.

Finalmente, el aspecto de trabajo con comunidades es un elemento intrínseco y de relevancia en la formación en Ciencias Forestales (Akkerman y Meijer, 2011). Las tendencias de crecimiento en habilidades blandas, en conjunto con la práctica de conocimientos, son fundamentales para el desarrollo de modelos de docencia en que el estudiante pueda interactuar, participar y transferir el conocimiento adquirido a comunidades o grupos meta.

El papel de la motivación interna y externa

Un elemento que se debe considerar en los procesos de aprendizaje es el papel de la motivación en la capacidad de impulsar habilidades en el estudiante o de inhibir el interés por aprender. Avella *et al.* (2016) destacan la motivación como un elemento que preinscribe al estudiante en su entendimiento de los nuevos conocimientos; conforme mayor sea el grado de seguridad y confianza ante la nueva experiencia, se podrá incrementar la satisfacción en el entendimiento del tema.

Por su parte, Carless (2015) considera que la generación de ambientes universitarios en los que el estudiante se encuentre en confianza permite que la percepción de temor al nuevo contenido de información sea baja; con ello se incrementa la posibilidad de éxito en el aprendizaje. La relación entre un ambiente externo que inspire confianza y una percepción interna positiva hacia el nuevo

Tabla 1. Variables diferenciadoras relevantes en estudiantes universitarios en Ciencias Forestales

Variable	Relevancia en el aprendizaje	Limitación con sistemas actuales	Perspectivas para el futuro
Relación teoría-práctica de conocimientos.	Los futuros profesionales en Ciencias Forestales no solo deben conocer terminologías teóricas en su conocimiento, sino también poderlas aplicar y explicar en la actividad laboral.	No todas las temáticas se adaptan a un sistema teórico-práctico.	Estructurar cursos en los que la parte práctica y la aplicación de casos sean amplias y permitan al futuro egresado tener un mayor conocimiento.
Desarrollo de giras de campo.	Son fundamentales para que el estudiante pueda aplicar su conocimiento en casos reales y así conocer la realidad nacional.	La lejanía de los sitios de estudio y el sitio de caso limita la exposición a situaciones reales para los estudiantes.	Desarrollo de trabajos que busquen la solución de casos reales.
Trabajo en grupo y desarrollo de habilidades blandas.	Es fundamental que el egresado pueda incrementar habilidades para trabajos en comunidades y con otros profesionales	Los sistemas tradicionales no desarrollan de forma apropiada dichas habilidades.	Se deben proponer trabajos en los que el estudiante pueda incrementar habilidades blandas y crecimiento personal.
Trabajo con comunidades.	Es pertinente que el futuro profesional cuente con las habilidades suficientes para el trabajo en equipo.	Los sistemas tradicionales no desarrollan de forma apropiada dichas habilidades.	Se debe crear conciencia y canales de trabajo en los que los estudiantes puedan trabajar con casos reales.

Fuente: basado en Zeichner (2010); Šolc *et al.* (2012); Kovacova y Vackova (2015).

aprendizaje incide en que el proceso sea adecuado y mejoren en el tiempo la capacidad y la experiencia de la persona a su nuevo conocimiento.

Por lo tanto, en temáticas que combinen relación de conceptos teóricos con prácticos y con temas de realidad social, el abordaje de transferencia de conocimiento debe considerar los tres elementos dados por Gorgan (2015) y Klement (2015):

- i. Creación de canales de comunicación continuos en los que el estudiante cuente con un acompañamiento y con espacios de comunicación, aclaración de dudas y expresión de su sentir: esto tiene como fin mejorar la relación con el cuerpo docente y simplificar su temor a fallar.
- ii. El empoderamiento de conocimiento es fundamental, por lo que disponer de periodos en

los que el usuario pueda aumentar su conocimiento y experiencia mejoran su motivación y ánimo hacia el nuevo tema, habilidad o conocimiento a incorporar.

- iii. Los procesos continuos de aprendizaje, el desarrollo del curso y las lecciones deben permitir un constante crecimiento intelectual por parte del estudiante.

Limitaciones de los sistemas tradicionales de aprendizaje

En muchos casos, los sistemas tradicionales de enseñanza se limitan al autoritarismo del docente y a desarrollar clases unidireccionales de información en formato de clases magistrales (Ali *et al.*, 2013). Esto incide en que el aspecto motivacional disminuya y se limite a la obtención de una nota

o al cumplimiento de un estándar mínimo de calidad solicitado por el sistema, lo cual provoca que la capacidad de retención de conocimiento sea mínima (Arnold y Sclater, 2017). Aspecto que incide en que la calidad de conocimiento profesional sea mayor y el fracaso del proceso tienda a ser mínimo.

Otra limitación del sistema tradicional es su incapacidad para adaptarse e incorporar los avances tecnológicos. De forma general, los asumen como un mecanismo de referencia o de obtención de información para presentación de informes o trabajos (Dean y Levis, 2016), pero no se les da un papel relevante para el desarrollo de modelos mixtos y creativos en los que el trabajo en grupo, el hallazgo de información y el aplacamiento de las nuevas teorías de aprendizaje incidan positivamente en el proceso.

Tendencias de aprendizaje universitario

En la última década las tendencias en educación universitaria se han enfocado en la implementación del *e-learning*, lo cual implica el empleo de dispositivos móviles, tabletas o computadoras; pues, mediante programas, aplicaciones o juegos se transfiere el conocimiento a los estudiantes (Gabdulchakov, 2014). Múltiples estudios en universidades de todo el mundo han mostrado los efectos positivos y negativos que tiene la implementación de ambientes digitales en el proceso de enseñanza universitaria. Entre los aspectos positivos, Hosseini (2011) menciona que la competitividad de aprendizajes es un estilo de vida en la actualidad; los usuarios tienden a usar dispositivos electrónicos para atender una amplia gama de necesidades, por ejemplo, aspectos de comunicación, socialización, cálculo, control de actividades, entre otros.

La implementación de plataformas digitales como juegos o videos, en conjunto con la dinamización y utilización del tiempo por parte del estudiante, incrementa el éxito del proceso. Por ejemplo, Dean y Levis (2016) determinaron que

hay una mejora en el rendimiento académico en estudiantes de Ciencias de la Salud tras la implementación de videos cortos explicativos de terminología y conceptos que estudiantes avanzados tienden a no dominar o comprender con claridad; con ello se mejoró en un 30 % la capacidad de entendimiento y asimilación del conocimiento.

Por su parte, Zeichner (2010) determinó en estudiantes universitarios que el uso de programas de diseño combinado con actividades participativas mejoró la capacidad creativa del grupo de estudio, sobre todo en cuanto a conceptos de distribución de espacio y manejo de la luz. Asimismo, Carless (2015) resalta que se deben desarrollar planes didácticos en los que se ponga en funcionamiento la herramienta digital como un complemento y no como el elemento fundamental para el éxito del proceso de aprendizaje. En el área forestal la implementación de programas en las áreas de sistemas de información geográfica, estadística o economía ha ganado importancia en los últimos años debido a su facilidad de sistematización de los procedimientos, simplificación en el entendimiento sobre cómo desarrollar las actividades y la visualización de los resultados con prácticas reales.

La implementación de aprendizajes con sistemas electrónicos como videos, clases pregrabadas o videos interactivos mejora la experiencia de aprendizaje, disminuye el tiempo de entendimiento y permite al estudiante utilizar el material disponible según sus necesidades. Csikosova *et al.* (2012) destacan que el uso de videos en línea simplifica el entendimiento de conceptos teóricos, ya que la utilización de estos, de imágenes o cortos animados mejora el entendimiento de los conceptos y la manera en que se pueden aplicar en la solución de problemas reales. Por su parte, Maclellan (2004) menciona que la implementación de medios electrónicos permite al estudiante disponer de información que en el momento considere necesario, así como adaptar el aprendizaje a su ritmo y repasar la cantidad de veces que desee.

Son múltiples los estudios que determinan que el futuro de la enseñanza se centrará en la

utilización de medios tecnológicos, como simulaciones 3D, realidad virtual, videos interactivos y aplicaciones portables de uso acorde a la necesidad del estudiante (Warford, 2011).

No obstante, en las Ciencias Forestales siempre se ha presentado una tendencia conservadora hacia la utilización de nuevas tecnologías. Esto incide en que los procesos de aprendizaje sean lentos y en muchos casos no se adquiera todo el conocimiento necesario o se adapte a las necesidades de usuarios cambiantes, cada vez más tecnológicos y con menos disposición de tiempo para métodos tradicionales (Klement, 2015). Asimismo, Davin *et al.* (2017) mencionan que en el futuro la utilización de cursos virtuales, tanto sincrónicos como asincrónicos, crecerá y por ello es necesario que las Ciencias Naturales emigren a nuevas metodologías.

Conclusiones

Se deben analizar y reestructurar los esquemas de aprendizaje actuales. Por lo general, se han utilizado modelos estáticos conductistas que evitan una adaptación del sistema de aprendizaje a las cualidades, limitaciones y necesidades del estudiante. En la actualidad se dispone de nuevas teorías de aprendizaje como la conductista, conectivista y constructivista, las cuales proponen mejorar el desempeño del estudiante sin generar afectaciones emocionales. Además, se analizaron las tendencias actuales sobre tipos de aprendizaje, específicamente las ocho técnicas más estudiadas, desde la alternativa tradicional (memorística) hasta las nuevas tendencias como la cooperativa, emocional y latente que estimulan el desarrollo y uso de habilidades blandas, así como el mejoramiento de la interacción con la realidad social y el entorno cercano. El comportamiento actual se encamina hacia el desarrollo de técnicas que combinen la motivación, el conocimiento previo y los valores con los cuales cuenta el estudiante.

Además, se determinó como pertinente el cambio del sistema de aprendizaje universitario al

pasar de un modelo estructurado, con un sistema de temas y objetivos definidos en los que el estudiante tenía que adaptarse, a uno en el que es la prioridad. Así, se desarrolla contenido de forma que el aprendizaje sea el máximo objetivo, y en el que aspectos emocionales, experiencias previas y habilidades blandas incidan en una mejora del rendimiento académico. Hoy día el aprendizaje es producto de una interacción de múltiples variables que pueden afectar positiva o negativamente al estudiante.

Finalmente, se consideraron las perspectivas a largo plazo en las que la implementación de *e-learning* impulse el empoderamiento de nuevos saberes, la digitalización de cursos, implementación de videos, animaciones, modelos 3D y otros recursos tecnológicos. En esta nueva tendencia el estudiante podrá aprender a su ritmo, con capacidad ilimitada para repasar los conceptos que considere necesarios y con una amplia variedad de sistemas tecnológicos que le permitirán adaptarse a su gusto. El cambio de un esquema rígido a uno flexible ha de ganar importancia en los próximos años.

Referencias

- Agudo-Peregrina, A., Iglesias-Pradas, S., Conde-González, M., Hernández-García, A. (2014). Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning. *Computers in Human Behavior*, 31, 542-550. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.031>
- Akkerman, S., Meijer, P. (2011). A dialogical approach to conceptualizing teacher identity. *Teaching and Teacher Education*, 27, 308-319. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.013>
- Ali, M., Asadi, M., Gašević, J., Jovanovic, M., Hatala, M. (2013). Factors influencing beliefs for adoption of a learning analytic tool: An empirical study. *Computers y Education*, 62, 130-148. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.023>

- Ameyaw, B., Arts, B., Wals, A. (2016). Challenges to responsible forest governance in Ghana and its implications for professional education. *Forest Policy and Economics*, 62, 78-87. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2015.07.011>
- Arnold, K., Sclater, N. (2017). Student perceptions of their privacy in learning analytics applications. *Proceedings of the seventh international learning analytics y knowledge conference, ACM*, 66-69. <https://doi.org/10.1145/3027385.3027392>
- Avella, J., Kebritchi, M., Nunn, S., Kanai, T. (2016). Learning analytics methods, benefits, and challenges in higher education: A systematic literature review. *Online Learning*, 20, 13-29. <https://doi.org/10.24059/olj.v20i2.790>
- Badia, A., Becerril, L. (2016). Renaming teaching practice through teacher reflection using critical incidents on a virtual training course. *Journal of Education for Teaching*, 42, 224-238. <https://doi.org/10.1080/02607476.2016.1143146>
- Badiaa, A., Chumpitaz-Campo, L. (2018). Teachers learn about student learning assessment through a teacher education process. *Studies in Educational Evaluation*, 58, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2018.05.004>
- Bailey, R., Garner, M. (2010). Is the feedback in higher education assessment worth the paper it is written on? Teachers' reflections on their practices. *Teaching in Higher Education*, 15, 187-198. <https://doi.org/10.1080/13562511003620019>
- Beck, C., Kosnik, C. (2006). Innovations in teacher education: A social constructivist approach. *The Suny Press, New York*, 1-6.
- Boyle-Baise, M., Sleeter, C. (1998). Community service learning for multicultural teacher education. *Education Resources Information Center, Washington, DC*, 1-5.
- Braithwaite, R., Corr, P. (2016). Hans Eysenck, education and the experimental approach: A meta-analysis of academic capabilities in university students. *Personality and Individual Differences*, 103, 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.03.040>
- Brayko, K. (2013). Community-based placements as contexts for disciplinary learning: A study of literacy teacher education outside of school. *Journal of Teacher Education*, 64, 47-59. <https://doi.org/10.1177/0022487112458800>
- Broos, T., Verbert, K., Langie, G., Van Soom, C., De Laet, T. (2018). Multi-institutional positioning test feedback dashboard for aspiring students: Lessons learnt from a case study in flanders. *Proceedings of the 8th international conference on learning analytics and knowledge, ACM*, 51-55. <https://doi.org/10.1145/3170358.3170419>
- Carless, D. (2015). Exploring learning-oriented assessment processes. *Higher Education*, 69, 963-976. <https://doi.org/10.1007/s10734-014-9816-z>
- Coffey, H. (2010). "They taught me": The benefits of early community-based field experiences in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 26, 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.09.014>
- Csiksova, A., Teplicka, K., Senova, A. (2012). Communication and Humanization of University Education Through E-Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 2978-2982. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.600>
- Davin, K., Herazo, J., Sagre, A. (2017). Learning to mediate: Teacher appropriation of dynamic assessment. *Language Teaching Research*, 21(5), 632-651. <https://doi.org/10.1177/1362168816654309>
- Dean, M., Levis, A. (2016). Does the use of a university lecturer as a visiting tutor support learning and assessment during physiotherapy students' clinical placements? A survey of higher education institution providers. *Physiotherapy*, 102, 365-370. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.08.010>
- DeCuir-Gunby, J., Marshall, P., McCulloch, A. (2011). Developing and using a codebook for the analysis of interview data: An example from a professional development research project. *Field Methods*, 23(2), 136-155. <https://doi.org/10.1177/1525822X10388468>

- Dlouhá, J., Huisingh, D., Barton, A. (2013). Learning networks in higher education: universities in search of making effective regional impacts. *Journal of Cleaner Production*, 49, 5-10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.034>
- FAO. (2007). Learning for the future: forestry training and education. Rome, Italy. 13p.
- Gabdulchakov, V. (2014). Personification of Multicultural Education in the Universities of Russia (Analysis of Training Specialists for Kindergartens). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 146, 129-133. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.08.099>
- Gorgan, V. (2015). Requirement Analysis for a Higher Education Decision Support System. Evidence from a Romanian University. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 450-455. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.165>
- Gross, Z., Rutland, S. (2017). Experiential learning in informal educational settings. *International Review of Education*, 63, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11159-017-9625-6>
- Guzman, M., Pirog, A., Jung, H. (2019). Cost of higher education: For-profit universities and online learning. *The Social Science Journal*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.soscij.2019.03.010>
- Hamidi, H., Chavoshi, A. (2018). Analysis of the essential factors for the adoption of mobile learning in higher education: A case study of students of the University of Technology. *Telematics and Informatics*, 35, 1053-1070. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.09.016>
- Hamidi, H., Jahanshaheefard, M. (2019). Essential factors for the application of education information system using mobile learning: A case study of students of the university of technology. *Telematics and Informatics*, 38, 207-224. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.10.002>
- Harfitta, G., Mei, J., Chowb, L. (2018). Transforming traditional models of initial teacher education through a mandatory experiential learning programme. *Teaching and Teacher Education*, 73, 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.03.021>
- Hernández, R. (2012). Does continuous assessment in higher education support student learning? *Higher Education*, 64(4), 489-502. <https://doi.org/10.1007/s10734-012-9506-7>
- Hosseini, A. (2011). University student's evaluation of creative education in universities and their impact on their learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 1806-1812. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.007>
- Klement, M. (2015). How to Educate University Students: Analysis of Students' Attitudes to Forms, Methods, and Tools Applied within the Process of Education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 203, 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.271>
- Klement, M., Chráska, M., Chrásková, M. (2015). The Use of the Semantic Differential Method in Identifying the Opinions Of University Students on Education Realized Through e-learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 186, 1214-1223. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.165>
- Kovacova, M., Vackova, L. (2015). Cost of higher education: For-profit universities and online learning. *The Social Science Journal*, 1-8.
- Leal Filho, Y., Raath, S., Lazzarini, B., Vargas, V., de Souza, L., Anholon, R., ... Orlovic, V. (2018). The role of transformation in learning and education for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 199, 286-295. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.017>
- Leaman, L., Flanagan, H. (2013). Authentic Role-playing as Situated Learning: Reframing teacher education methodology for higher-order thinking. *Studying Teacher Education*, 9, 45-61. <https://doi.org/10.1080/17425964.2013.771573>
- Maclellan, E. (2004). How convincing is alternative assessment for use in higher education? *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 3, 311-321. <https://doi.org/10.1080/0260293042000188267>
- Manța, Ș.G., Șarlea, M., Vaidean, V.L. (2015). Comparative Analysis of University Education

- Systems from the Central and Eastern European Countries. *Procedia Economics and Finance*, 1276-1288. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01505-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01505-1)
- McDonald, M., Bowman, M., Brayko, K. (2013). Learning to see students: Opportunities to develop relational practices of teaching through community-based placements in teacher education. *Teachers College Record*, 115, 1-35.
- Mingazova, M. (2014). Modification of the Active Learning Methods in Environmental Education in Russian Universities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 131, 85-89. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.04.083>
- Monereo, C.W., Alvarez, I. (2013). Changing university teacher's identity: Training based on dramatized incidents. *Infancia y Aprendizaje*, 36(3), 323-340. <https://doi.org/10.1174/021037013807533043>
- Monereo, C.W., Weise, C., Alvarez, I. (2013). Cambiar la identidad docente en la universidad. Formación basada en incidentos dramatizados. *Journal for the Study of Education and Development*, 36, 323-340. <https://doi.org/10.1174/021037013807533043>
- Mork, O., Hansen, I., Strand, K., Giske, L., Kleppe, P. (2016). Manufacturing Education- Facilitating the Collaborative Learning Environment for Industry and University. *Procedia CIRP*, 54, 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.208>
- Muller, E., Tucker, M. (2017). Feedback on feedback practice: perceptions of students and academic. *Assessment y Evaluation in Higher Education*, 266-288. <https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1103365>
- Nicol, D., Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31, 199-218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Postareffa, L., Virtanen, V., Katajavuoric, K., Lindblom-Ylännea, S. (2012). Academics' conceptions of assessment and their assessment practices. *Studies in Educational Evaluation*, 38, 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2012.06.003>
- Putnam, R., Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15. <https://doi.org/10.3102/0013189X029001004>
- Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures*, 44, 127-135. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.09.005>
- Ryan, M. (2011). Improving reflective writing in higher education: A social semiotic perspective. *Teaching in Higher Education*, 16, 99-111. <https://doi.org/10.1080/13562517.2010.507311>
- Šolc, M., Legemza, J., Sütőová, A., Girmanová, L. (2012). Experiences with Utilizing e-learning in Education Process in University Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 5201-5205. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.409>
- Tsimane, T., Downing, C. (2020). Transformative learning in nursing education: A concept analysis. *International Journal of Nursing Sciences*, 7(19), 91-98. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2019.12.006>
- Tvenge, N., Ogorodnyk, O. (2018). Development of evaluation tools for learning factories in manufacturing education. *Procedia Manufacturing*, 23, 32-38. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.157>
- Vanclay, J.K. (1996). The future of forestry education. *Institute of Foresters of Australia Newsletter*, 37(2), 2-6.
- Viberga, O., Hatakkab, M., Bältera, O., Mavroudia, A. (2018). The current landscape of learning analytics in higher education. *Computers in Human Behavior*, 89, 98-110. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.027>
- Warford, M. (2011). The zone of proximal teacher development. *Teaching and Teacher*

Education, 27(2), 252-258. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.008>

Willamo, R., Helenius, L., Holmström, C., Haapanen, L., Kolehmainen, L. (2018). Learning how to understand complexity and deal with sustainability challenges—A framework for a comprehensive approach and its application in university education. *Ecological Modelling*, 370, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.12.011>

Zeichner, R. (2010). Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college-and university-based teacher education. *Journal of Teacher Education*, 61,89-99.

<https://doi.org/10.1177/0022487109347671>

Zhang, Z., Cui, Q. (2018). Collaborative Learning in Higher Nursing Education: A Systematic Review. *Journal of Professional Nursing*, 35(5), 378-388. <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2018.07.007>





Nociones matemáticas evidenciadas en la práctica cotidiana de un carpintero del sur de Chile

Mathematical notions evidenced in the daily practice of a carpenter from south Chile

Noções matemáticas evidenciadas na prática diária de um carpinteiro do sul do Chile

Ángela Castro Inostroza¹
Camilo Andrés Rodríguez-Nieto²
Luis Aravena Pacheco³
Alexis Loncomilla Gallardo⁴
David Pizarro Cisternas⁵

Recibido: mayo 2020

Aceptado: agosto 2020

Para citar este artículo: Castro Inostroza, A., Rodríguez-Nieto, C. A., Aravena Pacheco, L., Loncomilla Gallardo, A., Pizarro Cisternas, D. (2020). Nociones matemáticas evidenciadas en la práctica cotidiana de un carpintero del sur de Chile. *Revista Científica*, 39(3), 278-295. <https://doi.org/10.14483/23448350.16270>

Resumen

A pesar de la riqueza cultural que existe en Chile, son escasos los estudios que relacionan las nociones matemáticas presentes en actividades culturales propias de las zonas como, por ejemplo, lo es la elaboración de muebles. Tomando como base las actividades universales propuestas por Bishop (1999), caracterizamos las nociones matemáticas presentes en el trabajo de un carpintero del sur de Chile mientras elaboraba un mueble tipo cama y en algunas explicaciones sobre la construcción de un barco. Basados en una metodología cualitativa exploratoria con un enfoque etnográfico, concluimos que en el trabajo de confección y elaboración de este tipo de

mueble es posible identificar las actividades matemáticas universales. Finalmente, reflexionamos sobre cómo se podrían vincular estas nociones con el currículo chileno y la importancia de relacionar las matemáticas presentes en actividades propias de cada zona en el aula.

Palabras clave: nociones matemáticas, práctica cotidiana, carpintero, etnomatemática.

Abstract

Despite the cultural wealth that exists in Chile, there are few studies that relate the mathematical notions present in cultural activities typical of the areas, such as the making of furniture. Based on the

1. Académica del Instituto de Especialidades Pedagógicas, Universidad Austral de Chile (UACH). Doctora en Educación en el ámbito de didáctica de la Matemática por la Universitat Autònoma de Barcelona, España. angela.castro@uach.cl
2. Licenciado en Matemáticas de la Universidad del Atlántico (UA), Colombia. Magister en Ciencias Área: Matemática Educativa de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), México. Candidato a Doctor en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa en la UAGro, México. Integrante del Grupo de Investigación Horizontes en Educación Matemática (GIHEM) de la UA. crodriguez@uagro.mx
3. Licenciado en Educación de la Universidad Austral de Chile (UACH). luis.aravena01@alumnos.uach.cl
4. Profesor de Matemáticas de la Universidad Austral de Chile (UACH). a.lonko1304@hotmail.com
5. Profesor de Matemáticas de la Universidad Austral de Chile, sede Puerto Montt. davidpizarro1994@hotmail.com

universal activities proposed by Bishop (1999), we characterize the mathematical notions present in the work of a carpenter from the south of Chile when he makes a bed-type piece of furniture and in some explanations about the making of a ship. Based on an exploratory qualitative methodology with an ethnographic approach, we conclude that in the work of making and preparing this type of furniture it is possible to identify universal mathematical activities. Finally, we reflect on how these notions could be linked with the Chilean curriculum, and the importance of relating the mathematics present in activities typical of each area in the classroom.

Keywords: mathematical notions, daily practice, carpenter, ethnomathematics.

Resumo

Apesar da riqueza cultural existente no Chile, existem poucos estudos que relacionam as noções matemáticas presentes em atividades culturais típicas das áreas, como a confecção de móveis. Com base nas atividades universais propostas por Bishop (1999), caracterizamos as noções matemáticas presentes no trabalho de um carpinteiro do sul do Chile quando ele faz um móvel do tipo cama e em algumas explicações sobre a construção de um navio. Com base em uma metodologia qualitativa exploratória com abordagem etnográfica, concluímos que, no trabalho de fabricação e preparação desse tipo de móvel, é possível identificar atividades matemáticas universais. Por fim, refletimos sobre como essas noções poderiam ser vinculadas ao currículo chileno e a importância de relacionar a matemática presente em atividades típicas de cada área da sala de aula.

Palavras-chaves: noções matemáticas, prática diária, carpinteiro, etnomatemática.

Introducción

Desde hace varios años se ha reconocido la existencia de una matemática que es practicada entre grupos culturales o sociales identificables, la cual se denomina *etnomatemática* (D'Ambrosio, 1997; Martínez-Padrón, 2013). Esta estudia "las multifacéticas relaciones e interconexiones entre ideas matemáticas y otros elementos

constituyentes culturales, como la lengua, el arte, la artesanía, la construcción, la educación" (Gedes, 2013, p. 150).

En esta línea se han desarrollado diversos estudios que dan cuenta de las matemáticas presentes en prácticas desarrolladas por distintos grupos culturales y sociales, al elaborar productos artesanales (e. g., Aroca, 2008; Soto, 2018), asociadas al uso de medidas (e.g., Oliveira y Mendes, 2016; Mosquera *et al.*, 2015; Rey y Aroca; 2011; Rodríguez-Nieto, *et al.*, (2019a); Rodríguez-Nieto *et al.*, (2019b), en prensa), así como en la comercialización de productos de algunas comunidades indígenas (Zambrano, 2012). Estos estudios proporcionan evidencia de que la matemática y la cultura están ligadas una con otra; asimismo, apoyan la idea de que no existe una forma de concebir las matemáticas, sino que existen tantas formas como grupos culturales o sociales puedan encontrarse (Aroca, 2012; 2013). A su vez proporcionan un valioso insumo para que los docentes puedan contextualizar los aprendizajes que esperan desarrollar en sus alumnos, sin necesidad de forzarlos a imaginar contextos inusuales para abordar el currículo escolar (Gavarrete, 2013).

Dado lo importante que es considerar los aspectos socioculturales propios del contexto en los que estudiantes están inmersos, se hace notable la necesidad de visualizar las matemáticas en el contexto educativo como una posibilidad para explorar la diversidad cultural existente en un país desde otra perspectiva (Decreto 614, 2014). Si bien en la nación se han desarrollado algunos estudios que analizan la relación entre grupos culturales específicos y las matemáticas (e. g., Gavarrete y Casis, 2014; Salas, 2014; entre otros), dada la diversidad cultural y social presente en Chile existen otras actividades típicas de cada zona, como lo es la carpintería.

La matemática de los carpinteros es una matemática socialmente construida y se comunica por medio del aprendizaje (Millroy, 1991). El razonamiento, el conteo y la medición presente en la carpintería, ebanistería, albañilería, modistería, entre otras actividades, han contribuido no solo a la preservación

cultural de estas prácticas, sino que también en la enseñanza de las matemáticas a través de procesos de conteos y medición (Aroca, 2013). Los procesos realizados en la carpintería podrían beneficiar y tener implicaciones positivas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Así, por ejemplo, instrumentos que son utilizados habitualmente en la carpintería como la *cinta métrica* (utilizada para la medición de longitudes largas), la *escuadra de carpintero* (empleada para comprobar el escuadrado de un mueble o de un ensamblado y el trazado de rectas perpendiculares considerando ángulos de 45°), el *transportador de ángulos* (empleado en la medición de ángulos no rectos y para hacer traslaciones) (Gómez, 2007) podrían ser utilizados en el aula para contextualizar la medición de longitudes, el trabajo con segmentos y rectas, así como con otros contenidos matemáticos propuestos en el currículo nacional (Ministerio de Educación, 2012).

Considerando que en algunas regiones del sur de Chile la carpintería es una actividad que está presente en la vida cotidiana de muchos estudiantes, este estudio se centra en identificar las nociones matemáticas que se encuentran presentes en la construcción de muebles. Tomando como base las actividades universales propuestas por Bishop (1999) caracterizamos las nociones matemáticas presentes en el trabajo de un carpintero del sur de

Chile cuando elabora muebles y, resultado de ello, se analiza la forma en que se podrían vincular estas nociones con el currículo chileno.

Fundamento teórico

Etnomatemática

Una de las más reconocidas aproximaciones al término *etnomatemática* es la propuesta realizada por D'Ambrosio (2001), quien sostiene que la etnomatemática: "es la Matemática practicada por grupos culturales, tales como comunidades urbanas o rurales, grupos de trabajadores, clases profesionales, niños de cierta edad, sociedades indígenas y otros grupos que se identifican por objetivos y tradiciones comunes a los grupos" (p. 9). Etimológicamente, D'Ambrosio define la etnomatemática como una división de tres grandes raíces (figura 1).

A pesar de que diversos estudios en el área han tomado como base la definición de etnomatemática desde su concepción etimológica propuesta por D'Ambrosio (2001; 2014), también se ha señalado que las distintas interpretaciones de matemáticas se han distanciado de su origen etimológico, principalmente como consecuencia de la diversidad cultural implicada en las diversas formas de concebir y practicar las matemáticas (Aroca,

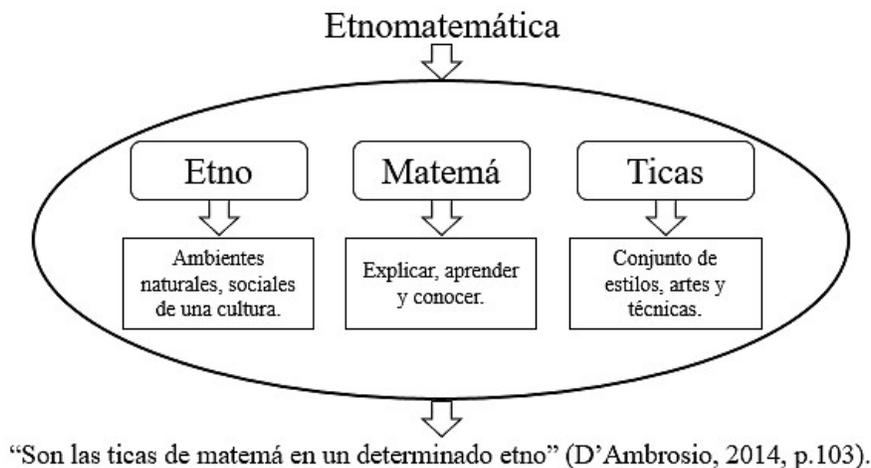


Figura 1. Etimología del término etnomatemática.

Fuente: D'Ambrosio (2014).

2016). En este sentido, para los fines de esta investigación consideramos que la etnomatemática:

No sólo es lo sociocultural, también es lo histórico, lo político, lo ético, su relación con la educación, la formación, la pedagogía, la didáctica, lo religioso, lo económico, lo psicológico, lo lingüístico que median en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, y no a todas estas dimensiones las podemos interpretar mediante las ticas de mathema en una etno. (Aroca, 2016, p. 192).

Investigaciones en etnomatemática

En los últimos años se han desarrollado diversos estudios sobre etnomatemática. Por ejemplo, en Colombia Zambrano (2012) analizó las prácticas matemáticas que se utilizan en un mercado de Bogotá cuando algunas comunidades indígenas comercializar sus productos utilizando medidas de capacidad como el saco o bulto (unidad de medida). Este autor destaca el potencial matemático inmerso en las ventas de auyama y maíz para esbozar situaciones contextualizadas que permitan a los estudiantes diseñar, contar, medir, explicar, entre otras actividades.

De manera similar, Soto (2018) analizó las nociones matemáticas presentes en la elaboración del sombrero Tampalkuari y señala la presencia de nociones como medir, contar y diseñar. Este autor destaca el potencial de esta actividad como recurso didáctico para el aula de la matemática, el uso de traslaciones y rotaciones, así como conteos que involucran patrones en el trenzado. Rodríguez-Nieto *et al.*, (2019a) describieron el uso de dos sistemas de medidas no convencionales en la pesca con cometas de Bocas de Cenizas, reportando el uso medidas como la brazada, la cuarta, el jeme y los dedos para la elaboración de la cometa y el aparejo de pesca, y lo utilizan en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los sistemas métricos en el aula de educación secundaria (Mosquera *et al.*, 2015).

En Brasil, Oliveira y Mendes (2016) estudiaron a una comunidad indígena Kanamari, la cual utiliza

unidades de medidas (brazo, paso, pie, etc.) para desarrollar sus actividades cotidianas, que fueron llevadas al aula de clases para la conservación de la cultura y fortalecer la enseñanza de los sistemas de medidas. Da Silva y Farias (2020) indagaron sobre el conocimiento etnomatemático insertado en la práctica de medición de la tierra de los agricultores, en la que se utilizan unidades de medición propias del contexto como la braza y la vara para medir terrenos en forma de cuadriláteros, triangulares y elípticos.

En México, Rodríguez-Nieto *et al.* (2017) identificaron las formas de medir establecidas por comerciantes de un mercado, reconociendo las medidas de capacidad como el litro, el cuartillo y la arpilla, así como las equivalencias que se establecen entre ellas. Estos autores sugieren que a través de esta práctica se puede abordar el aprendizaje de conceptos geométricos como el área y el perímetro. García-García y Bernardino-Silverio (2019) exploraron los conocimientos geométricos (parábola, circunferencia, rectas paralelas y el uso de la cuarta) en la elaboración de un artefacto, el *güilile*, sugiriendo que, a través de actividades como la elaboración de una maqueta de este artefacto se pueden relacionar los conceptos geométricos identificados para crear situaciones matemáticas contextualizadas en el aula.

En Chile se han comenzado a hacer esfuerzos por matematizar la cultura de algunos pueblos originarios, centrándose esencialmente en la cultura mapuche (e. g. Gavarrete y Casis, 2014; Huencho, 2015, entre otros). Por ejemplo, Peña-Rincón y Hueitra-Santibañez (2016) analizan los conocimientos matemáticos que refieren a la ubicación espacial y temporal de la cultura mapuche basado en sol y la luna. Salas y Godino (2016) reconocieron la aritmética mapuche por medio de la numeración en mapunzugun. Sin embargo, los trabajos centrados en explorar los conocimientos matemáticos de otros grupos culturales en Chile (e. g., albañiles, carpinteros, pescadores, campesinos, entre otros) y su vinculación con el aula son muy escasos.

Actividades matemáticas universales

Bishop (1999) argumenta que existen ciertas actividades que están presentes en el accionar humano, en las cuales la cultura que rodea a la persona influye, y que corresponden a las actividades de contar, localizar medir, diseñar, jugar y explicar; a partir de las cuales es posible identificar matemática.

En este contexto, se han desarrollado algunos estudios que han demostrado la importancia de estas nociones evidenciadas en las prácticas cotidianas destacando su valor para el desarrollo del conocimiento matemático (e. g. Albis, 1986; Blanco, 2006; Fuentes, 2012; Soto, 2018). A pesar de que las nociones de medir, contar, localizar y explicar están presentes en diferentes currículos definidos desde los respectivos ministerios, como por ejemplo en el de Chile (Ministerio de Educación, 2012), el de Colombia (Ministerio de Educación Nacional, 2006) y los Estados Unidos de América (National Council of Teachers of Mathematics, 2000), las actividades universales descritas por

Bishop (1999) presentes en el proceso de construcción de muebles han sido poco estudiadas.

Metodología

Con el objetivo de caracterizar las nociones matemáticas evidenciadas en la práctica de un carpintero del sur de Chile, se optó por una metodología cualitativa exploratoria con un enfoque etnográfico (Hernández *et al.*, 2010). Este enfoque resulta conveniente cuando se requiere describir las costumbres o prácticas que se dan en una institución, una fábrica, un gremio de obreros, un aula de clases o de un sujeto en un contexto social determinado (Martínez, 2004).

Contexto y participantes

Se considera el caso de un carpintero de la zona sur de Chile al que hemos denominado en este estudio como Don Juan (DJ), quien ha manifestado su interés por participar de forma voluntaria. DJ tiene 62 años edad, comenzó a incursionar en la

Tabla 1. Actividades matemáticas universales

Actividad universal	Descripción
Contar	Es la manera sistemática de comparar y ordenar objetos diferenciados. Puede involucrar conteo corporal o digital, con marcas, uso de cuerdas u otros objetos para el registro; esto dependerá del contexto de la persona o grupo de personas donde se desarrolle esa acción.
Localizar	Explorar el entorno espacial, conceptualización y simbolización del entorno con modelos, mapas, dibujos y otros recursos.
Medir	Comparar, ordenar y asignar valor con respecto a ciertas unidades de medidas y propios sistemas de dimensión, extensión y volumen.
Diseñar	Creación de una forma o diseño para un objeto en un entorno espacial o transformación algo de la naturaleza a un objeto modificado. Puede utilizar ideas, tecnologías y artefactos para la creación de diseños propios.
Jugar	Recreación y participación en juegos, pasatiempos o momentos de ocio con reglas más o menos formalizadas a las que todos los participantes en una situación deben someterse. Esto fortalece el desarrollo en la vida cultural ya que implica reforzar una sana competencia para un desarrollo personal y habilidades para predecir ciertos sucesos en el medio en que se desarrolla un proceso creativo.
Explicar	Exponer ideas razonables a una persona o grupo de personas sobre lo que se desea ejecutar. Esto supone que los argumentos utilizados sean entendibles a través de demostraciones o ejemplos del desarrollo de una fase, procedimiento, método, etc.

Fuente: información adoptada de Bishop (1999).

confección y realización de muebles desde temprana edad. Durante su niñez y adolescencia solo cursó hasta cuarto básico. A los 30 años se empezó a enfocar en la manufacturación de muebles, ya sea en trabajos particulares o como empleado por alguna empresa relacionada con el amoblamiento de catamaranes o embarcaciones menores. A los 40 años, a causa de exigencias laborales, decidió terminar su formación básica, siendo octavo básico el nivel escolar alcanzado con respecto a la educación formal en el sistema educativo chileno.

Método y fases de la investigación

Nuestro estudio se centró en el seguimiento del proceso de construcción de un mueble tipo cama que realizó DJ y la explicación sobre algunas partes de un barco, lo cual se ha desarrollado en cinco fases:

Fase 1: primer acercamiento con el objeto de estudio

En una primera fase, mediante la observación participante (Kawulich, 2006), se realizó un trabajo de campo el cual consistió en conocer de forma general la actividad cotidiana del carpintero y familiarizarse con él. En esta etapa solo se enfatizó en la presentación de los investigadores, se dialogó sobre los objetivos de la investigación y se obtuvo una carta de consentimiento informado para

poder hacer uso de los datos recopilados en la práctica del mueblista.

Fase 2: elaboración de un instrumento de recolección de datos

La recolección y análisis de los datos se desarrolló con trabajos de campo. En el primero, con base en la revisión de la literatura sobre investigaciones similares (e. g. Albanese, Santillán y Oliveras, 2014; González y Zambrano, 2011; Soto, 2018; entre otros), se diseñó una entrevista semiestructurada para recoger los datos (Longhurst, 2010). Siguiendo lo propuesto por Bisquerra *et al.* (2009) en el guion de la entrevista, se incluyeron preguntas de inicio, introductorias, de transición, clave, de término y síntesis. Para establecer el contenido de nuestras preguntas tomamos como base las actividades matemáticas universales descritas por Bishop (1999) y establecimos seis dimensiones: D1. Contar; D2. Localizar; D3. Medir; D4. Diseñar; D5. Jugar, D6. Explicar (tabla 2).

Fase 3: primera recolección de datos y aplicación de la entrevista

La entrevista semiestructurada aplicada a DJ se enmarcó en el primer trabajo de campo y fue conducida por dos de los autores de este estudio. Esta

Tabla 2. Extracto de las preguntas incluidas en la entrevista

Tipo	Pregunta	Dimensión
De inicio	¿Cuál es su edad y cuánto tiempo ha dedicado a esta labor?	
Introductorias	Con el paso del tiempo en esta labor, ¿ha desarrollado algún tipo de estrategia en la elaboración de algún mueble?	D4, D6, D2
De transición	¿Cómo aprendió esta labor?	D2, D6
Clave	¿Cómo sabe la cantidad de material a ocupar? ¿Cómo elabora los diseños?	D1, D2, D3 D4, D5, D6
De término	¿Realiza este trabajo a gusto?	D5, D6
De síntesis	En resumen, ¿con todos estos pasos y materiales es suficiente para construir un mueble?	D3, D4, D6

Fuente: elaboración propia de los autores.

tuvo lugar en el taller de DJ al inicio del proceso de diseño de elaboración de un mueble tipo cama. Tuvo una duración de aproximadamente tres horas. La entrevista inició con preguntas centradas en la vida personal del participante (véase las preguntas de inicio en la tabla 2). Posteriormente, se realizaron preguntas centradas en el proceso de diseño y elaboración de muebles para incidir en la práctica. Cabe destacar que en el transcurso de la entrevista surgieron nuevas preguntas de profundización con base en la información que iba suministrando el carpintero, así como la elaboración de dibujos por parte de este para clarificar el proceso. Se hizo registro de audio para respaldar la información, así como fotografías de procesos relevantes que permitieran presentar evidencias para la fase de análisis.

Fase 4: segunda recolección de datos

Realizamos un segundo trabajo de campo con la finalidad de confirmar la objetividad de la información obtenida en la primera entrevista y profundizar en algunos aspectos que resultaron de gran interés. Se consideró pertinente realizar una nueva entrevista semiestructurada que incluyo preguntas como: ¿qué considera usted para la elaboración de un mueble?, ¿podría dibujar un mueble?, ¿cómo

calcula el presupuesto de un mueble? Esta entrevista fue realizada, transcrita y estudiada siguiendo el formato de la primera entrevista.

Fase 5: análisis de datos

Utilizando el análisis temático propuesto por Braun y Clarke (2006) se hizo el correspondiente análisis de los datos. En la primera etapa de *familiarización con los datos* se transcribió la grabación de audio de la entrevista a texto utilizando una planilla Excel. Luego, en la segunda etapa de *generación inicial de códigos*, identificamos palabras o frases (códigos) que permitieran agrupar palabras clave mencionadas por el entrevistado, resaltándolos con colores distintos (figura 2).

En la tercera etapa de *búsqueda de temas* comparamos, discutimos y ajustamos nuestros códigos basados en nuestra conversación. Así, por ejemplo, las palabras *centímetro*, *pulgada*, *metro*, *tolerancia* y *pendiente* fueron asociadas a la categoría “medir” (tema) y agrupadas en esta. Después, en la cuarta etapa de *revisión de temas*, se identificaron los elementos más significativos que dan cuenta de la presencia de las actividades universales en cada grupo y se trianguló la información sobre los temas, verificando la presencia de las nociones matemáticas presentes en la práctica del carpintero.

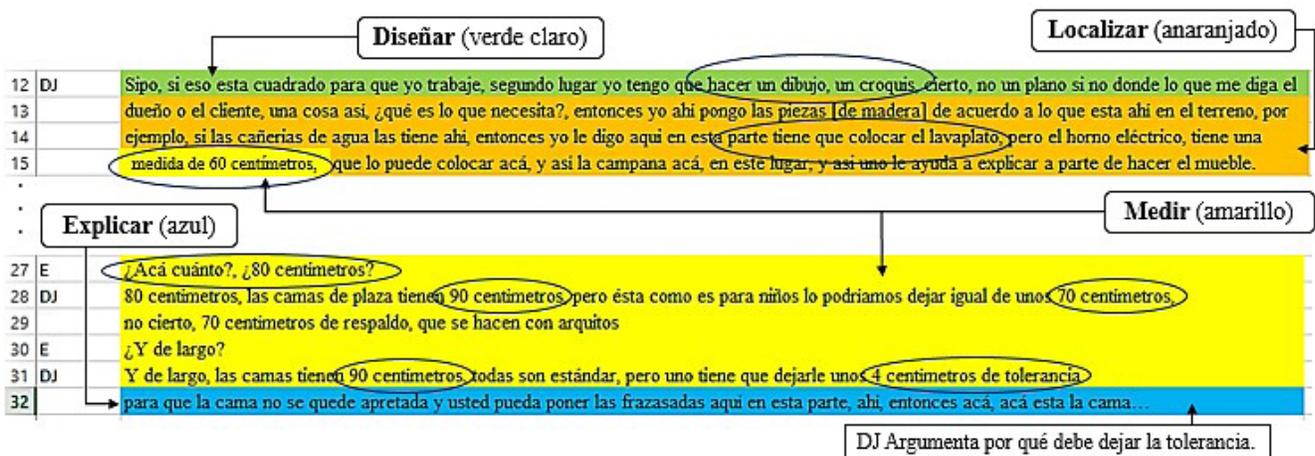


Figura 2. Organización y codificación de la información en Excel.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Tabla 3. Actividades universales identificadas

Actividad	Descripción (según esta investigación)
Contar	Involucra actividades de clasificación de materiales para elaborar muebles, calcular la cantidad de material requerido, entre otras.
Localizar	Enfatiza en la comprensión del espacio de trabajo, ubicación de piezas y su representación por medio de dibujos, planos, entre otros medios.
Medir	Implica comparar, ordenar y asignar valores a ciertos elementos que se emplean, así como emplear instrumentos de medición.
Diseñar	Se refiere principalmente a la creación de diseños de muebles propios, ya sea por medio de dibujos, herramientas tecnológicas o su materialización.
Explicar	Hace referencia a la acción de explicar su labor a otras personas, argumentar la toma de decisiones asociadas al proceso de diseño y construcción de un mueble, así como la presentación de sus propuestas de diseño a los clientes.
Jugar	Involucra el manejo de márgenes de error, adaptación de diseños según condiciones solicitadas y competencias entre colegas del mismo rubro al fabricar un mueble o mejorar un diseño.

Fuente: elaboración propia de los autores.

En la quinta etapa de *definición y nombramiento de temas* realizamos una interpretación de las definiciones empleadas por Bishop (1999) para las actividades de contar, localizar, medir, diseñar, explicar y jugar, en el contexto del proceso de elaboración de muebles (tabla 3).

Por último, en la sexta etapa del análisis temático concerniente a la *producción de un reporte* se presentan las nociones matemáticas identificadas en la elaboración de muebles por parte del carpintero.

Resultados

En este apartado se presentan las nociones matemáticas identificadas en el proceso de elaboración de un mueble tipo cama y en algunas explicaciones de DJ sobre la elaboración de un barco que utiliza para complementar sus respuestas. Los resultados se organizan en seis etapas identificadas durante el proceso seguido por DJ: 1) contacto con el cliente, 2) diseño del mueble, 3) localización del mueble, 4) cuantificación de materiales necesarios y presupuesto, 5) medidas del mueble y 6) explicación general sobre la confección y ensamble de las piezas del mueble.

Nociones matemáticas evidenciadas en la elaboración de muebles

Contacto con el cliente

Antes de iniciar la elaboración del mueble en sí, DJ se comunica con el cliente para tomar decisiones sobre el tipo de mueble que este desea. El cliente puede traer su propio diseño o elegir uno del registro de diseños y muebles que DJ ha realizado. En este proceso se identifican las nociones de *diseñar* y *explicar* de manera implícita en el siguiente extracto de la transcripción:

Pasa una cosa, llega un cliente, por ejemplo, ya sean tipos de la construcción de edificios, dice "yo quiero esto" te trae un plano [diseño]. Ahora uno tiene que darles en el gusto que quieren ellos para que, para que... Para que... Quede conforme el cliente. (DJ)

También se identifica la noción de *medir* en la comunicación de DJ con el cliente, cuando responde una pregunta sobre las dimensiones de la cama:

[...] de largo, las camas tienen 90 centímetros, todas son estándar, pero uno tiene que dejarle unos cuatro centímetros de tolerancia para que la cama no se quede apretada y usted pueda poner las frazadas aquí en esta parte.

Diseño del mueble

El diseño de la construcción del mueble en sí comienza con un dibujo del mueble que DJ quiere hacer, ya sea a partir de los requerimientos del cliente o producto de la adaptación de un diseño anterior de DJ a estos requerimientos:

Yo tengo que hacer un dibujo, un croquis, cierto, no un plano sino donde lo que me diga el cliente, una cosa así, ¿qué es lo que necesita?

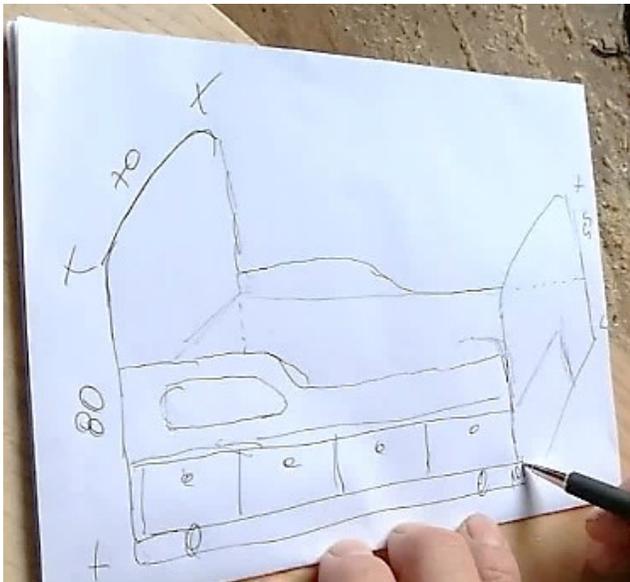


Figura 3. Diseño de la cama.

Fuente: elaboración propia de los autores.

DJ manifestó que los diseños son una guía para realizar los muebles, dado que se plasman las medidas, las formas y el tipo de madera como lo muestra el siguiente extracto:

A ti te mandan un plano, no cierto, por decir un camarote [una litera], que tiene dos metros, la cama tiene un metro noventa por una cama de plaza que

tiene noventa centímetros también y tú haces la cama, el larguero de dos metros, o sea total, pero resulta que el arquitecto hace que ande todo bien.

En la entrevista se infiere que la idea de este diseño surge en gran parte por la experiencia propia o guiada por el deseo de no ocupar madera decorativa en lugares que no se aprecia su belleza como ocurre, por ejemplo, al realizar una puerta en la que utiliza madera de pino para el esqueleto y es forrada con madera nativa para darle un toque artístico y detallado.

Localización del mueble

En la elaboración de un mueble DJ considera que es necesario conocer dónde se ubicará el mueble, haciendo referencia a la noción de *localización*.

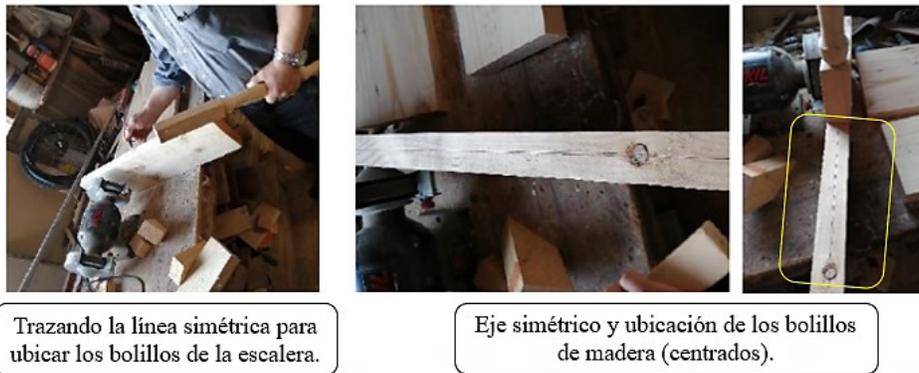
Entrevistador 1: ¿La localización del lugar, primero que todo?

DJ: Sí, si eso [lugar] está cuadrado para que yo trabaje.

DJ se ubica en el espacio para entender dónde se ubicará el mueble, diseñarlo y orientar la elaboración del mismo respecto de dónde ubicar cada una de las piezas que lo conforman. Un ejemplo de ello es que, mientras explica cómo arma las partes de una escalera de interior, señala de qué manera van puestas algunas piezas y cómo determina la ubicación de estas. Además, DJ en la entrevista menciona que:

Este es el eje, donde yo voy a colocar esta pieza acá, entonces yo hago un eje, una línea, a ver...

En el extracto de transcripción anterior DJ explica que en la construcción de una escalera debe saber dónde ubicar determinadas piezas. Para ello, él (como se ve en la figura 4) realiza una línea simétrica (sin instrumento de medición) en el centro de la tabla de madera donde irán los bolillos de madera (figura 4).



Trazando la línea simétrica para ubicar los bolillos de la escalera.

Eje simétrico y ubicación de los bolillos de madera (centrados).

Figura 4. Ubicación de las piezas sobre el eje (eje de simetría).

Fuente: elaboración propia de los autores.

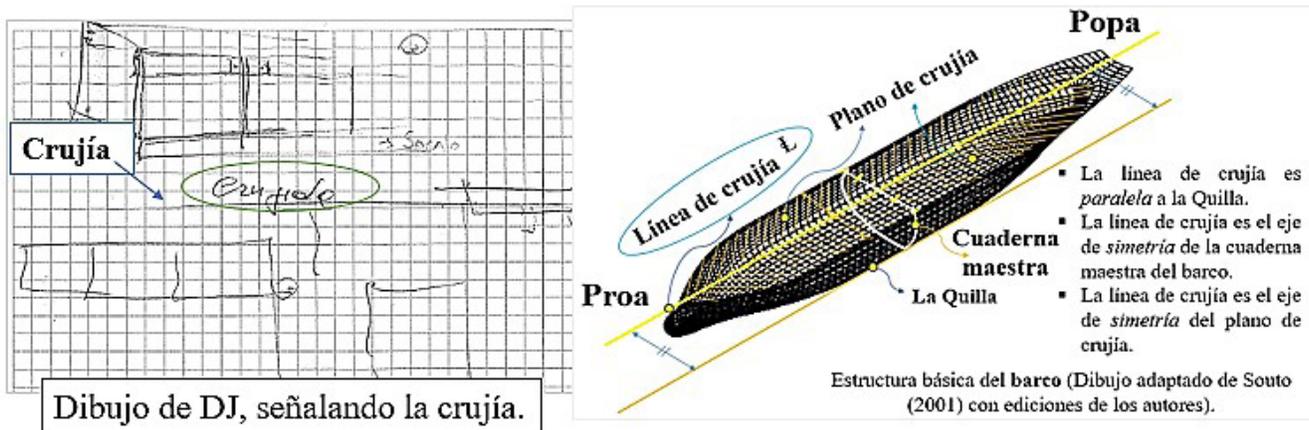


Figura 5. Función de la línea de crujía en la estructura del barco.

Fuente: elaboración de los autores con adaptaciones de Souto (2001).

También, se evidencia cuando DJ complementa esta idea haciendo referencia al proceso que sigue para hacer muebles para barcos, señalando:

O sea, a uno le llevan un plano, dice por ejemplo en el caso de una consola de mando que, donde va todo, ese tiene un plano, y los planos no se miden, por ejemplo, como una casa, que tiene un cerco allí, hay una cota central, que es el eje del barco, de ese, por decir, aquí, este es el eje del buque, en el caso donde trabajo, y por ejemplo [comienza a elaborar la figura 5] de aquí hasta acá, aquí pasa un pasillo, una cosa así pongámosle, entonces aquí tenemos 10 centímetros hasta aquí, entonces tú dices de la crujía, esto se llama crujía, sí, de la crujía hasta acá

tenemos cinco centímetros y de la crujía hasta acá tenemos, por ejemplo, ochenta centímetros.

En la figura 5 se observa que cuando DJ hace muebles para barcos enfatiza en la estructura básica del plano de crujía del barco para ubicar los muebles. Luego de observar el plano, DJ siente la necesidad de conocer el lugar físico donde se desea hacer un mueble. En este contexto, se observa que DJ implícitamente usa conceptos matemáticos como la simetría, al señalar:

[...] entonces tú, de esa crujía sacas todas las referencias, y por decir, hasta aquí un dormitorio, entiendo que hay un dormitorio, acá hay un hall, y todo

se mide desde ahí [señala la crujía en el dibujo], porque tú no lo puedes medir por los costados.

A su vez, deja entrever desde el punto de vista de las estructuras náuticas que la línea de *crujía* que menciona DJ es paralela a la *quilla* y es el eje de simetría de las *cuadernas*.

Cuantificación de materiales necesarios para el trabajo y presupuesto

Una vez determinado el diseño y las características del mueble es cuando uno de los entrevistados le consulta a DJ “¿Cómo sabe la cantidad de material a ocupar?”, a partir de lo que surge la noción de *contar*.

Hay que cortarlo trabajando en serie, yo, por ejemplo, corto todas las puertas de una sola medida, corto todos los otros costados de otra medida, después los voy amontonando y después así ya sé cuánto..., y para la otra vez, ya me queda ese papel.

El carpintero plasma lo que desea cortar en una hoja, para tener certeza de los elementos necesarios para poder confeccionar un mueble. Utiliza un papel para realizar estos cálculos indicando: “*para la otra vez, ya me queda ese papel*”. Señala que este le servirá como un registro de conteo que le permite “*un ordenamiento para futuros muebles que tengan características similares*” y le ayudará a representar las cantidades de material que debe preparar para hacer un mueble: “*corto todas las puertas de una sola medida, corto todos los otros costados de otra medida*”.

Además, DJ debe calcular cuántas planchas de un determinado material necesitará (conteos). Por ejemplo, mientras se habla sobre cómo lleva a cabo la elaboración de una cama explica cómo calcula la cantidad de planchas que necesitará:

Entonces que hago yo aquí [dibuja como se muestra en la figura 6], aquí voy a sacar, no cierto, estos 80 y estos 55 que me da, entonces esta yo voy

a sacar ahí los 80 para calcular, y que me van a sobrar, ¿Cuánto me van a sobrar aquí? 125, 80, me van a sobrar 40, estos 40 necesito, estos 42 me van a servir para este larguero [...].

En el extracto de transcripción anterior se evidencia cómo DJ distribuye los elementos que debe fabricar en una plancha según las medidas. Esto también se visualiza en la figura 6, en donde distribuye los elementos de la cama previamente diseñada en una plancha dibujada en otra hoja, en función de las áreas de estas y sus medidas.

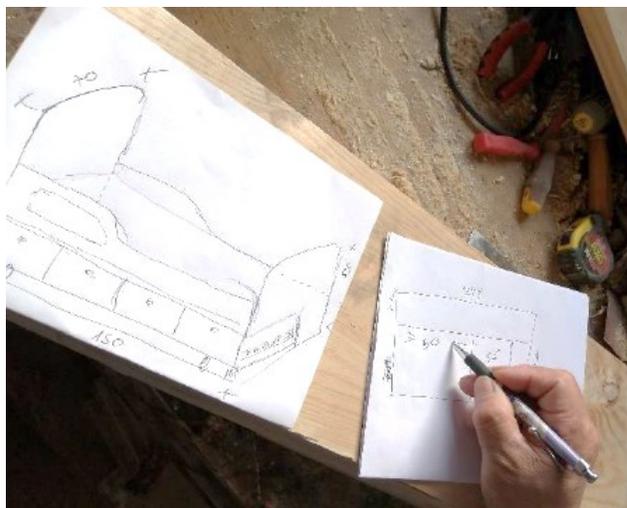


Figura 6. Contando las planchas y encontrando las medidas.

Fuente: elaboración propia de los autores.

DJ establece también realiza procesos de conteo cuando determina la cantidad de planchas necesarias para la elaboración del mueble y las medidas de cada una, señalando:

[...] con esta plancha no me da esto, porque tengo que comprar dos planchas y tengo que comprar otra plancha más delgada, que es de un metro, o sea la plancha es de 15 milímetros [...]

Otros procesos de conteo identificados se observaron cuando DJ determinó la cantidad de clavos, tornillos y las tablas superpuestas una arriba de la otra. De manera similar, cuando se le preguntó

a DJ sobre el precio de la cama, él respondió de forma detallada, especificando los materiales (la inversión) y cuánto cobra en general; lo que evidenció también la noción de contar.

E1: *Otra pregunta, ¿los clientes al tiro le preguntan el precio de cuánto es el trabajo o algunos no preguntan?*

DJ: *Claro, me dicen yo necesito esto, yo más o menos hago un cálculo así mental y él [cliente] me dice, ¿Cuánto está saliendo esto? Yo por ejemplo estoy diciendo que me están saliendo tres planchas de terciado que pueden ser unos 60 mil pesos y yo le digo bueno esta cama, mi trabajo aquí yo tengo dos días de trabajo, saco mis días y mis materiales y le puedo decir yo, bueno esta camita le vale vendía 150 mil pesos.*

Medidas del mueble

Otra noción matemática identificada en la práctica cotidiana de DJ fue la de *medir*. Primero, él toma las medidas (con un metro) del lugar donde se ubicará el mueble (ver el siguiente extracto de la transcripción).

E1: *¿Qué considera usted para la elaboración de un mueble?*

DJ: *La medida, tomar medidas del lugar donde va a estar el mueble.*

Posteriormente, DJ mide las piezas que deberá elaborar para cada mueble a través de instrumentos de medición como la cinta de medir (metro). Se evidencia el uso de medidas convencionales y no convencionales por parte del DJ. Por ejemplo, al hablar de pulgadas y metros hace referencia al uso de unidades de medidas convencionales y equivalencias entre diferentes unidades que pertenecen a sistemas métricos distintos:

E1: *¿Más menos cómo calcula usted, o cómo se da cuenta qué tan largo tiene que ser el cajón hacia atrás, por ejemplo?*

DJ: *No debería ser mucho porque si usted tiene una pieza, no cierto, esta pieza, ya está cama dijimos que tiene 70 centímetros y esta pongámosle que tenga un metro, estas camas tienen un metro 90, pero como es para un niño, esta cama hay que mandarla a hacer a la medida pongámosle que tenga un metro con 50 centímetros, o sea un metro y medio. (figura 7)*



Figura 7. DJ mide con el metro.

Fuente: elaboración propia de los autores.

DJ en algunas ocasiones trabaja con el metro y en otras usa la pulgada, realiza conversiones entre unidades de un sistema a otro y considera sus equivalencias.

Madera de ocho pulgadas... empieza le iba a hacer esto al raulí le hago otro corte, pongo una lengüeta de otro color, tablas de raulí y lengüeta de mañío... da otro toque medio ostentoso dos piezas que se unen, dos piezas que se unen de dos pulgadas de madera al final terminen de hacer el trabajo yo.

También, utiliza unidades de medidas no convencionales como *la tolerancia*, evidenciada en su respuesta a los posibles inconvenientes que experimenta cuando realiza mediciones. Por ejemplo, casos en que *la tolerancia* en la madera queda corta o larga dependiendo del mueble. Esto sucede en

las instalaciones de puertas, donde en la mayoría de los casos a la hoja (puerta) se le deja un poco de *tolerancia corta*, la cual es rebajada o cepillada hasta que encaje adecuadamente en el marco. La *tolerancia larga* se deja a los extremos del marco de la puerta, dado que en algunas situaciones hay desniveles en las paredes o se necesita empotrarlo en el piso.

Es que no podría quedar corto, ¿Por qué?, porque uno le da la tolerancia (con la mano señala una medida no convencional) que necesita, uno dice le vamos a dar cinco centímetros más, por si acaso. (figura 8)

De esta manera, DJ indicó que las camas tienen 1,90 m de largo (señala con el larguero); así, al realizar la preparación del material y no presentar problemas luego al ensamblar y ubicar la cama. DJ deja los largueros de dos metros, a esta acción él la denomina “darle tolerancia”, que incluso se puede interpretar como un margen de error para determinadas situaciones. Cabe destacar que esta *tolerancia* que él hace con un gesto con sus dedos varía dependiendo del mueble que se elabore. Por ejemplo, en algunos casos esta tolerancia es de cinco centímetros, mientras que en otros es aproximadamente 10 centímetros.

Por otra parte, para la elaboración de muebles para el interior de embarcaciones DJ mencionó que es importante *interpretar planos* donde se encuentran medidas, instancia que surgió mientras se hablaba de elaboración de alguna estrategia para la elaboración del mueble. Además, se reconoció el uso de otro instrumento de medida (escalímetro) y otras unidades de medidas convencionales como el centímetro y el milímetro:

E1: *¿Y ahí cómo desarrolló una estrategia?, ¿qué estrategia piensa usted que desarrolló?*

DJ: *No, porque por ejemplo ahí te dan un plano, un plano tiene sus medidas, por ejemplo, sus escalas de uno al diez que la mayoría se trabaja, del uno al cincuenta y así varias escalas que le trabajan, que están en un escalímetro y, a uno a veces le entregan un plano y no tienen una escala, lo hace nada más el arquitecto, hace el plano y por decir, se le olvida, entonces como tu sacas, tu buscas el escalímetro y mides, por decir, [comienza a realizar el dibujo de la figura 9], ya de aquí [señalando con el dedo], entonces ya aquí tengo un punto y hasta acá aquí no tengo una medida, pero yo busco un escalímetro y si esta escala es del uno al 50 yo tengo que tener, por ejemplo, en un metro, tengo que tener, o sea a ver, 50 cm medía un metro, o sea la cosa es que este metro me da, ucha esto 20 milímetros me da un centímetro... o sea, un metro, por eso del uno al 50.*



Figura 8. Unidad de medida no convencional: “la tolerancia”.

Fuente: elaboración propia de los autores.

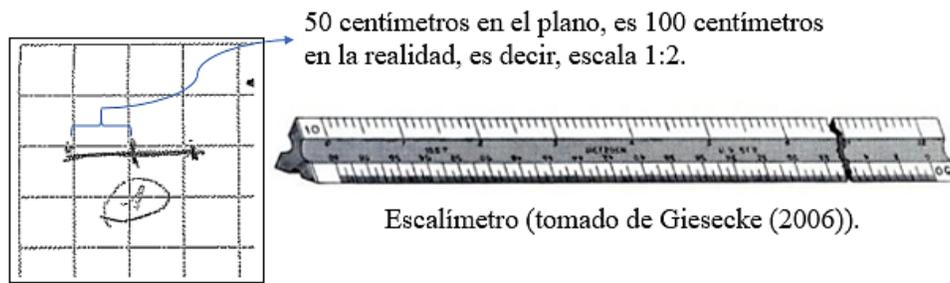


Figura 9. Uso del escalímetro para medir e interpretar planos.
Fuente: elaboración propia de los autores con base en Giesecke (2006).

DJ da cuenta de la existencia de transformación de unidades de medida dentro del mismo sistema de medición, evidenciando relaciones entre milímetros, centímetros y metros. Asimismo, DJ explica el uso de escalas, enfatizando en una escala 1:2 (*de reducción*), lo cual significa que una unidad expresada en metros, centímetros o milímetros, en el plano (que está en la hoja) equivale a dos unidades en la realidad; es decir, para el caso de DJ, en el plano tiene una medida de 50 cm y el objeto en la realidad tiene 100 cm = 1 m. Podemos afirmar que DJ relaciona su práctica cotidiana de la carpintería con conocimientos clave de la arquitectura. A su vez, da cuenta de la presencia del manejo del concepto de punto, segmento y medida de la longitud del segmento:

[...] *ya aquí tengo un punto y hasta acá aquí no tengo una medida, pero yo busco un escalímetro [para medir].*

Por otra parte, otra noción matemática relacionada con la actividad de medir es identificada cuando DJ menciona el término *pendiente*, el cual comenta DJ en el siguiente extracto de transcripción:

No hacía otros trabajos, tanto con los closets tanto como las literas camas eh... los veladores, los mesones de cartas, las mesas de cartas, ósea las mesas de carta es una cubierta que tiene esta pendiente [hace un gesto con su mano, refiriéndose a la

inclinación], pero tiene un cajoncito angostito donde se meten [...].

DJ explica a los entrevistadores que la cubierta de las mesas de cartas náuticas (figura 10) tienen una pendiente. Este término se entiende en este caso de manera intuitiva como una *inclinación* (hace gestos con sus manos), la cual posee una razón fija y que DJ debe considerar para adaptar las medidas de los materiales que debe emplear en la elaboración de este mueble en particular. Consideramos que DJ en su práctica cotidiana usa implícitamente la conceptualización de la pendiente como propiedad física (Nagle y Moore-Russo, 2014).

Además, en esta investigación se destacan procesos de medición de ángulos realizados por DJ usando la escuadra. Estos los desarrolla estableciendo cortes a la madera de 45° y uniendo dos cortes para obtener un ángulo recto con una medida de 90° (figura 11).

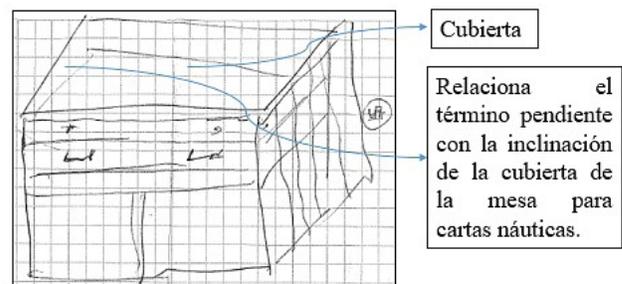


Figura 10. Medida de la pendiente como inclinación.

Fuente: elaboración propia de los autores.

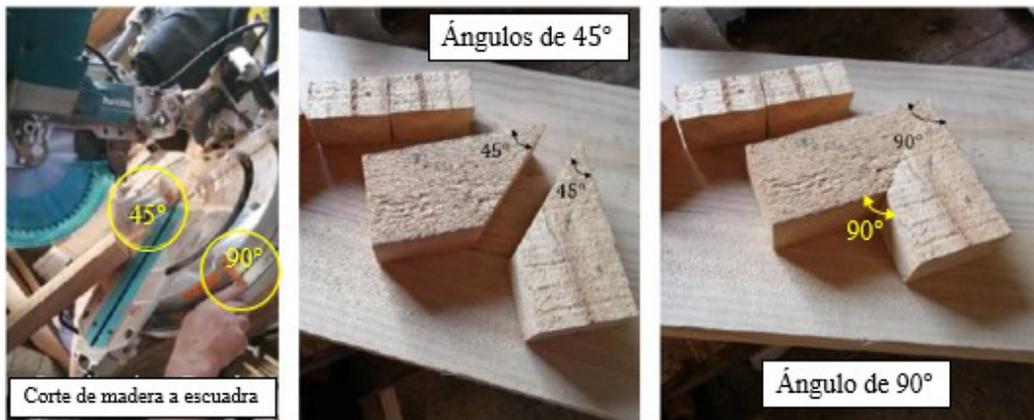


Figura 11. Evidencia de medidas de ángulos de 45° y de 90° .

Fuente: elaboración propia de los autores.

En la tabla 4 se presentan los instrumentos de medida y se sintetizan todas las unidades de medidas usadas por DJ en la elaboración del mueble.

Tabla 4. Sistema de medida usado por DJ

Unidad de medida		Instrumentos de medición
Convencional	No convencional	
Pulgada, metro, centímetro, milímetro, grados.	Tolerancia.	Escuadra, escalímetro, metro o cinta métrica.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Explicación general sobre la confección y ensamble de las piezas del mueble

La noción matemática de *explicar* se evidenció durante todo el proceso de construcción de DJ en los argumentos dados cuando diseña, localiza, cuenta y mide. Vemos que la explicación está involucrada tanto en la acción de explicar su labor a otras personas, argumentar la toma de decisiones asociadas al proceso de diseño y construcción de un mueble, así como la presentación de sus propuestas de diseño a los clientes. Por ejemplo, cuando explicó la medida no convencional *la tolerancia* y da un ejemplo apropiado de su uso; cuando explica cómo usa el escalímetro para medir e interpretar planos; o cuando se señala que las puertas de un

mueble deben tener menor medida porque deben considerarse los marcos:

Si tú quieres hacer un mueble de 90 cm, debes tener unas puertas de 75 cm.

Discusión e implicaciones para la docencia

Nuestros hallazgos complementan resultados obtenidos en investigaciones similares centradas en otros grupos culturales y sociales (e. g. Fuentes, 2012; González y Zambrano, 2011; Soto, 2018). En esta investigación hemos identificado las nociones matemáticas presentes en el trabajo cotidiano de un carpintero cuando elabora muebles. Dichas nociones giraron en torno a las acciones de medir, contar, explicar, diseñar y localizar. Cabe destacar que la actividad de *jugar* no se vio involucrada explícitamente en la labor del carpintero; sin embargo, se reconocieron aspectos que podrían activar la noción de jugar cuando el carpintero usa estrategias en las relaciones interpersonales y desarrolla habilidades en la elaboración de un mueble.

También destacamos el uso de medidas convencionales como el metro, la pulgada y el centímetro y no convencionales como la tolerancia. Así como el papel fundamental que juega el escalímetro en los procesos de medición que realiza

el carpintero, el uso de ángulos y la presencia de conocimientos geométricos como simetrías (cuando se habla de la crujía del barco), paralelismo, línea, punto, segmento y medida del segmento. Estos hallazgos son un valioso insumo para el diseño de actividades contextualizadas que relacionen prácticas cotidianas que se dan en el contexto de la construcción de muebles con los objetivos de aprendizaje del currículo.

Por ejemplo, la unión de cortes de ángulos de 45° grados para formar un ángulo de 90° que realiza DJ se puede relacionar con la identificación de ángulos que se forman entre dos rectas que se cortan y ángulos complementarios (Ministerio de Educación, 2013). También, se puede utilizar el concepto de pendiente empleado por DJ en las mesas de cartas náuticas que él elabora, en la interpretación gráfica de la pendiente al abordar los aprendizajes asociados a la función afín (Ministerio de Educación, 2016). En este sentido, se requiere más investigación en el área que permita analizar cuál es la mejor forma de poner en funcionamiento este tipo de propuestas en el aula a través de tareas matemáticas contextualizadas, así como el efecto que pueden tener en los aprendizajes alcanzados por los estudiantes.

Agradecimientos

Al carpintero participante de este estudio por suministrarnos la información sobre la elaboración de muebles para el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Albanese, V., Santillán, A., Oliveras, M. (2014). Etnomatemática y formación docente: el contexto argentino. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(1), 198-220.
- Albis, V. (1986). Arte prehispánico y matemática. *Revista de la Universidad Nacional*, 1(7), 457-465.
- Aroca, A. (2008). Análisis a una figura tradicional de las mochilas arhuacas. Comunidad Indígena Arhuaca. Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Boletim de Educação Matemática*, 21(30).
- Aroca, A. (2012). Las formas de orientación espacial de los pescadores de Buenaventura, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 457-465. <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n2.2012.847>
- Aroca, A. (2013). Los escenarios de exploración en el Programa de Investigación en Etnomatemáticas. *Educación Matemática*, 25(1), 111-131.
- Aroca, A. (2016). La definición etimológica de Etnomatemática e implicaciones en Educación Matemática. *Educación Matemática*, 28(2), 175-195. <https://doi.org/10.24844/EM2802.07>
- Bishop, A. (1999). *Enculturación matemática. La educación matemática desde una perspectiva cultural*. Paidós.
- Blanco, H. (2006). La Etnomatemática en Colombia: un programa en construcción. *Boletim de Educação Matemática*, 19(26), 1-19.
- Blanco, H. (2011). La postura socio-cultural de la educación matemática y sus implicaciones en la escuela. *Revista Educación y Pedagogía*, 23(59), 59-66. <https://doi.org/10.35362/rie590455>
- Braun, V., Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- D'Ambrosio, U. (1997). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *Ethnomathematics: Challenging Eurocentrism in Mathematics Education*, 13-24.
- D'Ambrosio, U. (2001). *Etnomatemática: Elo entre las tradições e a modernidad. Colección: Tendencias en educación matemática*. Autêtica.
- D'Ambrosio, U. (2014). Las bases conceptuales del Programa Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 100-107.
- Diario Oficial de la República de Chile (2012). Decreto 439. Santiago, Chile.
- Diario Oficial de la República de Chile (2014). Decreto 614. Santiago, Chile.

- Fuentes, C. (2012). La Etnomatemática como mediadora en los procesos de la reconstrucción de la historia de los pueblos. El caso de los artesanos del municipio de Guacamayas en Boyacá, Colombia. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 5(2), 66-79.
- Gavarrete, M. (2013). La Etnomatemática como campo de investigación y acción didáctica: su evolución y recursos para la formación de profesores desde la equidad. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 6(1), 127-149.
- Gavarrete, M. E., Casis, L. (2014). La cosmovisión indígena y sus perspectivas didácticas: visión etnomatemática de dos grupos étnicos. En P. Leston (ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (vol. 27, pp. 1423-1429). Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Gerdes, P. (2013). *Geometría y Cestería de la Bora en la Amazonía Peruana*. Ministerio de Educación.
- Giesecke, F. E. (2006). *Dibujo y comunicación gráfica*. Pearson Educación.
- González, J., Zambrano, J. (2011). *Representaciones sociales y prácticas matemáticas en un grupo laboral de Corabastos* (tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Huencho, A. (2015). Estudio de las Orientaciones curriculares del Programa Intercultural Bilingüe: un análisis emergente en función de la matemática y la cultura mapuche. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 214-236.
- Kawulich, B. (2006). La observación participante como método de recolección de datos. *Forum: Qualitative Social Research*, 6(2). <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0502430>
- Longhurst, R. (2010). Semi-structured interviews and Focus Groups. En N. Clifford, S. French y G. Valentine, *Key Methods in Geography* (pp. 103-115). Sage Publications Ltd.
- Martínez, M. (2004). *El método etnográfico de investigación*. <http://prof.usb.ve/miguelm/meto-doetnografico.html>.
- Martínez-Padrón, O. (2013). Etnomatemática: una reseña crítica de sus acepciones. *Revista Científica*, 427-431. <https://doi.org/10.14483/23448350.4799>
- Millroy, W. (1991). An ethnographic study of the mathematical ideas of a group of carpenters. *Learning and Individual Differences*, 3(1), 1-25. [https://doi.org/10.1016/1041-6080\(91\)90002-1](https://doi.org/10.1016/1041-6080(91)90002-1)
- Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares básicos de competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencia y Ciudadanas*. Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación (2012). *Bases curriculares educación básica (Lenguaje; Matemáticas; Ciencias Naturales; Historia, Geografía y Ciencias Sociales; Idioma extranjero: inglés)*. Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación (2013). *Matemática programa de estudio sexto año básico*. Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación (2016). *Matemática programa de estudio octavo año básico*. Ministerio de Educación.
- Mosquera, G., Rodríguez-Nieto, C., Suárez, S. (2015). *Dos sistemas de medidas no convencionales en la pesca artesanal con cometas en bocas de ceniza y su potencial para la educación matemática* (tesis de pregrado). Universidad del Atlántico, Barranquilla.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Nagle, C., Moore-Russo, D. (2014). Slope across the curriculum: Principles and standards for school mathematics and common core state standards. *The Mathematics Educator*, 23(2).
- Oliveira, B., Mendes, E. (2016). Etnomatemática: O ensino de medida de comprimento no 6º ano do ensino fundamental na Escola Indígena Kanamari Maraã-AM, Brasil. *Revista Lati-*

- noamericana de Etnomatemática*, 9(2), 53-66. <https://doi.org/10.22267/relatem.1692.2>
- Oliveras, M., Blanco, H. (2016). Integración de las Etnomatemáticas en el aula de Matemáticas: posibilidades y limitaciones. *Boletim de Educação Matemática*, 30(55), 455-480. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n55a08>
- Peña-Rincón, P. A., Hueitra-Santibañez, Y. (2016). Conocimientos [matemáticos] mapuche desde la perspectiva de los educadores tradicionales de la comuna de El Bosque. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 9(1), 8-25. <https://doi.org/10.22267/relatem.1691.16>
- Rey, M., Aroca, A. (2011). Medición y estimación de los albañiles, un aporte a la educación Matemática. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(1), 137-147. <https://doi.org/10.31910/rudca.v14.n1.2011.766>
- Rodríguez-Nieto, C., Morales, L., Muñoz, A., Navarro, C. (2017). Medidas no convencionales: el caso del mercado Baltazar R. Leyva Mancilla, Chilpancingo, Gro. En Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (ed.), *VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (pp. 225-233). Madrid, España.
- Rodríguez-Nieto, C., Mosquera, G., Aroca, A. (2019b). Dos sistemas de medidas no convencionales en la pesca artesanal con cometa en Bocas de Cenizas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 12(1), 6-24.
- Rodríguez-Nieto, C., Aroca, A., y Rodríguez-Vásquez, F. M. (2019b). Procesos de medición en una práctica artesanal del caribe colombiano. Un estudio desde la etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 12(4), 61-88. DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.19124.36>.
- Salas, S. S. (2014). *Etnomatemática y multiculturalidad en la educación básica en Chile. El caso de la aritmética mapuche* (tesis de maestría no publicada). Universidad de Granada.
- Salas, S. S., Godino, J. D. (2016). Potencial Educativo de la Aritmética Mapuche en Chile. En A. M. Rosas (ed.), *Avances en Matemática Educativa. Tecnología y matemáticas* (pp. 72-84). Editorial Lectorum.
- Souto, A. (2001). *Nuevas herramientas de diseño de formas de buques basadas en códigos de flujo potencial* (tesis de doctorado). Technical University of Madrid.
- Soto, J. L. (2018). *Nociones matemáticas en el sombrero Tampalkuari de la comunidad indígena Misak* (tesis de pregrado). Universidad del Valle, Cali.
- Gómez, J. (2007). Las matemáticas en los oficios y profesiones. *Técnica Industrial*, 273, 56-61.
- Zambrano, J. (2012). Prácticas matemáticas en una plaza de mercado. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 5(1), 35-61.





Factores que determinan el uso de las TIC en adultos mayores de Chile

Factors that determine the use of ICTs in Chile's older adults

Factores determinantes para a utilização das TIC nos adultos mais velhos do Chile

Sandra Marlene Aguilar-Flores¹

Margarita María Chiang-Vega²

Recibido: marzo 2020

Aceptado: agosto 2020

Para citar este artículo: Aguilar-Flores, S. M., Chiang-Vega, M. M. (2020). Factores que determinan el uso de las TIC en adultos mayores de Chile. *Revista Científica*, 39(3), 296-308. <https://doi.org/10.14483/23448350.16054>

Resumen

El objetivo de este estudio es determinar los factores del uso de las tecnologías de la información y comunicación en los adultos mayores de la provincia de Concepción, Chile, basado en el modelo de la *teoría unificada de adopción y uso de tecnología* (UTAUT). El estudio se realizó sobre una población de 101 adultos mayores; para el análisis de los datos y comprobación de las hipótesis se ha estimado un modelo de ecuaciones estructurales. Las relaciones propuestas, utilizando variables latentes, contribuyen a explicar el uso de las tecnologías de la información en un 55 % de los adultos mayores. Para disminuir la brecha digital se puede concluir que sí existen factores que determinan positivamente el uso de las TIC, lo que les facilita tener acceso de forma óptima. De este modo, mejoraría su calidad de vida y tendrían una real integración digital.

Palabras clave: adopción, adultos mayores Chile, UTAUT, tecnologías de la información.

Abstract

The objective of this study is to determine the factors of the use of information technologies in older adults in the province of Concepción, Chile, based on the model The Unified Theory of Adoption and Use of Technology (UTAUT). The study was carried out on the population of 101 older adults, for the analysis of the data and to check the hypotheses, a model of structural equations has been estimated. The proposed relationships, using latent variables, help to explain the Use of information technologies by 55 % in older adults. To reduce the digital divide, it can be concluded that there are factors that positively determine the use of ICT, which makes it easier for them to have optimal access, thus improving their quality of life and real digital integration.

Keywords: adoption, seniors Chile, UTAUT, information technologies.

1. Universidad del Bío Bío, Chile. violetarifo@gmail.com
2. Universidad del Bío Bío, Chile. mchiang@ubiobio.cl

Resumo

O objetivo deste estudo é determinar os fatores de uso das tecnologias da informação em idosos da província de Concepción, Chile, com base no modelo A teoria unificada da adoção e uso da tecnologia (UTAUT). O estudo foi realizado com a população de 101 idosos, para análise dos dados e verificação das hipóteses, um modelo de equações estruturais foi estimado. As relações propostas, utilizando variáveis latentes, ajudam a explicar o uso de tecnologias da informação em 55% em idosos. Para reduzir o fosso digital, pode-se concluir que existem fatores que determinam positivamente o uso das TIC, o que facilita o acesso ideal, melhorando a qualidade de vida e a integração digital real.

Palavras-chaves: adoção, seniores Chile, UTAUT, tecnologias da Informação.

Introducción

El envejecimiento de la población es uno de los procesos globales de transformación social. Sus tendencias, iniciadas durante la fase de industrialización y posterior modernización de los países europeos, se han producido con diversos ritmos e intensidades por todo el planeta. Hace unas décadas la comunicación era realizada a través de cartas y llamadas a teléfonos fijos; en la sociedad actual comunicarse por medio de plataformas o redes sociales, de videollamadas, correo electrónico o el comercio electrónico B2C obedece al acelerado cambio de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) que brindan oportunidades para poder estar conectados en cualquier parte del mundo con la familia y amigos. Para el adulto mayor esta brecha digital y la adopción de la tecnología es complejo en su diario vivir; pero el usar las herramientas que las TIC ofrecen mejorará su calidad de vida.

Niehaves y Plattfaut (2014) argumentan que el envejecimiento demográfico es una tendencia importante, en especial en las sociedades occidentales. Tiene implicaciones para las organizaciones públicas y privadas, especialmente para el grupo de personas mayores con diferentes actitudes,

creencias e intenciones cuando se trata de uso de la tecnología (pp. 708-726). En general, se puede observar que los adultos mayores son más reticentes a utilizar las TIC; igualmente, la internet es significativamente menos usada por los ancianos que por otros grupos de edad. La forma en que en la década pasada se comunicaban las personas hoy es impensable, y todo ello gracias a las tecnologías que ofrece oportunidades de poder estar conectado por medio de redes sociales por motivos laborales o cualquier otro motivo.

Según Arnold *et al.* (2018), tanto para la sociedad como para las personas y sus entornos, el envejecimiento puede considerarse como una de las mayores cambios de la humanidad. Chile se encuentra en una fase avanzada de ese proceso, personas de 60 y más años cuentan —si se compara las generaciones precedentes— con niveles educacionales más elevados, mejores estados de salud y de satisfacción vital, intereses y posibilidades más diversificadas y que se encuentren paulatinamente más organizados y activos que sus ancestros.

En Chile estamos frente a una población que envejece de forma acelerada, según los datos entregados por el Instituto Nacional de Estadística de Chile (2019). Para el censo de 2017 el total de personas mayores de 60 años era de 2 850 171, un 15,8 % para el año 2020 llegaría a un 17,3 % de la población (Amuch, 2017). Cada año son 100 000 las personas que entran a formar parte del segmento adulto mayor. En las últimas décadas persiste la tendencia de que los adultos mayores cuentan con niveles educacionales más elevados; sin embargo, hay una gran parte de esta población que no tiene estudios, lo que implica que no tienen las competencias que les permitan usar las TIC.

Es incuestionable que las TIC ofrecen oportunidades y beneficios, ¿estas oportunidades benefician a este grupo etario de la sociedad chilena? Para dar respuesta a esta pregunta, el objetivo del estudio es conocer los factores que determinan el uso de las tecnologías de información en los adultos mayores 60 años mujeres y 65 años hombres en Chile, mediante el modelo UTAUT.

Se espera que el aumento del uso de las TIC impacte positivamente al bienestar de los adultos mayores. Involucrarlos en la era digital trae muchos beneficios tanto para su inserción social como para su salud física y mental, lo que ofrecería mayores posibilidades de inclusión laboral y una real integración al desarrollo de nuestra sociedad digital. Acortar esa brecha tanto generacional como digital es tarea de todos.

Redes sociales

Sanz-Menéndez (2003) define que las redes sociales como un conjunto limitado de actores vinculados unos a otros a través de una relación. Las redes sociales constituyen una estructura que organiza la relación entre las personas y la forma en que la información circula, es así que toda red implica una trama social y de comunicación. Ellas han marcado el ritmo de nuestra sociedad, desarrollando un cambio en la dinámica social.

Para Díaz-Llairó, (2011) "las redes sociales son espacios en la red de internet que cuentan con herramientas tecnológicas sencillas de utilizar que permiten el intercambio entre las personas para conocerse, ofrecer servicios realizar negocios; compartir e intercambiar información"(pp. 44-45). Hoy en día, la tecnología presenta múltiples herramientas que transforma el modo en que los actores se comunican y relacionan.

Teoría unificada de la aceptación del uso de la tecnología (UTAUT)

Arenas-gaitán et al., (2016) explican que el modelo de la *teoría unificada de la aceptación del uso de la tecnología* (UTAUT, por sus siglas en inglés) se compone de modelos y teorías que se plantearon para analizar la aceptación del usuario de una tecnología. Este modelo integrador propuesto por Venkatesh et al. (2003) combinó los ocho modelos que competían por explicar la adopción de TIC en usuarios. A saber: teoría de difusión de innovaciones (IDT); teoría social cognitiva (SCT); teoría

de acción razonada (TRA); modelo de utilización del PC (MPCU); modelo de aceptación tecnológica (TAM); modelo motivacional (MM); teoría del comportamiento planeado (TPB) y una combinación de TAM y TPB (C-TAM-TPB). Además, se identificaron cuatro variables moderadoras significativas: género, experiencia, edad y voluntariedad de uso (Taherdoost, 2018).

Para Venkatesh (2008), la investigación sobre la adopción de TIC en el ámbito individual ha sido bastante estudiada y ha proporcionado teorías y explicaciones de los determinantes de la adopción y la decisión de uso de la tecnología. Cataldo y Muñoz (2013) explican que este modelo es uno de los que mejor interpreta la adopción de un sistema, llegando a niveles del 70 % de predictibilidad.

El modelo UTAUT propone que las expectativas de desempeño, las expectativas de esfuerzo y la influencia social afectan a la intención de uso; mientras que las condiciones facilitadoras determinan el uso efectivo de la nueva tecnología (Almenara et al., 2016). A continuación, se detallan las características de la UTAUT:

1. Las expectativas de desempeño (Performance Expectancy, PE): hace referencia al nivel en que un individuo percibe que el uso de la tecnología le será beneficioso en el desempeño laboral o profesional. Es similar al factor de utilidad percibida del modelo TAM, pues tiene que ver con la motivación extrínseca, la ventaja relativa de la tecnología y las expectativas de desenlace. Se considera el factor más importante e influyente con respecto a la intención de comportamiento, tanto en escenarios donde el uso sea voluntario como obligatorio.
2. Las expectativas de esfuerzo (Effort Expectancy, EE): esto implica el nivel de facilidad de uso asociado al uso de la tecnología. Tiene que ver con el factor de facilidad de uso percibida del modelo TAM y lo complejo de la tecnología. Este constructo es también importante en contextos donde el uso sea obligatorio o

voluntario, pero solamente en relación con la experiencia de uso en términos de cantidad. Este factor es más influyente en mujeres que en hombres, así como en los adultos mayores; es decir, estos usuarios son más propensos a ser influenciados por el esfuerzo percibido que implica el uso de la tecnología.

3. La influencia social (Social Influence, SI): se refiere al nivel en que la persona percibe que los demás valorarán la utilización de la tecnología, tanto de personas consideradas influyentes como importantes; el individuo percibe que el comportamiento de otros como los amigos la familia, es valioso.
4. Las condiciones facilitadoras (Facilitating Conditions, FC): tiene que ver con el nivel en que una persona considera que existe la estructura organizativa y técnica que soporte la adopción de la tecnología. Tienen que ver con el control conductual percibido con base en la existencia de condiciones como conocimiento y compatibilidad, formación por parte de la organización, soporte técnico y otros recursos. Se considera que si estas condiciones son satisfechas se remueven las barreras de uso. Este constructo influye directamente sobre el comportamiento de uso y tiene un efecto mayor en los adultos mayores y en personas con más experiencia de uso.

Los primeros tres constructos son determinantes directos de las intenciones y comportamiento de uso, mientras que el cuarto es determinante del comportamiento de uso. En este modelo, el género (sexo), la edad, la experiencia y la voluntad de uso se plantean como moderadores del impacto de los cuatro constructos en la intención de uso y comportamiento. Tanto Venkatesh *et al.* (2003) como Chen y Chan (2014) explican que el valor del modelo UTAUT reside en que identifica los principales determinantes de la adopción, así como permite incluir y considerar el efecto de diferentes moderadores que afectan en la influencia de los constructos claves del modelo.

Adulto mayor y las TIC

La Organización Mundial de la Salud (2015) define el envejecimiento como el proceso fisiológico del ser humano desde la concepción hasta la muerte con cambios durante todo el ciclo de la vida (como se cita en Mar *et al.*, 2014). El envejecimiento es un proceso complejo de la vida, donde se experimentan cambios de orden físico, psicológico y social. En Chile, el aumento de la esperanza de vida en las últimas décadas ha aumentado. Arnold *et al.* (2018) y Selwyn (2004) explican que para los adultos mayores la exclusión social se da por desigualdades en la edad y el nivel educacional, lo que se traduce en bajos ingresos para cualquier género de este grupo etario.

Por su parte, en (Selwyn, 2004) un extenso estudio que trata de desarrollar una teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología, Venkatesh *et al.* (2003) investigó el impacto moderador de la edad en las relaciones teóricas clave de la aceptación de la tecnología, encontrando que el efecto de la expectativa de desempeño en la intención de comportamiento que se usa es más fuerte para los trabajadores más jóvenes. Mientras que el efecto encontrado en la expectativa de esfuerzo y la influencia social sobre la intención de uso del comportamiento y el de facilitar las condiciones sobre el uso real fueron más fuertes para los trabajadores de mayor edad. De modo que es evidente que la edad sí afecta las actitudes y comportamientos de los usuarios relacionados con la aceptación y el uso de la tecnología.

Hong *et al.* (2013) describen que las diferencias de edad desempeñan una tarea importante en la comprensión de las percepciones y conductas humanas en diversos dominios de investigación, incluida la psicología, la conducta organizativa y la comercialización. El papel de la edad es igual o más importante para la investigación de sistemas de información, ya que el comportamiento real, así como la actitud con respecto a la adopción de tecnología están vinculados de manera crítica con la edad del usuario. Además, debido al rápido

desarrollo y la introducción de nuevas tecnologías, diferentes generaciones de edades se enfrentan inevitablemente a diferentes generaciones de tecnologías. Por ejemplo, la mayoría de los adolescentes de hoy crecieron con la interfaz gráfica de usuario (GUI), así como una predominancia de lo visual y nunca han usado interfaces de línea de comandos (CLI). El correo electrónico es el medio de comunicación preferido por los usuarios de hoy en día, mientras que aquellos que ingresan a la fuerza laboral prefieren interactuar entre sí a través de redes sociales interactivas como Facebook, Instagram o Twitter; las actitudes hacia la tecnología pueden variar dependiendo de la edad.

Sin embargo, a pesar de su importancia en la adopción y el uso de la tecnología, la edad ha recibido poca atención en la investigación. La edad puede ser problemática a medida que la población envejece y las TIC se vuelven más omnipresentes y forman parte integral de muchos productos y servicios cotidianos, con la separación entre el trabajo y el uso personal de dichos sistemas.

Venkatesh *et al.* (2014) estudiaron la influencia de la edad en la adopción de tecnologías en un entorno organizativo. Encontraron que la facilidad de uso percibida y la norma subjetiva tienen una influencia más destacada en la decisión de adopción de tecnología inicial para los trabajadores mayores que para los trabajadores más jóvenes. Sin embargo, se encontró que este efecto de contraste disminuye con el tiempo a medida que los trabajadores ganan más experiencia en el uso del sistema. Morris *et al.* (2003) encontraron que la edad tiene un impacto moderador significativo en las relaciones claves en la teoría del comportamiento planificado con la edad, se puso un mayor énfasis en la actitud hacia el uso de la tecnología en las decisiones relativas a la adopción de tecnología. Este efecto varió según el género, con un efecto más fuerte para los hombres en comparación con las mujeres. En contraste, se encontró que el impacto de la norma subjetiva en la aceptación de la tecnología era más fuerte con el aumento de la edad. Sin embargo, este efecto

solo se encontró para la población usuaria femenina, pero no para los hombres.

Cresci *et al.* (2010), Ramón-Jerónimo (2013) y McCloskey (2006) estudiaron a un grupo significativo de adultos mayores conectados con internet y que usan sus herramientas y aplicaciones. El mayor porcentaje es ocupado por aquellos que tienen una menor edad dentro de los adultos mayores, esto explica cómo la edad cronológica en este grupo lleva a diferencias en su comportamiento en internet. Así, la probabilidad de realizar una transacción en línea es menor para aquellos adultos de la cuarta edad que además perciben mayor dificultad en la utilización de internet. En general, el uso de internet se reduce a medida que aumenta la edad, en especial los adultos que tienen o superan los 70 años (Eurostat, 2005).

Condeza *et al.* (2016) sugieren el aprendizaje más activo de las TIC en los adultos mayores. Por otro lado, Llorente-Barroso *et al.* (2015) indican que las oportunidades que ofrece internet a los adultos mayores se centran en cuatro categorías: informativas, comunicativas, transaccionales y de entretenimiento. Estudios han demostrado que la participación de los adultos mayores en programas de alfabetización digital incrementa el uso de las TIC como un instrumento para mejorar su calidad de vida facilitando la respuesta a sus necesidades y el acceso a la información disponible en la red (Casado-Muñoz *et al.*, 2015).

Metodología

Para cumplir con el objetivo de la investigación se realizó un estudio de diseño no experimental, de tipo transversal y causal. La muestra está formada por 101 adultos mayores de 60 años si es mujer y 65 años si es hombre, de la provincia de Concepción, Chile. El modelo teórico aplicado con base en la literatura revisada de la UTAUT son: expectativas de desempeño (PU), expectativas de esfuerzo (PEOU), condiciones facilitadoras e influencia social; se utilizó la escala de Venkatesh *et*

al. (2003). Se postularon las siguientes hipótesis en la investigación:

- H1: a mayor percepción de utilidad de la TIC, mayor intención de uso de las TIC por parte de los adultos mayores.
- H2: a mayor percepción de facilidad de uso de las TIC, mayor intención de uso de las TIC por parte de los adultos.
- H3: a mayores condiciones facilitadoras, mayor intención de uso de las TIC en los adultos mayores.
- H4: a mayor intención de uso de las TIC, mayor uso de las TIC por parte de los adultos mayores.
- H5: a mayor influencia social de uso de las TIC por parte de los adultos mayores, mayor intención de su uso.

Resultados

La base de datos está conformada por $n=101$ adultos mayores, los cuales fueron seleccionados por conveniencia (los adultos mayores que aceptaron

participar de forma voluntaria) para contestar la encuesta. Se midieron tres indicadores sociodemográficos y se aplicó escala referente a actitudes respecto del uso de TIC. Para el tratamiento de los datos se realizó el análisis de fiabilidad mediante el alfa de Cronbach (medidos en escala tipo Likert). La descripción de las variables se muestra en la tabla 1.

El promedio de edad de las mujeres es de $71,27 \pm 6,3$ años, y de los hombres es de $74,75 \pm 7,6$ años. Esta diferencia es estadísticamente significativa al 5 % ($t=-2,75$; $p=0,007^{**}$). Respecto a la cantidad de años utilizando TIC, las mujeres promediaron $8,03 \pm 6,4$ años; mientras que los hombres $11,91 \pm 9,9$ años. Esta diferencia también es significativa al 5 % ($t=-3,36$; $p=0,002^{**}$). Esto implica que los hombres tienen una mayor experiencia en el uso de TIC, cosa que se explica dado al estilo de vida que se daba en aquellas épocas. También se destaca que la cantidad de años que las utilizan es bastante pequeño comparado con su edad; es decir, solo alrededor de los 60 años de edad comenzaron a utilizar la tecnología.

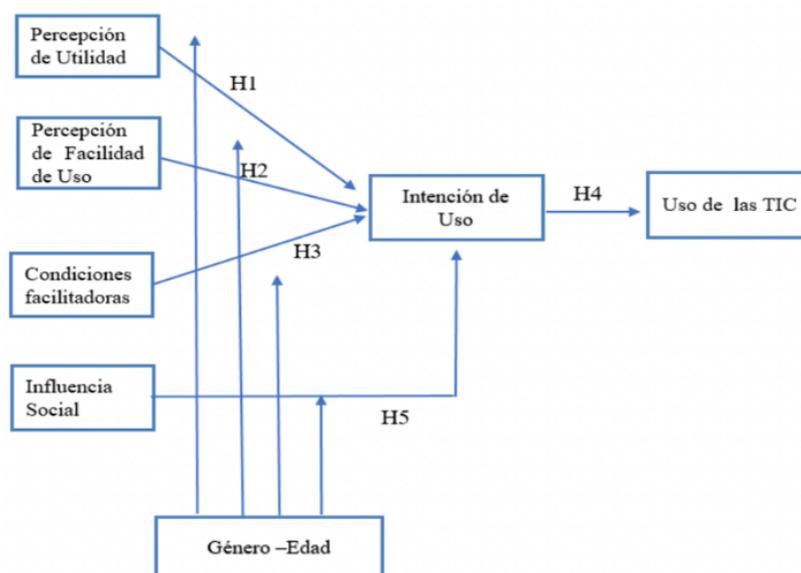


Figura 1. Modelo teórico UTAUT propuesto sobre los factores que influyen en el uso de las TIC en los adultos mayores de la provincia de Concepción, Chile.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Mediciones realizadas

Variable	Tipo	Características	Número de ítems
Edad	Sociodemográfica	Prom=73,0 ± 6,9; Mínimo=61; Máximo=90	-
Género	Sociodemográfica	n=70 femenino; n=31 masculino	-
Nivel educacional	Sociodemográfica	37 % enseñanza media	-
Uso de TIC	Variable dependiente	Prom=4,2 ± 1,5	-
Percepción de utilidad	Variable independiente	Prom=15,5 ± 2,7	3 ítems (P7, P8, P9)
Percepción de facilidad de uso	Variable independiente	Prom=10,3 ± 4,1	3 ítems (P10, P11, P12)
Condiciones facilitadoras	Variable independiente	Prom=13,1 ± 3,5	3 ítems (P20, P21, P22)
Influencia social	Variable independiente	Prom=16,4 ± 2,3	3 ítems (P23, P24, P25)
Intención de uso	Moderadora	Prom=13,6 ± 3,9	3 ítems (P14, P15, P16)

Fuente: elaboración propia.

Modelos de ecuaciones estructurales

Se utilizaron ecuaciones estructurales dado que el modelo evidenció las hipótesis propuestas. No se aplicó validez convergente (si todos los ítems cargan a una sola columna del análisis factorial exploratorio) y discriminante (la carga de las otras subescalas sea despreciable) para utilizar ecuaciones estructurales, ya que la validez convergente y discriminante se utiliza cuando la escala tiene subescalas. En este caso, son todas escalas unidimensionales (que no se dividen en subescalas), las cuales se escogieron para proponer relaciones de causa efecto de acuerdo con el marco teórico. Además, este proceso se realiza en la etapa de validación, que es dentro de la creación de las escalas y estas ya fueron objeto de validación en trabajos anteriores (Peral *et al.*, 2014; Grandon *et al.*, 2019).

Para comprobar las hipótesis se ha estimado un modelo de ecuaciones estructurales utilizando variables latentes. El modelo conceptual previo a la estimación es el presentado en la figura 2, al momento de estimar tanto el modelo de medida como el modelo estructural, los p-valor se han obtenido recursivamente mediante *bootstrapping* con M=5000 muestras. Para la bondad de ajuste

global se han considerado los índices RMSEA y el porcentaje de errores estandarizados absolutos inferiores a los cálculos han sido realizados mediante el software AMOS 22.0.

El *bootstrapping* (o remuestreo) es un método que se utiliza para combatir la ausencia de normalidad, fenómeno que es recurrente en la práctica e invalida ciertas metodologías. Consiste en realizar sucesivas submuestras dentro de las observaciones de la muestra obtenida, a fin de conseguir los coeficientes del modelo en cada una de las submuestras estas submuestras generalmente se generan de forma masiva y la cantidad se elige de manera arbitraria (100, 1000, 5000, etc.) pudiéndose obtener intervalos de confianza no-paramétricos al 95 %, además de los p-valor para evaluar significancia estadística. En este caso se han seleccionado 5000 submuestras.

Los elementos de los modelos de ecuaciones estructurales se pueden explicar de la siguiente forma:

- Modelo de medida: relaciona la variable latente con sus ítems, el objetivo es determinar si la variable se manifiesta de forma significativa sobre sus ítems, es decir, que cada uno es un buen indicador de la variable definida. Es

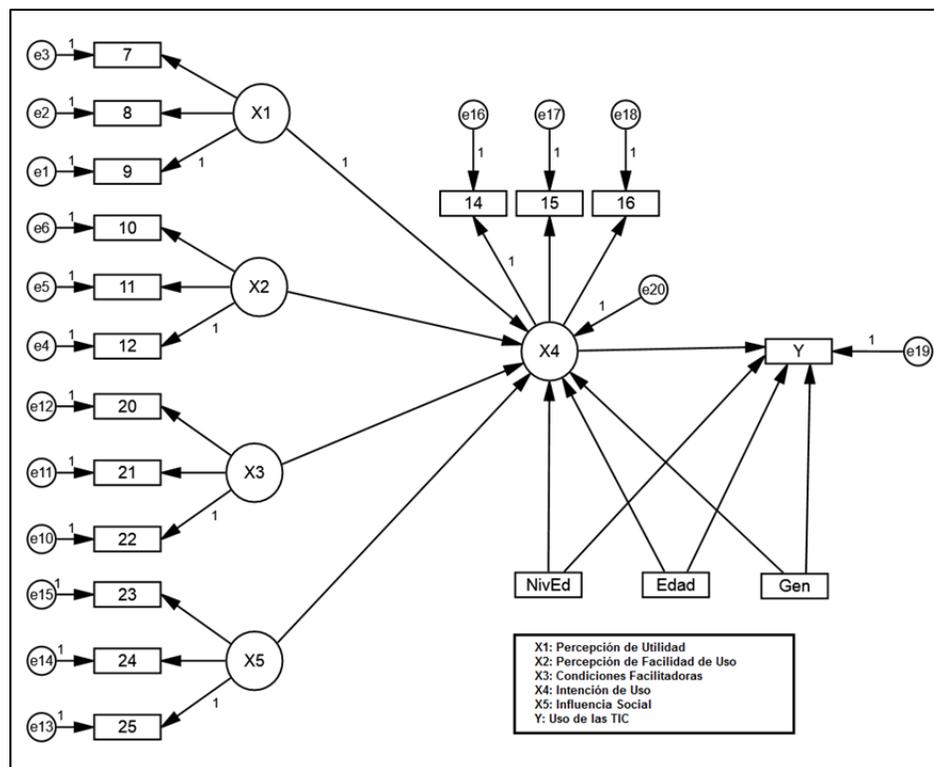


Figura 2. Modelo conceptual.

Fuente: elaboración propia.

aquella parte del modelo general en la cual solo se considera la relación entre las variables y sus indicadores.

- Modelo estructural: permite comprobar hipótesis respecto a las variables latentes definidas, responden a relaciones causa-efecto y que pueden ser uni o bidireccionales. Solo considera las relaciones entre variables latentes y covariables (edad, género, nivel educacional).

En la tabla 2 se muestran los resultados del modelo de medida, donde se observa que los coeficientes de los ítems pertenecientes a cada variable se comportan de manera adecuada, ya que son en su mayoría superiores a 0,6 y estadísticamente significativos al 5 %, lo que indica que las variables se manifiestan de manera correcta en los ítems que pretenden medirlas. En cuanto las propiedades globales, se tiene que los índices de fiabilidad compuesta (IFC) son superiores a 0,7 (excepto para

influencia social), mostrando que este último no es un indicador tan confiable para medir tal variable. Con respecto a la validez, se tiene que las escalas son válidas a excepción de percepción de utilidad e influencia social; esto implica que el grado de pertinencia de los indicadores no es suficiente para que sea representativo.

Comprobación de hipótesis

A continuación, se observa que para las hipótesis H1, H2, H3, H4 y H5 son todos coeficientes positivos y con fuerte evidencia ($p < 0,1$). Se da cuenta de que las variables que cumplen con sus hipótesis respectivas hacen incrementar la intención de uso de las TIC; lo que apoya al modelo propuesto y revela que la intención de uso, en definitiva, hace que aumente el uso de las TIC. Con respecto a las variables sociodemográficas, ninguna de ellas tiene impacto sobre la intención de uso ni el uso de las TIC.

Tabla 2. Resultados modelos de medidas

Variable	Ítems	Cargas	R ²	p	IFC ¹	IVE ²	Alfa
X1: Percepción de utilidad	P7	0,61	0,38	0,00**	0,708	0,448	0,873
	P8	0,68	0,47	0,00**			
	P9	0,71	0,50	0,00**			
X2: Percepción de facilidad de uso	P10	0,73	0,53	0,00**	0,781	0,543	0,925
	P11	0,77	0,60	0,00**			
	P12	0,71	0,50	0,00**			
X3: Condiciones facilitadoras	P20	0,82	0,67	0,00**	0,782	0,547	0,697
	P21	0,68	0,47	0,00**			
	P22	0,71	0,50	0,00**			
X5: Influencia social	P23	0,51	0,26	0,00**	0,629	0,366	0,859
	P24	0,58	0,33	0,00**			
	P25	0,71	0,50	0,00**			
X4: Intención de uso	P14	0,78	0,72	0,00**	0,843	0,642	0,936
	P15	0,78	0,60	0,00**			
	P16	0,85	0,60	0,00**			

1: índice de fiabilidad compuesta (>0,7)

2: índice de varianza extraída (>0,5)

3: alfa de Cronbach (>0,7)

Fuente: elaboración propia.**Tabla 3.** Estimaciones obtenidas

Hipótesis	Relación	β	P	R ²
H1	Percepción de utilidad → intención de uso	0,63	0,00**	0,61
H2	Percepción de facilidad de uso → intención de uso	0,35	0,00**	
H3	Condiciones facilitadoras → intención de uso	0,34	0,00**	
	Influencia social → intención de uso	0,23	0,01**	
	Edad → intención de uso	0,01	0,81	
	Género → intención de uso	0,04	0,47	
H5	Nivel educacional [=2] → intención de uso	-2,01	0,06	
	Nivel educacional [=3] → intención de uso	-2,28	0,08	
	Nivel educacional [=4] → intención de uso	-0,57	0,59	
	Nivel educacional [=5] → intención de uso	-1,48	0,22	
	Intención de Uso → uso de las TIC	0,74	0,00**	
	Edad → uso de las TIC	0,06	0,53	0,55
	Género → uso de las TIC	-0,05	0,48	
H4	Nivel educacional [=2] → uso de las TIC	0,36	0,62	
	Nivel educacional [=3] → uso de las TIC	0,20	0,82	
	Nivel educacional [=4] → uso de las TIC	0,51	0,55	
	Nivel educacional [=5] → uso de las TIC	0,64	0,42	

Fuente: elaboración propia.

Respecto a la bondad de ajuste, de la tabla 3 se tiene que el porcentaje de contribución (R^2) de las variables explicativas que afectan a la variable mediadora intención de uso es de un 61 %; esto significa que las variables en conjunto aportan un 61 % a explicar los cambios en la intención de uso. Mientras que para la variable uso de TIC es de un 55 %. Con respecto a las estimaciones internas, se tiene un RMSEA (indicador de cuanto se equivoca el modelo en general) de 0,12, el cual es levemente superior al umbral máximo de 0,10; lo que indica que hay un ajuste aceptable pero no óptimo. El porcentaje de residuos absolutos estandarizados menores a 2 es de un 84,2 %, esto revela que el modelo es capaz de replicar bien la variabilidad maestra y de replicar la información muestra inicial; con estos datos es posible predecir el comportamiento futuro en igual contexto.

Discusión

Para la comprobación de las hipótesis planteadas en esta investigación se encontró que las variables que cumplen el caso de percepción de utilidad son las tres cargas superiores a 0,6 y son estadísticamente significativas al 1 %; lo que señala que los ítems individualmente representan bien al constructo. Con respecto al R^2 la percepción de utilidad, este contribuye entre un 38 % y un 50 % a explicar que los ítems que la representan hacen incrementar la intención de uso de las TIC en un 61 %, apoyando el modelo propuesto y revelando que la intención de uso en definitiva hace que aumente el uso de las TIC. Condeza *et al.* (2016) sugieren que para la incorporación más activa de las TIC (y el querer integrarse a la tecnología más reciente) se debería procurar, en la medida de lo

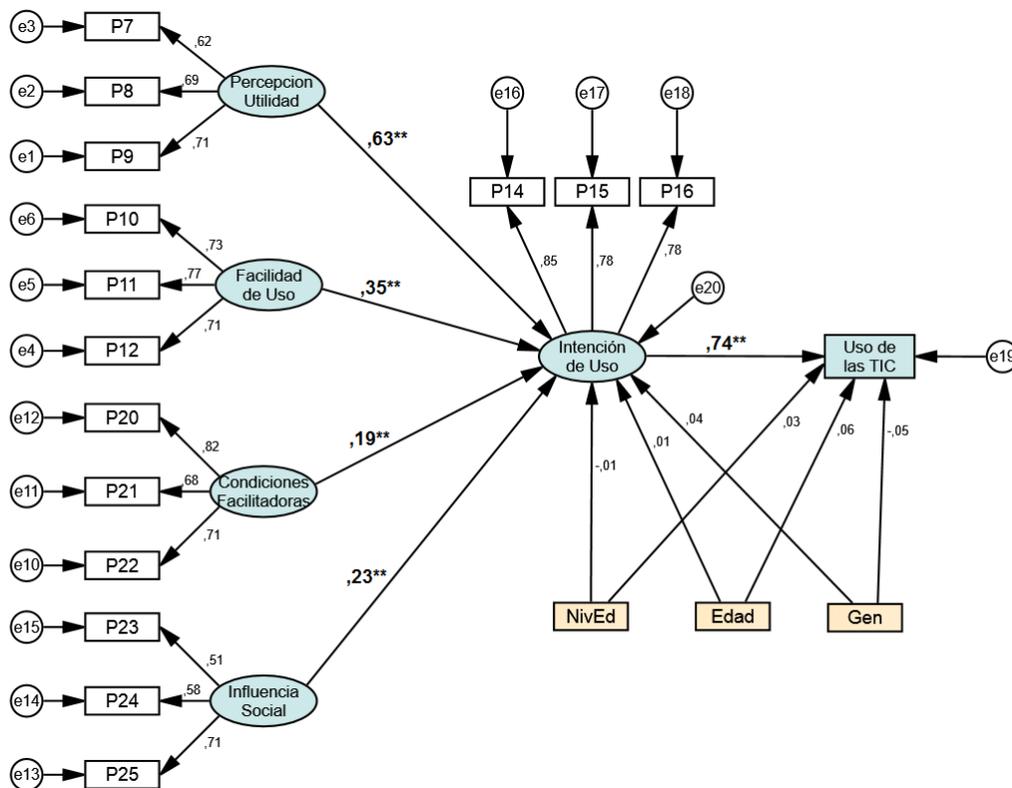


Figura 3. Modelo estimado donde se comprueban todas las hipótesis.

Fuente: elaboración propia.

posible, que las personas se sienta más útiles y que pueden aportar.

Tal como indican Grandon *et al.* (2019), los adultos mayores que más utilizan las redes sociales son los que confían en sí mismos, lo que les permite percibir que es fácil de usar; en esa investigación se obtuvo como resultados en PU y PEOU el 38 % del uso de redes sociales por parte del adulto mayor, lo que respalda el modelo TAM. Comparando estos resultados con los obtenidos en la presente investigación se observa que las dos variables explicativas intención de uso y uso contribuyen a explicar significativamente el uso de las TIC con un aporte (R^2) del 55 %. Abad (2014) precisa que para una mejor calidad de vida en la tercera edad son necesarios programas de alfabetización digital que se centren en la formación de competencias para los adultos mayores, lo que se conoce como *e-inclusión*.

Conclusiones

El envejecimiento en Chile es una realidad: si bien el país aún no se encuentra en una etapa avanzada del envejecimiento poblacional en comparación con otros países desarrollados, se prevee que la población mayor de 65 años crezca rápidamente en los próximos 20 años, por lo que se espera que los adultos mayores pasen de ser un 10 % del total de la población en el 2010 a un 20 % en el 2038 (Villalobos-Dintrans, 2017; Madariaga, 2001). ¿Cómo se va a enfrentar esta situación si ya ahora los adultos mayores requieren ayuda para comunicarse, comprar o buscar información? Una realidad que podría ayudar a solucionar el problema es la alfabetización digital de los adultos mayores, pues ellos pueden continuar aprendiendo, adquirir conocimientos y capacidades para controlar su salud, mantenerse al día respecto de los avances en materia de información y tecnología, participar (por ejemplo, mediante el trabajo o el voluntariado), adaptarse al envejecimiento (por ejemplo, a la jubilación, a la viudez o a cuidar de otra persona), mantener su identidad y conservar

el interés en la vida. Las capacidades para aprender, crecer y tomar decisiones están muy vinculadas a la autonomía, la dignidad, la integridad, la libertad y la independencia de los adultos mayores (Boulton-Lewis, 2010; Welford *et al.*, 2010; Lindberg *et al.*, 2014).

Desde estas ideas surge la necesidad de conocer acerca de las posibilidades que brindan las TIC para disminuir la brecha digital en los adultos mayores de la provincia de Concepción en Chile. Al considerar que impactan positivamente a su bienestar social, económico y de ocio, dado el aumento de la población en este grupo etario en Chile (Amuch, 2017), es importante la inclusión del adulto mayor y las TIC ya que se mejora su calidad de vida y con ello se alargan sus años de independencia.

Esta investigación buscó analizar los factores del uso de las tecnologías de la información en los adultos mayores, por medio del modelo UTAUT. Las hipótesis se comprobaron a través de modelos de ecuaciones estructurales de las relaciones propuestas entre variables actitudinales respecto al uso de las tecnologías de la información en adultos mayores, revelando que las cuatro variables explicativas contribuyen a entender significativamente la intención de uso con un aporte (R^2) del 61 % y la intención de uso explica un 55 % del uso de las TIC. Las variables de control nivel educacional, la edad y el género no son factores que promuevan la intención de uso ni el uso de las TIC, convirtiéndolos en fenómenos transversales a este grupo etario.

Para que cualquier persona independiente de su edad pueda utilizar las diversas tecnologías que han facilitado las actividades del día a día como comunicarse por mensajes, transacciones bancarias, compra de artículos, etc., deben estar diseñadas para que el adulto mayor pueda utilizarlas. Es por esto por lo que, si los adultos mayores consideran que las tecnologías son fáciles de usar, se motivarían para aprender a utilizar las TIC (Fernández-Morales *et al.*, 2016).

Se puede así concluir en este estudio que sí existen factores que determinan positivamente el uso

de las TIC; factores que influyen en las intenciones y la relación de intención-comportamiento con lo cual se puede disminuir la brecha digital en los adultos mayores. Estos factores, así como la percepción de utilidad y la percepción de facilidad de uso, son posibles de intervenir por medio de la *e-inclusión* a través de la alfabetización digital; de modo que luego estas personas podrán tener acceso en forma óptima a las TIC, lo que mejoraría su situación personal y social. La limitación en esta investigación fue el tamaño de la muestra, dado que la información recolectada fue de una provincia y en el futuro se podría aumentar el alcance de este estudio, replicarlo y extender el estudio a más zonas del país; con ello, los resultados logrados serían más representativos para sugerir nuevas políticas de alfabetización digital para los adultos mayores.

Referencias

- Abad, L. (2014). Diseño de programas de e-inclusión para alfabetización mediática de personas mayores. *Media Literacy for Older People Facing the Digital Divide: The e-Inclusion Programmes Design*, 21(42), 173-180. <https://doi.org/10.3916/C42-2014-17>
- Almenara, J. C., Osuna, J. B., Cejudo, M. del C. L. (2016). Technology acceptance model & realidad aumentada: Estudio en desarrollo. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(2), 18-26. <https://doi.org/10.22507/rli.v13n2a2>
- Amuch (2017). Los adultos mayores en las comunas de Chile : actualidad y proyecciones. <http://www.amuch.cl/wp-content/uploads/2017/05/Estudio-Adulto-Mayor-en-las-comunas-de-Chile-Proyecciones>
- Arnold, M., Herrera, F., Massad, C., Thumala, D. (2018). *Quinta encuesta nacional y exclusión social de las personas mayores en Chile 2017*. Ediciones Servicio Nacional del Adulto Mayor.
- Boulton-Lewis, G. M. (2010). Education and Learning for the Elderly: Why, How, What. *Educational Gerontology*, 36(3), 213-228. <https://doi.org/10.1080/03601270903182877>
- Cataldo, C. A., Muñoz, C. N. (2013). Validación cualitativa de UTAUT Evidencias desde un estudio de investigación acción. *Inforon. IV Congreso Internacional de Computación e Informática Del Norte de Chile* (pp. 1-9). <https://doi.org/10.13140/2.1.4446.9767>
- Chen, K., Chan, A. H. S. (2014). Predictors of gerontechnology acceptance by older Hong Kong Chinese. *Technovation*, 34, 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.09.010>
- Condeza, A. R., Bastías, G., Valdivia, O., Cheix, C., Barrios, X., Rojas, R., Gálvez, M., Fernández, F. (2016). Adultos mayores en Chile: descripción de sus necesidades en comunicación en salud preventiva. *Cuadernos.Info*, 38, 85-104. <https://doi.org/10.7764/cdi.38.964>
- Cresci, M. K., Yarandi, H. N., Morrell, R. W. (2010). Pro-nets versus no-nets: Differences in urban older adults' predilections for internet use. *Educational Gerontology*, 36(6), 500-520. <https://doi.org/10.1080/03601270903212476>
- Díaz-Llairó, A. (2011). *El talento está en la red*. LID Editor.
- Eurostat (2005). The digital divide in Europe. *Animal Behaviour*, 74(3), 359-361. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.06.003>
- Fernández-Morales, K., McAnally-Salas, L., Vallejo-Casarín, A. (2016). Apropiación tecnológica: Una visión desde los modelos y las teorías que la explican. *Perspectiva Educativa*, 54(2). <https://doi.org/10.4151/07189729-vol.54-iss.2-art.331>
- Grandon, E. E., Ordenes, L. B., Araya, S., Ramírez-Correa, P., Alfaro-Perez, J. (2019). Social network sites and elders: An empirical study. *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, (pp. 1-4). <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760617>
- Hong, S. J., Lui, C. S. M., Hahn, J., Moon, J. Y., Kim, T. G. (2013). How old are you really? Cognitive age in technology acceptance. *Decision Support Systems*, 56(1), 122-130. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2013.05.008>

- Instituto Nacional de Estadística de Chile (2019). <https://www.ine.cl/estadisticas/laborales/ene>
- Lindberg, C., Fagerström, C., Sivberg, B. W. (2014). Concept analysis: patient autonomy in a caring context. *Journal of Advanced Nursing*, 70(10), 2208-2221. <https://doi.org/10.1111/jan.12412>
- Llorente-Barroso, C., Viñarás-Abad M., Sánchez-Valle, M. (2015). Mayores e internet: la red como fuente de oportunidades para un envejecimiento activo. *Comunicar*, 23(45), 29-36. <https://doi.org/10.3916/C45-2015-03>
- Madariaga, A. V. (2001). Envejecimiento y vejez en América Latina y el Caribe: políticas públicas y las acciones de la sociedad. En *Población y desarrollo*. <https://www.gerontologia.org/portal/archivosUpload/viveros.pdf>
- Mar, A., Garc, A., Maya, S. (2014). Análisis del concepto envejecimiento. *Gerokomos*, 25(2), 57-62. <https://doi.org/10.4321/S1134-928X2014000200002>
- McCloskey, D.W. (2006). The Importance of Ease of Use, Usefulness, and Trust to Online Consumers. *Journal of Organizational and End User Computing*, 18(3), 47-65. <https://doi.org/10.4018/joeuc.2006070103>
- Niehaves, B., Plattfaut, R. (2014). Internet adoption by the elderly: Employing IS technology acceptance theories for understanding the age-related digital divide. *European Journal of Information Systems*, 23(6), 708-726. <https://doi.org/10.1057/ejis.2013.19>
- Organización Mundial de la Salud (2015). *Informe Mundial sobre el envejecimiento y la salud*. https://doi.org/ISBN_978_92_4_356504
- Peral, B. P., Gaitán, J. A., Ramón-Jerónimo, M. Á. (2014). Technology Acceptance Model y mayores: ¿la educación y la actividad laboral desarrollada son variables moderadoras? *Revista Española de Investigación de Marketing ESIC*, 18(1), 43-56. [https://doi.org/10.1016/s1138-1442\(14\)60005-x](https://doi.org/10.1016/s1138-1442(14)60005-x)
- Ramón-Jerónimo, M.A., Peral-Peral, B., Arenas-Gaitán, J. (2013). Elderly Persons and Internet Use. *Social Science Computer Review*, 31(4), 389-403. <https://doi.org/10.1177/0894439312473421>
- Sanz-Menéndez, L. (2003). Análisis de Redes sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, 7, 21-27.
- Selwyn, N. (2004). Reconsidering political and popular understandings of the digital divide. *New Media and Society*, 6(3), 341-362. <https://doi.org/10.1177/1461444804042519>
- Taherdoost, H. (2018). A review of technology acceptance and adoption models and theories. *Procedia Manufacturing*, 22, 960-967. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.137>
- Venkatesh, M.G., Davis, G.B., Davis, F.D. (2003). User Acceptance of information technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, V. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Villalobos-Dintrans, P. (2017). Aging and long-term care in Chile: challenges in the OECD context. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 41(9), e86. <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC6660891&blobtype=pdf>
- Welford, C., Murphy, K., Wallace, M. C. D. (2010). A concept analysis of autonomy for older people in residential care. *Journal of Clinical Nursing*, 19(9-10), 1226-1235. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2009.03185.x>





Puentes entre conocimientos tradicionales y conocimientos científicos escolares con relación a las plantas medicinales en el grado 8vo del liceo Nuestra Señora de Torcoroma

Bridges between traditional knowledge and scientific knowledge in relation to medicinal plants in grade 8th of the Nuestra Señora de Torcoroma high school

Pontes entre o conhecimento tradicional e o conhecimento científico escolar sobre plantas medicinais na 8ª classe do Liceo Nuestra Señora de Torcoroma

Duberney Páez-Rincón¹
Jaime Duvan Reyes-Roncancio²

Recibido: marzo 2020

Aceptado: agosto 2020

Para citar este artículo: Páez-Rincón, D., Reyes-Roncancio, J. D. (2020). Puentes entre conocimientos tradicionales y conocimientos científicos escolares con relación a las plantas medicinales en el grado 8vo del liceo Nuestra Señora de Torcoroma. *Revista Científica*, 39(3), 309-323. <https://doi.org/10.14483/23448350.16736>

Resumen

Las dinámicas educativas actuales y la concepción de la ciencia como un sistema cultural evidencian la necesidad de generar nuevas perspectivas de enseñanza de los contenidos biológicos, alejándose de los procesos de formación tradicionales que se enfocan en contenidos temáticos. El presente artículo reúne los resultados de una investigación sobre la implementación de actividades didácticas que permitieron la identificación de los puentes entre conocimientos tradicionales (CT) y los conocimientos científicos escolares (CCE) alrededor de la enseñanza de las propiedades medicinales de las plantas en el grado 8vo del liceo Nuestra Señora del Torcoroma. En el desarrollo del presente trabajo se encontró un cuerpo de saberes escolares que relacionan el uso de 17 especies vegetales como mecanismo de tratamiento para 15 afecciones comunes. De igual manera, se propone

una categorización de los puentes entre conocimientos a partir de las posturas de ciencia que muestran los estudiantes y los criterios de validez que asumen para el saber científico y tradicional. Esto permitió identificar: puentes disruptores que se describen como relaciones entre CT y CCE que generan jerarquización y no validación del CT; puentes asimilacioncitas que permiten reconocer el CT, pero no darle un estatus válido como el del CCE; y puentes integradores que validan el CT y lo vinculan con el CCE para difundir un saber holístico. Estos resultados enmarcan a los estudiantes como generadores del diálogo entre saberes y constructores de conocimiento académico, lo cual hace evidente la necesidad de generar propuestas de enseñanza que dignifiquen los conocimientos propios de los grupos sociales y reconozcan la ciencia al igual que un cuerpo de diversidad cultural y epistemológica.

1. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. dpaezr@correo.udistrital.edu.co

2. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. jdreyesr@udistrital.edu.co jdr6725@gmail.com

Palabras clave: conocimiento tradicional, interculturalidad, diálogo de saberes, plantas medicinales.

Abstract

The current educational dynamics and the conception of science as a cultural system make evident the need to generate new perspectives for teaching biological content, abandoning traditional training processes which focus on thematic content. This article brings together the results of an investigation into the implementation of didactic activities that allowed the identification of the bridges between traditional knowledge TC and scientific knowledge CCE school around the teaching of the medicinal properties of plants in grade 8 of our high school nuestra señora del Torcoroma. In the development of this work, a body of school knowledge was found that relates the use of 17 plant species as a treatment mechanism for 15 common conditions, in the same way a categorization of the bridges between knowledge is proposed based on the positions of science that They show the students and the validity criteria they assume for scientific and traditional knowledge, allowing to identify: disruptive bridges that are described as relationships between TC and CCE that generate hierarchy and non-validation of traditional knowledge; Assimilation bridges that allow the TC to be recognized but not give it a valid status as that of the CCE and Integrative bridges that validate the CT and link it to the CCE to generate holistic knowledge. These results frame students as generators of dialogue of knowledge and as builders of school knowledge, which makes evident the need to generate teaching proposals that dignify the knowledge of social groups and recognize science as a body of cultural and epistemological diversity.

Keywords: traditional knowledge, interculturality, knowledge dialogue, medicinal plants.

Resumo

A dinâmica educacional atual e a concepção da ciência como sistema cultural evidenciam a necessidade de gerar novas perspectivas para o ensino de conteúdo biológico, abandonando os processos tradicionais de treinamento voltados para o conteúdo temático. Este artigo reúne os resultados de uma investigação sobre

a implementação de atividades didáticas que permitiram identificar as pontes entre o conhecimento tradicional CT e o conhecimento científico da escola CCE em torno do ensino das propriedades medicinais das plantas na 8ª série do ensino médio. No desenvolvimento deste trabalho, foi encontrado um corpo de conhecimento escolar que relaciona o uso de 17 espécies de plantas como mecanismo de tratamento para 15 condições comuns, da mesma forma que uma categorização das pontes entre o conhecimento é proposta com base nas posições da ciência que Eles mostram os alunos e os critérios de validade que assumem para o conhecimento científico e tradicional, permitindo identificar: pontes disruptivas que são descritas como relações entre CT e CCE que geram hierarquia e não validação do conhecimento tradicional; Pontes de assimilação que permitem que o TC seja reconhecido, mas não lhe dê um status válido como o das pontes CCE e Integrative que validam o CT e o vinculam ao CCE para gerar conhecimento holístico. Esses resultados enquadram os alunos como geradores do diálogo do conhecimento e como construtores do conhecimento escolar, o que evidencia a necessidade de gerar propostas de ensino que dignifiquem o conhecimento dos grupos sociais e reconheçam a ciência como um corpo de diversidade cultural e epistemológica.

Palavras-chaves: conhecimento tradicional, interculturalidade, diálogo de conhecimento, plantas medicinas.

Introducción

El presente artículo reúne las experiencias de una investigación exploratoria y reflexiva sobre la construcción del conocimiento científico escolar (CCE) y el papel de los conocimientos tradicionales (CT) en la dinámica de la formación en ciencias en la escuela. Surge desde la necesidad de contemplar un aula que reconozca y haga partícipes las diferentes posturas culturales y conocimientos comunes que tienen los estudiantes con respecto a múltiples fenómenos o conceptos científicos. Pues, dadas las condiciones curriculares actuales, los procedimientos de enseñanza en general se caracterizan por describir el saber tradicional como

un conocimiento no válido (Ducasse, 2016), el cual se debe remplazar por la postura de ciencia occidental; derivada de la corriente positivista en cuya posición el saber biológico solo se valida por fases de experimentación y difusión científica (Giraldo, 2017).

Esta postura se puede considerar reduccionista, pues establece una dinámica de enseñanza unidireccional en la cual es el maestro el representante del saber sabio y quien tiene el objetivo de reemplazar los saberes comunes por un discernimiento más elevado que responda a las características o prácticas derivadas del método científico. Lejos de considerar la ciencia como un cuerpo de saberes reservado para una elite científica o la única verdad acerca de lo vivo, esta investigación asume el proceso de enseñanza-aprendizaje conforme a una actividad dialógica en la cual maestros y alumnos comparten su información y a partir de dichas posturas generan un aprendizaje escolar que está mediado por sus características socioculturales y las relaciones que tienen con lo biológico. Esta percepción más amplia del saber biológico se construye a partir de la perspectiva intercultural de la ciencia. Bajo este enfoque la ciencia es un cuerpo de saberes que se construye dentro un entramado social, teniendo por eje la cultura; en esta medida, el saber biológico se asume como una construcción colectiva en la cual se generan acuerdos entre las diferentes visiones del mundo.

Desde esta idea alternativa de la ciencia, la escuela se concibe a manera de un escenario culturalmente diverso. Pérez (2015) afirma que el conocimiento común y el acervo cultural en lugar de contemplarse como obstáculos para el aprendizaje se deben considerar como el punto de referencia y aproximación para la construcción del saber escolar, el cual se caracteriza por emerger de la relación dialógica que visibiliza al estudiante como un sujeto activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que aporta sus posiciones frente a las diversas temáticas escolares y construye un saber propio a partir del diálogo entre el CT y el CCE.

El reconocimiento del mundo, de la naturaleza o las fuerzas que describen su dinámica son los ejes del CCE; el aula es el lugar donde se construyen las bases de la postura individual sobre lo vivo; y la enseñanza sin duda se constituye como el ejercicio que posibilita ese diálogo de saberes entre los CT y los CCE. Como producto de este encuentro de saberes, los alumnos pueden tener una aproximación más auténtica al conocimiento científico. En el caso del saber biológico la comprensión de la naturaleza parte del conocimiento de su entorno; mientras que la experiencia les permite aproximarse y comprender los fenómenos de la naturaleza.

Para construir ese saber propio de la ciencia los escolares generan actividades o relaciones entre CT y los CCE, las cuales se pueden establecer a modo de negociaciones entre dos posturas epistemológicas diferenciadas; estas conexiones se conciben según el cruce de fronteras y han recibido la denominación de *puentes entre conocimientos*. Los puentes son una expresión que esboza el contacto entre las partes e invita a pensar en entrecruzamientos e intercambios, conforme sugiere la perspectiva intercultural. De igual forma, al convertirse en puntos de transición es necesario un diálogo para que el intercambio y la mudanza puedan ocurrir de forma fluida. Surge aquí el diálogo como una característica de los puentes, al pensar que, para poder dialogar, los diferentes tipos de conocimiento (para el caso específico de esta investigación los CT y CCE) deben estar ubicados en un mismo nivel y permitir de esta manera el tránsito y reflexión en ambas direcciones para así lograr el entendimiento de un nuevo conocimiento en el estudiante.

Estos puentes pueden darse entre las ideas radicalmente opuestas, entre quienes establecen las ideas de desarrollo y los que ejecutan dichos planteamientos en medio de propios y extraños, lo que propicia el cruce de fronteras culturales (Elkana, 1970; Aikenhead y Jegede, 1999; Cobern y Loving, 2001). Este diálogo involucra una exposición de las palabras que permite tomar una

posición frente a cada hecho y hace evidente la humildad intelectual necesaria para poder escuchar al otro, analizar lo que plantea y tener la capacidad de tomar decisiones en conjunto. En esta dinámica los docentes son los facilitadores del emerger de dichos puentes de conocimiento (Fajardo, 2006).

En ese mismo sentido, la función primaria de la metáfora *puentes* es la comprensión, es decir, el poder entender y experimentar una realidad en términos de otra, lo cual contribuye al aumento del conocimiento (Valladares y Olivé, 2015). Para esta investigación el puente es una herramienta metodológica que puede permitir una mejor comprensión del fenómeno; no obstante, la categoría se toma como un aspecto emergente. De acuerdo con los argumentos teóricos mencionados, se logra describir los puentes como autopistas para el intercambio de saberes entre dos mundos que difieren en tres aspectos cruciales:

1. Idea de lo que es la ciencia.
2. Base epistemológica del conocimiento.
3. Contenido discursivo.

Al estructurarse los puentes entre conocimientos es posible el tránsito de información de las distintas posturas entre la ciencia universalista y pluralista, lo cual conduce hacia la consolidación de un nuevo conocimiento producto de la discusión y acuerdos que se generen entre CT y CCE. Las diversas dimensiones que caracterizan el CT y el CCE establecen el soporte ontológico de dicho conocimiento emergente (figura 1).

Los tránsitos de saberes entre los dos tipos de conocimiento en ocasiones pueden derivar en una mayor comprensión de la dinámica biológica, así como una posición menos reduccionista de los desarrollos y logros científicos (Molina *et al.*, 2014).

Para que realmente exista un diálogo entre CT y CCE se debe transformar la dinámica de la enseñanza de la ciencia, la visión que tiene el maestro de la ciencia debe tener una perspectiva pluralista y es necesario reconocer al alumno como un constructor y fuente de conocimiento. El primer paso para constituir un aula promotora del diálogo de saberes es reconocer las actividades culturales y CT que tienen los escolares. En ese sentido, los esfuerzos desde la etnobotánica han sido múltiples y

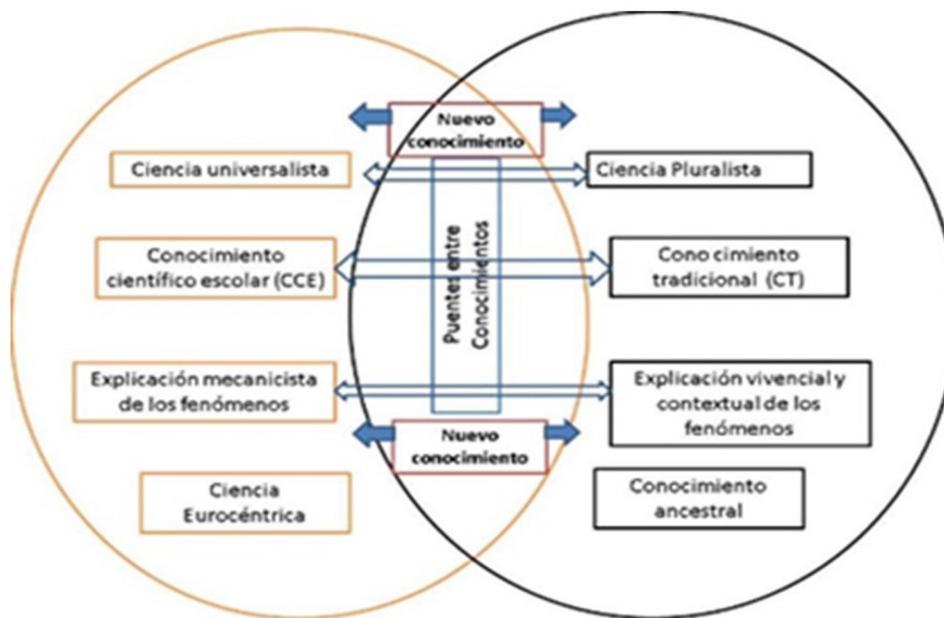


Figura 1. Dimensiones del CT y el CCE que conectan los puentes entre conocimientos.

Fuente: elaboración propia.

permiten encontrar un amplio abanico de saberes acerca de lo vivo y sus fenómenos (Arruda *et al.*, 2001; De Carvalho y Flórez, 2014). Sin embargo, la investigación acerca de los CT en la escuela ha admitido reconocer la importancia del diálogo de saberes como fortalecedor de la comprensión de las temáticas científicas escolares.

Dentro de las temáticas curriculares la nutrición ha sido una importante fuente de investigación con relación a los CT. Dadas las características del pensamiento latinoamericano, la alimentación es una actividad que reúne una gran cantidad de sabiduría ancestral; los alimentos típicos constituyen una fuente nutritiva importante y fundamental para el desarrollo de los pueblos (Monroy, 2016). En investigaciones realizadas en el aula se han identificado saberes habituales que permiten describir los aportes nutricionales y las dietas balanceadas que realizan las comunidades chilenas y argentinas (Martínez *et al.*, 2016).

En ese sentido, López (2012) describe a través del reconocimiento de los alimentos clásicos el CT, además afirma que se pueden crear mejores posibilidades de propagar la comprensión de la trascendencia de la flora nativa. De igual manera, se puede acrecentar el interés por conservarla (Muñoz *et al.*, 2013).

Con respecto al área de las plantas medicinales, los reportes latinoamericanos conducen a una descripción amplia de la cosmovisión de los pueblos Mapuches (Quintriqueo *et al.*, 2011), quienes han adoptado unas dinámicas de cultivo de plantas como la sangría y el llantén, pues consideran estas como obligatorias en las chagras actuales y demuestran que este recurso oral ha posibilitado la conservación de los saberes de generación en generación (Sepúlveda, 2006). De igual manera, en zonas remotas de Argentina se ha constituido un cuerpo de plantas normalmente usadas por los escolares, las cuales corresponden a plantas nativas e introducidas de Europa. En Colombia existen avances significativos en el reconocimiento de los CT de los estudiantes alrededor de las plantas; por ejemplo, Osma (2016) ha descrito un grupo de 12

plantas, las cuales se consolidan como el grupo de especies vegetales que utilizan los estudiantes de una escuela normal del eje cafetero, principalmente para los resfriados y dolores comunes. En este sentido, se han descrito procesos de intervención escolar que han vinculado el CT de las propiedades curativas con la conservación de la flora y la forma de cultivar, lo que brinda una comprensión mayor de la relación del ser humano con el ambiente y permite establecer unos nuevos criterios sobre los conocimientos que se transmiten culturalmente (Luna y Durango, 2018).

Este tipo de investigaciones esbozan el CT en materia de las propiedades medicinales de las plantas. Sin embargo, es necesario profundizar en el diálogo de saberes que establecen los estudiantes entre los CT y los CCE; por ello, se plantea esta intervención didáctica con el fin de caracterizar las posturas de los alumnos y así constituir un marco general que permita describir y reconocer los puentes entre conocimientos que posibilita la enseñanza bajo la perspectiva intercultural.

Metodología

El presente trabajo de investigación se enmarca en el enfoque investigación acción educativa (IAE), ya que describe la intervención del docente como investigador con el fin de transformar o mejorar la práctica educativa (Restrepo, 2002). Es de corte interpretativo, al considerar la postura en la que se asume la realidad educativa, la cual deviene de un proceso de construcción social resultante de las interpretaciones subjetivas y los significados que aportan los actores que intervienen en el proceso educativo (Bisquerra y Alzina, 2004). Se asume un enfoque cualitativo y constructivista pues esta orientación permite explorar la práctica educativa tal y como ocurre en los escenarios naturales, posibilita la reflexión desde el reconocimiento y escucha de todos los actores participantes en el acto educativo y aborda las problemáticas educativas en forma de actividades susceptibles para ser mejoradas (Latorre *et al.*, 2003). En consecuencia,

ofrece la posibilidad al maestro de observar, caracterizar y cuestionar.

Reconocimiento de los CT

Para el reconocimiento de los CT de los estudiantes se creó un instrumento de recolección de información que fue validado por dos pares académicos; este consistía en la realización de actividades relacionadas con la composición de una letra alternativa a la canción “El yerberito moderno”, autoría de Celia Cruz. El propósito principal del instrumento fue remplazar la letra de la canción original por los conocimientos propios de los estudiantes, para ello se propusieron unas preguntas clave que dirigidas hacia el CT que tienen los escolares respecto a las plantas medicinales y sus usos. La muestra general de la investigación correspondió a los 20 estudiantes del curso 801.

La información recolectada fue sistematizada y codificada para ser examinada por el software MAXQDA 2018 ®; se realizó un estudio

cualitativo y cuantitativo que consistió en tres aspectos fundamentales:

1. Plantas reconocidas por los estudiantes como plantas medicinales.
2. Usos que atribuyen los estudiantes a las diferentes plantas referenciadas.
3. Origen de los CT y criterios de validez de los estudiantes a las propiedades medicinales de las plantas.

Caracterización de los puentes entre CT y CCE

Para este apartado se planteó una secuencia de actividades que tuvieron por eje la consolidación del CT de los estudiantes y la construcción de un producto natural por grupos. La secuencia referenciada tuvo como iniciativa la construcción de un ambiente de aprendizaje en el cual los estudiantes se aproximaron a fuentes directas del CT y generaron un producto de difusión de dicho saber (tabla 1).

Tabla 1. Secuencia de actividades implementada

Actividad	Objetivos	Características	Productos	Código
Cantando y aprendiendo	Socializar los CT de los diferentes integrantes del curso.	Consistió en socialización instrumento en el cual se recomponía la canción “el yerbero moderno de Celia Cruz a partir de los CT de los estudiantes.	Registro de la actividad en el diario de campo.	11
Escuchando a los que más saben	Ampliar el CT de los estudiantes sobre las plantas medicinales.	Se realizaron diálogos cortos de 2 a 3 minutos con vendedores de plantas medicinales, describiendo sus beneficios.	Entrevistas en audio. Producto escolar: lamina descriptiva.	12
Cómo se cultivan las plantas medicinales	Acercar a los estudiantes hacia las prácticas tradicionales de preparación de las plantas medicinales.	Intervención y salida pedagógica. Se realizó una retroalimentación de los saberes evidenciados en las entrevistas; una visita guiada al Jardín Botánico y charla sobre el aprovechamiento de las propiedades medicinales de las plantas.	Registro de la actividad en el diario de campo, fotografías. Producto escolar: lamina descriptiva.	13
Feria de productos naturales	Presentar un producto natural a partir del conocimiento adquirido en las actividades.	Se realizó un encuentro y los estudiantes prepararon.	Videos de las explicaciones escolares, imágenes de la presentación (afiches).	14

Fuente: elaboración propia.

Para llevar a cabo las actividades los estudiantes se dividieron en cuatro grupos. Con el fin organizar los resultados se enumeraron de E1 a E5, acompañado del grupo al que pertenecen, y con respecto a las fuentes de información se antepone este sistema de códigos:

- D: diario
- F: fotografía
- V: video
- I: producto de clase

Los diferentes productos fueron sometidos a un análisis cualitativo teniendo en cuenta los planteamientos y aproximaciones teóricas respecto al termino *puentes de conocimiento*, describiéndolos como las acciones, eventos o situaciones que dinamizan el cruce de fronteras entre los CT, los conocimientos ecológicos (CE) y los CCE.

Para el análisis de los datos se estableció una categorización emergente desde el análisis cualitativo a partir de las ideas de concepción de la ciencia intercultural. Molina y Mojica (2013) han propuesto unas categorías propias para describir las diferentes posturas de los docentes alrededor de la ciencia y describen cómo estas determinan

directamente sus acciones en el aula. Teniendo en cuenta que los estudiantes son individuos que intervienen directamente en el acto educativo, y que a lo largo de su formación están relacionados con diferentes fuentes de conocimiento acerca del mundo natural, se hace necesaria una comprensión de la manera en la cual relacionan los conocimientos comunes con los contenidos temáticos escolares.

Resultados

Caracterización de los CT presentes en los estudiantes de 8vo grado del liceo Nuestra Señora de Torcoroma

El instrumento 1 permitió identificar 17 plantas a las cuales los estudiantes aluden propiedades medicinales (tabla 1). Este análisis se realizó a partir de las concepciones registradas frente a preguntas directas planteabas por el instrumento, de acuerdo con las características del grupo, los cuales permiten inferir que el conocimiento de dichas especies vegetales se ha dado gracias a la transmisión oral de los saberes o tradición familiar, lo que genera un vínculo indirecto entre los estudiantes y el CT.

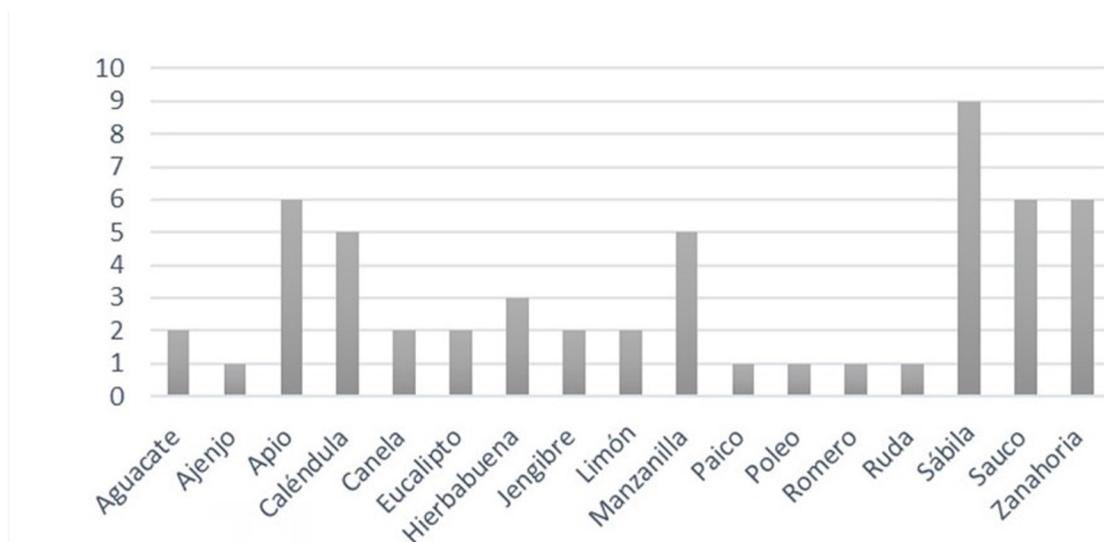


Figura 2. Plantas usadas comúnmente por los estudiantes del liceo Nuestra Señora de Torcoroma.

Fuente: elaboración propia.

Santos (2018) enmarca los CT dentro de las citadas *epistemologías del sur*, las cuales son cuerpos de conocimiento que los pueblos han construido a través de sus prácticas culturales y su relación con el entorno. En la presente investigación este conjunto de CT se integra de manera personal mediante un sistema de validación que se realiza a través de la experiencia y la observación. Es decir, las ideas de las propiedades vegetales cobran sentido para el alumno cuando este lo verifica por sí mismo o por observación de un caso específico. En ese momento, se puede considerar un conocimiento cultural útil pues se ha sometido a un proceso de análisis e interiorización que sirve de manera auténtica; de modo que este proceso de validación constituye una característica que se repite en las generaciones futuras y es lo que asegura la conservación de dicho saber.

Usos principales de las plantas medicinales

Los usos frecuentes que los estudiantes dan a las plantas relacionadas corresponden a patologías comunes; siendo este un mecanismo primario de defensa frente afecciones de baja complejidad médica. Se lograron identificar 15 síntomas generales que se tratan con el uso de dichas plantas. En general, se evidencia un cuerpo de especies vegetales muy comunes las cuales cuentan con propiedades características.

La sábila es la planta que más conocen y usan los estudiantes. En sus explicaciones la relacionan principalmente como una hidratante de la piel, razón por la cual es ampliamente usada para mejorar lesiones como quemaduras; también, se le atribuyen propiedades de fortalecimiento capilar o expectorante. Mientras que el jengibre y el limón se constituyen como las plantas y frutos que abarcan mayor número de usos. Estas apreciaciones se pueden relacionar con hallazgos que han permitido caracterizar un cuerpo de CT más amplio en centros de educación rural colombianos (Reyes, 2014).

En cuanto a las dosis suministradas, tipo de administración y preparaciones se encuentra variedad de respuestas pues dependen de la necesidad. Pero, por lo general, se utilizan las áreas foliares, tallos flores o frutos para realizar infusiones; a excepción del paico cuya raíz es macerada y se ingiere para actuar como desparasitante o el caso de la zanahoria, con la cual se realizan emplastos y se disponen en el área afectada para el alivio de quemaduras.

Todas las utilidades descritas en este apartado cuentan con evidencia en comunidades escolares del centro-oriente del país, en las cuales se ha realizado proceso de investigación de sus CT alrededor de los beneficios medicinales (Reyes, 2014).

Origen de los CT

Para establecer de manera clara la forma en la cual los estudiantes adquieren los conocimientos acerca de las plantas medicinales dentro del instrumento se incluyó una pregunta específica: "Describe ese evento en el que fuiste participe de la comunicación de saberes acerca de las plantas medicinales". Los resultados fueron codificados de E-1 a E-20 para su análisis. En todos los eventos relatados por los estudiantes se detecta como contacto directo con el conocimiento de las plantas medicinales el círculo familiar, lo que denota una directa transmisión oral intergeneracional; mecanismo típico de la socialización y difusión de los saberes ancestrales (Palacios, 2019). Estos CT que reciben los estudiantes se afianzan en la propia experiencia de su actividad medicinal. Como se puede observar en la figura 3 los estudiantes, a la par de la tradición oral del conocimiento, han tenido la posibilidad de evaluar de manera directa las propiedades de cada una de las plantas que mencionan. Por tal razón, sus respuestas frente a los usos y tipos de plantas surge de un proceso de reflexión propio en el cual han sido veedores de que estas plantas sí tienen una actividad directa sobre afecciones comunes.

Tabla 2. Usos principales de las plantas según CT de los estudiantes del liceo Nuestra Señora de Torcoroma

	Aguacate	Ajenjo	Apio	Caléndula	Canela	Eucalipto	Hierbabuena	Jengibre	Limón	Manzanilla	Palco	Polvo	Romero	Ruda	Sábila	Sauco	Zanahoria
Anti vomitivo		X															
Antidiarreico					X							X					
Antiparasitario								X			X						
Antiséptico				X					X				X				
Cicatrizante				X											X		
Control de los nervios										X							
Desparasitante											X						
Digestión			X		X		X		X	X					X		
Fiebre								X									X
Cólicos							X					X					
Gripa, resfriado								X	X								
Hidratación de la piel	X														X		
Tensión arterial	X																
Tos						X		X	X			X					
Vista																	X

Fuente: elaboración propia.

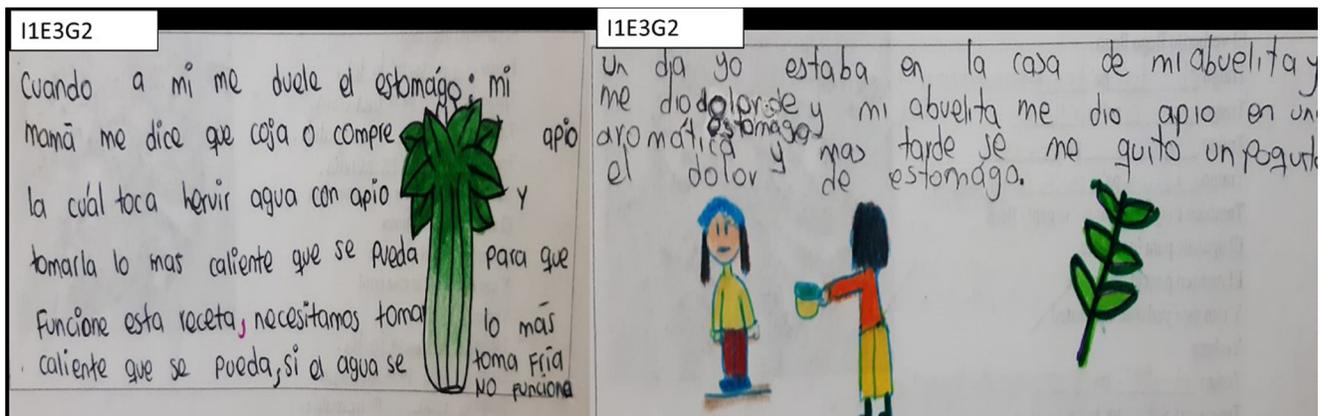


Figura 3. Ejemplo de las respuestas de los estudiantes frente al origen de sus saberes acerca de las plantas.

Fuente: elaboración propia.

Caracterización de los puentes entre conocimientos

El término *puentes entre conocimientos* se explica como una analogía para especificar los tránsitos

que se realizan entre dos posturas epistémicas o dos fuentes de saberes culturalmente diferenciados (Melo *et al.*, 2017; Aikenhead *et al.*, 2006). Desde este punto de vista, se asumen los puentes como las actitudes, discursos o actividades

que pueden emplear los estudiantes para generar un diálogo entre los CT y los CCE. En esta investigación se pueden evidenciar las transformaciones en las reflexiones y discursos que describen conexiones entre los conocimientos que tienen los estudiantes de la clasificación de las plantas, los componentes químicos (principios activos) o los procesos industriales que se relacionan con la obtención de extractos.

La vinculación de los CT con los CCE generó una conexión directa entre los saberes de los tipos de plantas que emplean los estudiantes y los beneficios en materia de salud humana. Este encuentro intercultural se enriqueció con el diálogo que sostuvieron los alumnos con expertos ambientales del Jardín Botánico (durante el desarrollo de la salida pedagógica realizada). Dicha actividad permitió describir la relación que tienen los estudiantes con el CT; en esta se realizó una conversación dinámica en el cual los estudiantes expresaron su postura sobre los CT de las plantas y a partir de allí se fue aproximando el conocimiento escolar, lo que facilitó encontrar puntos de negociación entre el CT y el CCE.

Al observar las posturas asumidas por los participantes en la dinámica de la utilidad de las plantas, durante el proceso de intercambio de ideas con otros, se pueden evidenciar ciertas razones que

movilizan a los alumnos hacia el aprendizaje autónomo (lo que ubica a los estudiantes como constructores de puentes de conocimiento). Ya que en el proceso de formación escolar los educandos generan conexiones que permiten visibilizar la perspectiva que tienen del CT y su actitud frente a los contenidos de los diferentes tipos de saberes, estas posturas muestran cómo a través de la enseñanza se pueden vincular estas dos líneas de pensamiento. A partir de estas inferencias, esta investigación propone una caracterización de dichos puentes de conocimiento, partiendo de la postura que asumen los estudiantes al ser partícipes del encuentro de estas maneras de ver el mundo.

Al profundizar en la relación de las diversas fuentes de saber y las perspectivas que tuvo el grupo en las diferentes etapas de implementación de la secuencia didáctica se pueden evidenciar transformaciones conceptuales que demuestran la construcción de puentes de conocimiento. Estos se describen a partir de supuestos teóricos que se han configurado alrededor de la investigación de dicho concepto a nivel formativo en el profesorado.

Para este proceso de conceptualización de los puentes de conocimiento la postura de los individuos frente a la ciencia es fundamental. En este sentido, Molina y Mojica (2013) han propuesto cuatro perspectivas:

A.

D3E3G3= *Las plantas se usan en muchos productos de belleza o medicina, los champús tienen extracto de argán, manzanilla y aceite de almendras eso este mezclado con productos químicos y unos limpian y los otros nutren el cabello los indígenas saben todo eso hacen sus propias preparaciones y por eso tienen las indias un cabello hermoso.*

B.

D3E5G2= *Las plantas medicinales tienen unas propiedades que sirven, pero igual no todas funcionan toca estudiar lo que tienen y producirlo, además por que las estudian es que se sabe para que usarla o como tomársela.*

Figura 4. Ejemplo de las respuestas de los estudiantes frente al origen de sus saberes acerca de las plantas.

Fuente: elaboración propia.

1. Perspectiva asimilacionista: configura el CCE como el único validador de conocimientos sobre la ciencia.
2. Perspectiva moral y humanista: reconoce el CT, pero lo asume como una postura respetable, aunque no totalmente válida.
3. Perspectiva plural epistémica y ontológica: se propicia el diálogo y el intercambio para el reconocimiento de prácticas culturales y de saberes útiles.
4. Perspectiva contextual: constituye el diálogo de saberes como el eje de construcción de conocimiento en ambos sentidos.

A partir de estas posturas teóricas, y al realizar un proceso de reflexión de los resultados de esta investigación, se propone una caracterización que comprende tres tipos de puentes de conocimiento, los cuales obedecen a las características de las aproximaciones o relaciones entre CT y los CCE que generaron los estudiantes del Liceo Nuestra Señora del Torcoroma al hablar de las plantas medicinales:

Puentes disruptores

Hacen referencia a los procesos en los cuales los estudiantes contemplan el diálogo entre CT y CCE con el fin de describir los aspectos científicos escolares como punto de partida y de llegada. Por lo general, se le da una validez menor al CT y en ocasiones es desvirtuado su aplicabilidad en el conocimiento del entorno. Esto se evidencia en investigaciones que han abordado la relación entre el

saber científico y las propiedades medicinales de las plantas, en las cuales se describe que dentro de los criterios de validez para un conocimiento determinado los estudiantes inicialmente recurren el método científico y el racionalismo, pues ha sido la metodología que ha impuesto la escuela (García y Vargas, 2014). En esta primera etapa de relación de conocimientos fue notorio en los resultados de implementación del primer instrumento en el cual el CCE es el punto de partida y llegada.

Como se ve en la figura 5, en la etapa inicial de la investigación algunos estudiantes consideraban los CT de las plantas como irrelevantes y poco útiles, a pesar de tener vivencias y un punto de referencia con ellos. En dicho momento visibilizaban estos saberes como una aproximación cultural diferente y no válida en el contexto académico y escolar. Se observó un conflicto de reconocimiento de la ciencia como construcción cultural y pluriépistémica (Melo *et al.*, 2017). Esta limitación afianza la visión eurocéntrica de la ciencia (Infante, 2013), la cual reduce el reconocimiento del mundo al método científico.

Esta posición apática de los alumnos se mantuvo hasta que tuvieron conexión con el discurso de los guías ambientales en la salida pedagógica. A partir de allí, empezaron a generar unos puntos de encuentro entre los CT, su experiencia y el CCE.

Puentes de asimilación o reconocimiento

Corresponde a un segundo tipo de aproximación al diálogo de saberes. En esta postura la relación

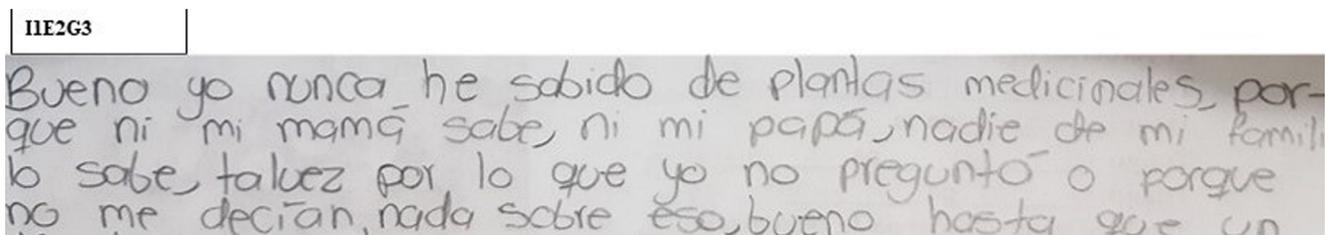


Figura 5. Fragmento del instrumento 1 en el cual se evidencia una postura escéptica frente al CT, en el punto inicial.

Fuente: elaboración propia.

entre las dos fuentes de conocimiento se establece desde el reconocimiento del otro. Se rompe en cierta medida la visión que dificulta hallar un acuerdo entre saberes diferenciados. Se construyen explicaciones que relacionan ambos conocimientos y se complementan fortaleciendo la comprensión de los fenómenos naturales (Candela, 2006). En el caso de la presente investigación se evidenciaron dichos puentes de conocimiento en la entrega de la reflexión de las actividades 1, 2 y 3. Esto permitió identificar puntos en los que el CT y el CCE se integran para dar explicación al poder medicinal de las plantas, pero se complementa con la descripción de sus componentes.

Se dispone como ejemplo de este tipo de puentes entre conocimientos la relación que describe el E2 en la demostración de las propiedades de la manzanilla, pues se recurre a los dos tipos de conocimiento para dar una solución estructurada de los fenómenos (Bedoya, 2015). En este ejemplo de da cuenta del origen del CT, la relación empírica

que se tiene con este saber y, finalmente, cómo la perspectiva occidental ha ahondado en la descripción de los componentes bioquímicos. Estas aproximaciones evidencian un diálogo entre CT y CCE, pues se dan criterios de validez para el CT, se propicia un proceso de democratización del saber (Moliner *et al.*, 2016) y no se asume el método científico como única vía para la búsqueda de la verdad. Sin embargo, se necesita la contrastación del saber escolar para afirmar la propiedad medicinal.

Puentes integradores u holísticos

Este tipo de relaciones que se establecen entre CT Y CCE se caracterizan por el establecimiento de un diálogo basado en la alteridad, lo cual permite un tránsito libre hacia cualquiera de los tipos de conocimiento sin tener duda acerca de su validez (Molina y Mojica, 2013). El CT se interioriza asumiendo la experiencia propia como criterio

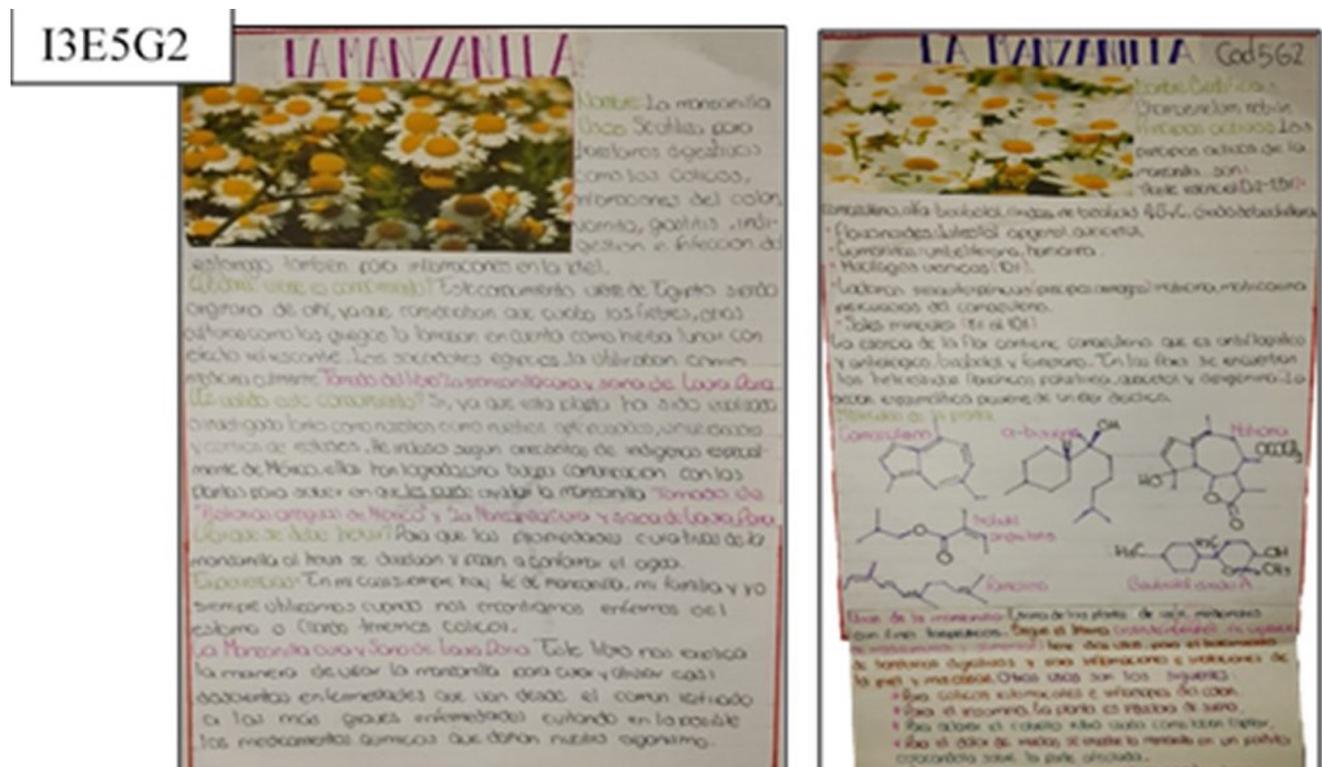


Figura 6. Lamina ilustrativa que describe las propiedades medicinales de la manzanilla.

Fuente: elaboración propia.

suficiente para considerarlo significativo (Malik y Ballesteros, 2015). En la última etapa de implementación de la secuencia didáctica se evidenció un cambio de perspectiva de los estudiantes hacia el CT, pues en la actividad de feria de productos naturales los estudiantes rompieron realmente la barrera que impedía el diálogo de saberes. Se comunicaron las características de las plantas a través de un lenguaje auténtico que describía una aproximación a las propiedades medicinales y un reconocimiento a los aspectos culturales; mientras que el CCE se asumió como una perspectiva vinculante a la explicación, pero no su eje principal.

Como se evidencia en la figura 7, en este punto la postura que asume la estudiante es totalmente diferente a la del inicio de la implementación cuando afirmaba no conocer propiedades medicinales de las plantas. En esta última intervención demuestra una relación dialógica con el CT; el acudir a una experiencia propia valida el conocimiento común sin recurrir al método científico. Esta característica es descrita como una postura más cercana a la ecología de saberes que constituye una posición reivindicadora del saber cultural (Santos y Meneses, 2014).

Conclusiones

Los ejercicios de comunicación y diálogo de saberes permitieron consolidar un conocimiento general acerca de las múltiples propiedades medicinales de las plantas. Gracias a ello, la clase se convirtió en un escenario de intercambio de conocimientos en el cual se establece como criterio de validez de dichos saberes la experiencia propia y el análisis documental. Por ello, los estudiantes fueron transformando su actitud frente a la temática y

las fuentes del saber, rompiendo barreras entre los tipos de conocimiento y permitiéndose asumir una posición dialógica que los llevó a comprender mejor las propiedades medicinales, el porqué de sus usos y cómo se pueden integrar los saberes para un conocimiento cultural y científico.

En cuanto a las propiedades que manifiestan los estudiantes de las diferentes plantas, cabe mencionar que estos usos obedecen a enfermedades o síntomas comunes. Dado que el acceso a la salud es limitado en nuestra sociedad, el uso de las plantas constituye una herramienta eficaz para el manejo de estos síntomas y es un conocimiento cultural que se conserva gracias a la transmisión oral.

En total se caracterizaron 15 afecciones menores que son atendidas bajo preparaciones de 17 plantas medicinales. Alrededor de esto se pudo evidenciar que las familias y los estudiantes han construido un sistema de saberes que les permite dar criterios de validez a los CT, a través de la experiencia propia, siendo estos conocimientos una fuente importante de diálogo en el aula. Esta conversación permite acercar de manera más auténtica a los estudiantes al saber biológico, el cual se nutre del CT y facilita así el construir un conocimiento colectivo en el que cada uno aporta desde su perspectiva propia.

Los resultados pudieron establecer una caracterización de los procesos de relación que se generaron entre el CT Y CCE, accediendo a vincular cada uno de ellos con la idea de ciencia que asumen los estudiantes y establecer una categorización para los puentes entre conocimientos que emergen de esa discusión de saberes. Esta apreciación enmarca al estudiante como generador de dichas relaciones pues, en investigaciones previas enfocadas al vínculo de CT Y CCE en el aula, se enmarcaba a la enseñanza como posibilitadora de la emergencia

“los cristales de sábila y miel se usan como mascarilla para el cabello, es usado en Santander donde las mujeres tienen una cabellera hermosa, es algo que aprendí al dialogar con mi abuela y gracias a esa propiedad mi cabello se ha recuperado”

Figura 7. Fragmento de explicación de la mascarilla capilar de sábila de la feria de productos naturales.

Fuente: elaboración propia.

de estos tránsitos entre saberes. Por lo tanto, se propone continuar indagando en los tipos de relación que establecen los estudiantes para complementar la caracterización que acá se propone.

Agradecimientos

A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en especial al grupo de docentes de la Maestría en Educación por sus enseñanzas. Al liceo Nuestra Señora de Torcoroma por permitir poner en funcionamiento la propuesta

Referencias

- Acuña, V. M. (2015). La codificación en el método de investigación de la grounded theory o teoría fundamentada. *Innovaciones Educativas*, 17(22), 77-84. <https://doi.org/10.22458/ie.v17i22.1100>
- Aikenhead, G. S., Jegede, O. J. (1999). Cross-cultural science education: A cognitive explanation of a cultural phenomenon. *Journal of research in science teaching*, 36(3), 269-287. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199903\)36:3<269::AID-TEA3>3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199903)36:3<269::AID-TEA3>3.0.CO;2-T)
- Aikenhead, G., Calabrese, A. B., Chinn, P. W. (2006). Toward a politics of place-based science education. *Cultural Studies of Science Education*, 1(2), 403-416. <https://doi.org/10.1007/s11422-006-9015-z>
- Arruda, R. S., Diegues, A. C., Ferreira da Silva, V. Barboza Figols, F., Andrade, D. (2001). *Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.
- Bedoya, V. A. (2015). Escuela, conocimiento y saberes. Aspectos críticos para una política educativa intercultural en Colombia. *Actualidades Investigativas en Educación*, 15(3), 360-384. <https://doi.org/10.15517/aie.v15i3.20980>
- Candela, A. (2006). Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: un estudio etnográfico en aulas de la escuela primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 797-820.
- Coburn, W. W., Loving, C. C. (2001). Defining "science" in a multicultural world. *Science Education*, 85(1), 50-61. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200101\)85:1<50::AID-SCE5>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200101)85:1<50::AID-SCE5>3.0.CO;2-G)
- De Carvalho, J. J., Flórez, J. F. (2014). Encuentro de saberes: proyecto para decolonizar el conocimiento universitario eurocéntrico. *Nómadas*, 41, 131-147.
- Ducasse, J. F. (2016). Pedagogías críticas latinoamericanas y filosofía de la liberación: potencialidades de un diálogo teórico-político. *Educación y Educadores*, 19(1), 67-88. <https://doi.org/10.5294/edu.2016.19.1.4>
- Elkana, Y. (1970). Science, philosophy of science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 2(1), 15-35. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.1970.tb00150.x>
- García, M. T., Vargas, D. G. (2014). Las plantas medicinales, una oportunidad de relacionar el conocimiento tradicional con el conocimiento científico. En G. M. Orozco y V. K. Caballero (eds.), *Psicología latinoamericana: experiencias, desafíos y compromisos sociales* (p. 710). Asociación Mexicana de Alternativas en Psicología, A.C.
- Giraldo, A. O. (2017). De una epistemología eurocéntrica a una epistemología del sur. *Criterio Libre Jurídico*, 13(2).
- Infante, A. (2013). El por qué de una epistemología del Sur como alternativa ante el conocimiento Europeo. *Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 23(68), 401-411.
- López, X., Uda, A. P. (2012). Visión intercultural de conocimientos, actitudes y prácticas sobre alimentación ancestral mapuche en una escuela con programa oficial. *Diaeta*, 30(138), 17-24.
- Luna, P. Y., Durango, R. E. (2018). *Fortalecimiento del uso tradicional de plantas medicinales en los estudiantes de grado noveno de la institución educativa 24 de Mayo de Cereté* (tesis de pregrado). Universidad de Córdoba.

- Malik, L. B., Ballesteros, V. B. (2015). La construcción del conocimiento desde el enfoque intercultural. *Diálogo Andino*, 47, 15-25. <https://doi.org/10.4067/S0719-26812015000200003>
- Martínez, G., Romero, C., Pen, C., Villar, M., Durando, P. (2016). Etnobotánica participativa en escuelas rurales de la comuna Paso Viejo (Departamento Cruz del Eje, Córdoba, Argentina). *Bonplandia*, 25(2), 145-162. <https://doi.org/10.30972/bon.2521263>
- Melo, B. N., Molina, A. A., Costa, B. G. (2017). Los Puentes entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales: una oportunidad para la enseñanza de las ciencias en aulas culturalmente diferenciadas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*(extraordinario). <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4804>
- Molina, A. A., Mojica, L. (2013). Enseñanza como puente entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 6(12), 37-53.
- Molina, A. A., Suárez, C. J., Utges, G. R., Ríos, L. M., Cifuentes, M. C., Roncancio, J. D., Rivera, C. A. (2014). *Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias*. DIE Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Moliner, G. O., Traver, M. J., Ruiz, B. M., Segarra, A. T. (2016). Estrategias que inciden en los procesos de democratización de la escuela. Una aproximación teórica. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(2), 116-129.
- Monroy, G. R. (2016). Conocimiento tradicional de plantas medicinales en la comunidad de origen otomí, Jiquipilco El Viejo (tesis de Maestría en Ciencias Rurales). Universidad Autónoma de México.
- Muñoz, C. J., Santos, R. A., Maldonado, S. T. (2013). Elementos de análisis de la educación para la alimentación saludable en la escuela primaria. *Estudios Sociales*, 21(42), 205-231.
- Osma, J. A., Guapacha, S. E., Saavedra, S. A. (2016). Uso de las plantas medicinales como estrategia pedagógica en la escuela Normal del Quindío-sede Rojas Pinilla. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(28), 25-34. <https://revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/122>
- Palacios, B. P. (2019). La memoria y la tradición oral en la formación del conocimiento. Una mirada al desarrollo de la identidad cultural. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 4(2), 25-35.
- Pérez, M. U., Suárez, C. J. (2015). El enfoque intercultural en la enseñanza de las ciencias. *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1-15).
- Quintriqueo, S., Torres, H., Gutiérrez, M., Sáez, D. (2011). Articulación entre el conocimiento cultural mapuche y el conocimiento escolar en ciencia. *Educación y Educadores*, 14(3), 161-175. <https://doi.org/10.5294/edu.2011.14.3.2>
- Reyes, A. (2014). La investigación y el uso de plantas medicinales visto a través de la escuela. *Infancias Imágenes*, 13(2), 91-110. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.infimg.2014.2.a08>
- Santos, B. D., Meneses, M. (2014). Más allá del pensamiento abismal: de las líneas globales a una ecología de saberes. En B. d. Santos y M. Meneses, *Epistemologías del sur* (pp. 21-66). Ediciones Akal.
- Santos, D. B. (2018). Introducción a las epistemologías del sur. *Epistemologías del Sur*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvnp0k5d.4>
- Sepúlveda, P. (2006). *La transmisión de los conocimientos medicinales herbolarios mapuche en la escuela*. Universidad Mayor San Simón.
- Valladares, L., Olivé, L. (2015). ¿Qué son los conocimientos tradicionales? Apuntes epistemológicos para la interculturalidad. *Cultura y Representaciones Sociales*, 10(19), 61-101.





Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje

Teachers' and Students' Perceptions on the use of the chemical triplet in the teaching-learning processes

Percepções de professores e alunos no uso do trigêmeo químico nos processos de ensino-aprendizagem

Danny José Lorduy¹
Claudia Patricia Naranjo²

Recibido: abril 2020

Aceptado: agosto 2020

Para citar este artículo: Lorduy, D. J., Naranjo, C. P. (2020). Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica*, 39(3), 324-340. <https://doi.org/10.14483/23448350.16427>

Resumen

El objetivo de este artículo fue indagar las percepciones de maestros y estudiantes de Ciencias sobre nociones científicas, dominios u obstáculos acerca del uso del triplete químico y saltos entre los niveles representacionales, durante los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Química. Se utilizó una metodología cualitativa con enfoque fenomenológico. La indagación se llevó a cabo durante ocho semanas del año 2019, por medio de tres grupos de discusión de nueve estudiantes y entrevistas a profundidad a siete maestros de Ciencias. Se realizó un análisis de contenido en torno a dos categorías centrales de análisis: representaciones en Química y enseñanza y aprendizaje de la Química. Se encontró que los maestros de Ciencias no poseen un dominio acerca del uso del triplete químico y saltos entre los niveles representacionales, lo que genera obstáculos para los procesos de enseñanza y

aprendizaje de la química. Las respuestas dadas por los estudiantes se ubicaron en tres categorías centrales: nociones químicas, qué química aprender y para qué aprender química. Se usaron los niveles macro y simbólico para comprender y explicar fenómenos químicos del contexto relacionados con aquellas características que perciben. De este estudio se puede concluir que las percepciones de los estudiantes se centraron en interpretar el fenómeno en términos de la formación de nuevas sustancias, utilizando un lenguaje impreciso e indiferenciado para expresar sus nociones frente los conceptos de Química. Además, se recomienda que el maestro abandone el enfoque de transmisión de conocimientos y tome consciencia sobre la contextualización de fenómenos a partir del triplete químico.

Palabras clave: educación química contextualizada, enseñanza y aprendizaje de la Química, percepciones de maestros y estudiantes, triplete químico.

1. Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba, Colombia. dlorduyflorez@correo.unicordoba.edu.co
2. Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba, Colombia. cpnaranjo@correo.unicordoba.edu.co

Abstract

The objective of this article was to inquire into the perceptions of science teachers and students, about scientific notions, domains or obstacles about the use of the chemical triplet and jumps between the representative levels, during the chemistry teaching and learning processes. A qualitative methodology with a phenomenological approach was used. The investigation was carried out during eight weeks of the year 2019, through discussion groups to three groups of nine students and in-depth interviews with seven science teachers. A content analysis was conducted around two central categories of analysis: representations in chemistry and chemistry teaching and learning. It was found that science teachers do not have a command of the use of the chemical triplet and jumps between the representational levels, creating obstacles for the chemistry teaching and learning processes. The answers given by the students were located in three central categories: chemical notions, what chemistry to learn and why to learn chemistry. The use of the macro and symbolic level was found to understand and explain chemical phenomena of the context, related to those characteristics that they perceive. This study allows us to conclude that the students' perceptions focused on interpreting the phenomenon in terms of the formation of new substances, using imprecise and undifferentiated language to express their notions regarding chemical concepts. Furthermore, the teacher must abandon the knowledge transmission approach and become aware of the contextualization of phenomena from the chemical triplet.

Keywords: contextualized chemistry education, chemistry teaching and learning, teacher and student perceptions, chemical triplet.

Resumo

O objetivo deste artigo foi investigar as percepções dos professores e alunos de ciências, sobre noções científicas, domínios ou obstáculos sobre o uso do triplete químico e saltos entre os níveis representacionais, durante os processos de ensino e aprendizagem de química. Foi utilizada uma metodologia qualitativa com abordagem fenomenológica. A investigação foi realizada durante oito semanas do ano de 2019, por meio de grupos de

discussão para três grupos de nove alunos e entrevistas em profundidade com sete professores de ciências. Foi realizada uma análise de conteúdo em torno de duas categorias centrais de análise: representações em química e ensino e aprendizagem de química. Verificou-se que os professores de ciências não dominam o uso do triplete químico e salta entre os níveis representacionais, criando obstáculos para os processos de ensino e aprendizagem de química. As respostas dadas pelos alunos estavam localizadas em três categorias centrais: noções químicas, que química aprender e por que aprender química. Verificou-se que o uso do nível macro e simbólico compreende e explica fenômenos químicos do contexto, relacionados às características que eles percebem. Este estudo permite concluir que as percepções dos alunos se concentraram na interpretação do fenômeno em termos de formação de novas substâncias, utilizando linguagem imprecisa e indiferenciada para expressar suas noções sobre conceitos químicos. Além disso, o professor deve abandonar a abordagem de transmissão de conhecimento e tomar consciência da contextualização dos fenômenos a partir do triplete químico.

Palavras-chaves: educação química contextualizada, ensino e aprendizagem de química, percepções de professores e alunos, triplete químico.

Introducción

La educación en Ciencias parte de tres componentes básicos, dominios o niveles, los cuales son utilizados particularmente en Química y fueron propuestos por Alex. H. Johnstone (1982, 1991, 1993, 2000) en un modelo triangular. Cada vértice se encuentra etiquetado de la siguiente manera: 1) macroscópico: que pertenece a todo lo observable, tangible o concreto; 2) submicroscópico: que referencia a lo molecular, cinético y átomos; y 3) simbólico: a lo que Johnstone definió *Representational Chemistry*, donde se incluyen los símbolos, la estequiometría, ecuaciones y las matemáticas (Cutrera y Stipcich, 2016). Por tanto, se deben proveer alternativas didácticas genuinas que empleen en los procesos de enseñanza y aprendizaje el

triplete químico (Taber, 2019). Desde el punto de vista del aprendizaje de la Química se debe propiciar el desarrollo de procesos comprensivos con una perspectiva holística. Por ello, la enseñanza debe estar inmersa en una profundización a través de los vértices del triplete Químico (Caamaño, 2011, 2014).

Por otro lado, la educación química contextualizada promueve aprendizajes profundos en los estudiantes, mediante la comprensión objetiva y crítica de los fenómenos naturales (Meroni *et al.*, 2015). Por lo anterior, las metodologías didácticas contextualizadas generan actitudes positivas y disposición en los estudiantes, lo que permite que perciban el conocimiento científico como parte de su cotidianidad y, asimismo, reflexionar sobre los distintos factores que pueden afectar su contexto (Caamaño, 2018; Meroni *et al.*, 2015). Por consiguiente, resulta pertinente promover ambientes de aprendizajes vinculados sinérgicamente con procesos de resolución de problemas. En ese orden, las experiencias cotidianas de los estudiantes se pueden asociar a los conceptos químicos como elemento mediador del aprendizaje; evitando consigo dificultades conceptuales y epistemológicas (Adúriz-Bravo, 2017; Furió-Más y Furió, 2018). Así, las investigaciones en didáctica de la Química se han convertido en un insumo poderoso para develar nuevas formas de enseñanza sobre esta ciencia, tales como: enseñanza de la química mediante la contextualización, la indagación y la modelización (Caamaño, 2011, 2018; Izquierdo, 2017; Meroni *et al.*, 2015) y el triplete químico como soporte teórico para la enseñanza disciplinar (Cutrera y Stipcich, 2016; Taber, 2019b; Talanquer, 2018b). El uso didáctico de este triplete químico genera en los estudiantes comprensión y reflexiones sobre las implicaciones sociales y ambientales que los rodean, desde un enfoque de aprendizaje en contexto (Ninou-Collado, 2017; Talanquer, 2018b).

En las últimas tres décadas ha crecido, por parte de la comunidad científica y académica, el interés en estudiar e implementar el triplete químico para orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje

contextualizado (Caamaño, 2018). Algunos autores muestran la importancia de interpretar correctamente el triplete químico, debido a que de esto depende la buena conducción de los procesos de comprensión y manejo crítico-reflexivo sobre los fenómenos estudiados (Caamaño, 2011, 2014, 2018; Cutrera y Stipcich, 2016; Freire *et al.*, 2019; Furió-Más y Furió, 2018; Galagovsky *et al.*, 2014; Galagovsky *et al.*, 2003; Gilbert y Treagust, 2009; Mahaffy, 2011; Mahaffy *et al.*, 2018; Meneses-Villagrà *et al.*, 2014; Ordenes *et al.*, 2014; Taber, 2013, 2019b; Talanquer, 2011, 2018a). Desde el punto de vista de la didáctica de la Química, la propuesta del triángulo de Johnstone es una base teórica para la investigación sobre la enseñanza disciplinar (Cutrera y Stipcich, 2016). Otros autores como Caamaño (2014) muestran que es posible ver un triplete de la química, formado no solo por los conceptos y modelos mentales, así como sus representaciones, sino también por las entidades y procesos químicos reales. Taber (2013) re-describe el triplete original cuando se conceptualiza el nivel macro, para a partir de esto darle explicación con la conceptualización submicro, dejando fuera del triángulo el nivel simbólico para interconectar los otros niveles mediante el uso del vocabulario técnico. Con base en lo anterior, Caamaño (2014) propone que esta última idea se reestructure, aún más, ubicando en los vértices del triplete químico a las siguientes entidades: *conceptos y modelos mentales, representación y realidad química*. A su vez, Galagovsky *et al.* (2003) plantean que cuando los estudiantes se encuentran por primera vez con conceptos químicos sus sentidos ya no les permiten aprender mediante la percepción directa, debido a que son entes abstractos, mediados por interpretaciones simbólicas. Sobre la percepción de cualquier fenómeno, Furió-Más y Furió (2018) establecen que será filtrada ontológica y conceptualmente por el estudiante, basándose no solamente en su experiencia física, sino también en la cultura y el lenguaje cotidiano. Por todo ello, el presente estudio tiene como objetivo indagar las percepciones de maestros y estudiantes

de Ciencias sobre nociones científicas, dominios u obstáculos acerca del uso del triplete químico y saltos entre los niveles representacionales durante los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química. De allí que la presente investigación girase en torno a los siguientes interrogantes principales: ¿cuál es la percepción de los maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en la enseñanza y el aprendizaje de la Química? y ¿cuáles son los principales obstáculos y desafíos para la enseñanza y el aprendizaje de la Química contextualizada?

Triplete químico en la enseñanza y el aprendizaje de la química contextualizada

Durante los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química es común que los maestros y estudiantes empleen distintas formas para expresarse, lo que evidencia, caracteriza y diferencia el lenguaje utilizado por ellos al momento de representar fenómenos químicos (Galagovsky *et al.*, 2003). Por lo general, los maestros conocen las representaciones en Química y pueden manejar el lenguaje científico, el cual plantea aspectos de los niveles submicro y simbólico que intentan explicar y trascender hasta el macro de los fenómenos estudiados (Sanchez, 2017). Sin embargo, las dificultades de los estudiantes para entender ciertas nociones químicas se derivan de su integración en el medio social y cultural. A su vez, las que se presentan en la comprensión del complejo mundo de la Química pueden deberse a incomprendiones en las interpretaciones macro o submicro de los fenómenos químicos estudiados (Furió-Más y Furió, 2018; Gabel, 1998). Ya que, los estudiantes tienden a disponer sobre “qué química aprender” y “para qué aprender química” el buen docente debe combinar los conocimientos disciplinarios, pedagógicos y didácticos para ayudar a *pensar en química* con el propósito de motivar, sorprender, despertar la curiosidad, generar interés y dar sentido por medio de la reflexión constante y consciente sobre los conocimientos a enseñar (Talanquer, 2018a).

Metodología

En esta investigación se utilizó una metodología cualitativa cuyo objetivo fue describir e interpretar la realidad educativa desde adentro. Se basó, en especial, en la fenomenología (Barbera y Inciarte, 2012; Strauss y Corbin, 2002), la cual apunta al sujeto (maestros para este caso) como mediador del conocimiento construido a través de lo que se percibe de manera subjetiva y el estudiante (Talanquer, 2018a). Se utilizó la técnica de análisis de contenido cualitativo (ACC) (Krippendorff, 2009) y la teoría fundamentada (Frieze, 2012; Glaser y Strauss, 1967; Strauss y Corbin, 2002), esto permitió formular a partir de ciertos datos inferencias reproducibles y válidas que fueran aplicables a un contexto (Frieze, 2012).

Participantes y contexto

La indagación se llevó a cabo durante ocho semanas, por medio de grupos de discusión a estudiantes y entrevistas en profundidad a maestros de Ciencias en servicio. La muestra fue de tipo no probabilístico e intencionada, constituida por un total de tres grupos de nueve estudiantes y siete maestros de Ciencias de una escuela privada en Colombia. Para el análisis de los datos se usan los siguientes seudónimos para los estudiantes (E) participantes: E.1, E.2, E.3, E.4, E.5, E.6, E.7, E.8 y E.9; así mismo, los maestros (M) se identificaron como: M.1, M.2, M.3, M.4, M.5, M.6 y M.7.

Análisis de datos

El análisis de contenido utilizó ocho grabaciones de audio como fuentes de información: 86 minutos en entrevistas en profundidad a maestros de Ciencias y 186 minutos en grupos de discusión a estudiantes. En un primer nivel de análisis emergieron ciertos códigos que no se constituían aun como unidades de análisis, los cuales permitieron identificar presencias, frecuencias y recurrencias. Posteriormente, se categorizó la información y se

produjo una clasificación semántica para identificar categorías y subcategorías analíticas emergentes. Estos procesos se realizaron utilizando el software Atlas.ti, versión 8.4.4. para la organización, análisis e interpretación de los datos (Verdú y Chica, 2015, p. 127). La información obtenida se contrastó con un análisis documental para conocer la relación del triplete químico en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química contextualizada. Para el tratamiento de los datos se describieron pasos sucesivos y sistemáticos, estableciendo condiciones que aseguraran la consistencia y coherencia de los resultados obtenidos (Strauss y Corbin, 2002; Verdú y Chica, 2015). La figura 1 describe las etapas que se consideraron en el plan de análisis de los datos, por medio del cual se organizó la información en las siguientes fases: preanálisis, codificación y categorización.

Plan de análisis de datos

En la primera etapa de preanálisis se preparó el contenido de la grabación a analizar, obtenido de los grupos de discusión y entrevistas en profundidad, esto dio origen a las unidades hermenéuticas en las que se siguieron reglas analíticas de

contenido y modelos paso a paso sin utilizar cuantificación (Friese, 2012; Strauss y Corbin, 2002).

Reducción y análisis de los datos

Este momento del análisis consistió en encontrar relaciones entre los datos en distintos niveles de codificación. Para ello se efectuaron operaciones analíticas de codificación y categorización de los mismos para descubrir y desarrollar los conceptos contenidos en los audios, exponiendo los pensamientos, ideas y significados (Strauss y Corbin, 2002).

En esta etapa se agruparon códigos similares (familias temáticas), descartándose algunos conceptos que no tenía relación con los objetivos de la investigación; aunque en esta fase de análisis no suponían ser categorías explicativas.

Fase 1. Codificación de las unidades de análisis. Codificación abierta

En esta etapa se procedió agrupar y separar el contenido específico, de modo que fuera pertinente para el objeto de estudio de la investigación. Acá se necesita que los insumos guardados tengan

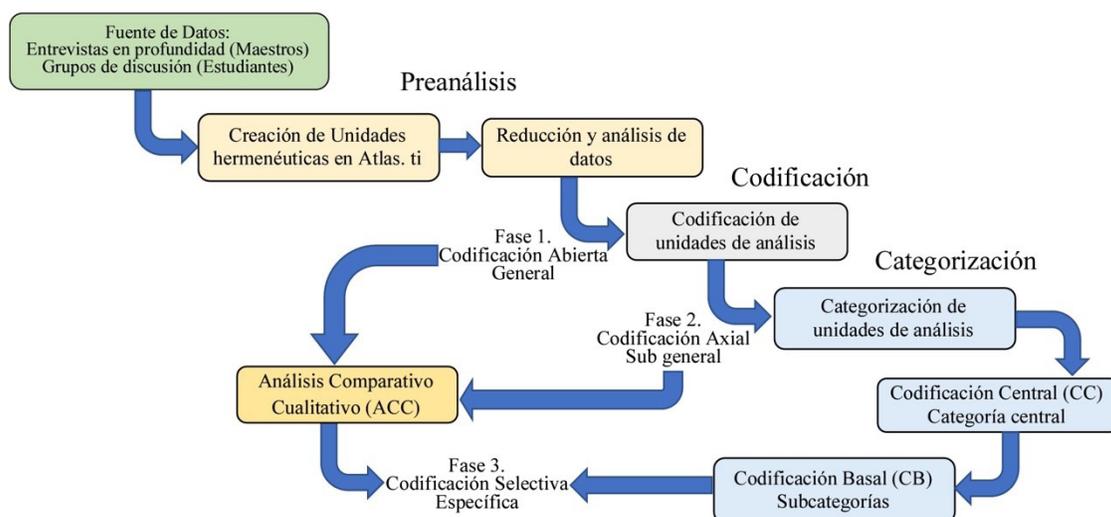


Figura 1. Plan de análisis de datos.

Fuente: elaboración propia según Strauss y Corbin (2002).

relación suficiente como para ser considerados similares; por el contrario, se pueden considerar que aquellos que forman parte de otros conjuntos de datos conformando otros grupos.

El propósito de las acciones anteriores fue crear segmentos o citas en la unidad hermenéutica, lo que permitió descubrir tanto en los grupos de discusión con estudiantes como las entrevistas con maestros de Química en servicio patrones conversacionales en sus respuestas.

Fase 2. Categorización de las unidades de análisis. Codificación Axial

Esta categorización corresponde a un segundo nivel de análisis. Se clasificaron los códigos de citas dentro de todo el conjunto realizado, a partir de ciertos criterios previamente definidos por medio de razonamiento inductivo. Las categorías en la unidad hermenéutica fueron los segmentos que reúnen un conjunto de códigos de citas emergentes bajo un mismo criterio de selección o semejanza según sea el objeto de análisis.

Codificación central (CC). Categoría Central

El proceso de codificación central o categorías centrales tiene en cuenta los datos preliminares en la fase 1 del plan de análisis de los datos (figura 1). En esta etapa se incluye la categorización previa, sistematización y el análisis de todos los datos generados en el proceso de investigación (Strauss y Corbin, 2002).

Categorización basal (CB). Subcategorías

Para la selección de las subcategorías se realizó un análisis de segundo orden a partir de las codificaciones anteriores (emergentes) y se constituyó como el centro de esta investigación. Las categorías de análisis permitieron dar información sobre el planteamiento del problema, además de evidenciar otros problemas no previstos en la estructura de la investigación.

Fase 3. Codificación Selectiva

Posterior a la codificación axial, en la cual se relacionan las categorías con sus respectivas subcategorías y códigos siguiendo también sus características y propiedades afines, se llegó al proceso de codificación selectiva (Verdú y Chica, 2015).

Resultados y discusiones

La discusión de resultados se desarrolló por categorías y subcategorías, las cuales son mostradas en la tabla 1, mediante comparaciones con otras fuentes de análisis global o fundamentos teóricos.

Posteriormente, se realizaron las redes semánticas según las relaciones que se pudieron evidenciar en los datos y en la afinidad entre los mismos, a través del proceso de análisis de contenido. En esta se muestra el grado de importancia de dos categorías centrales de análisis para maestros y tres para estudiantes (figura 2).

Categoría 1. Representaciones en Química (maestros)

En el análisis de las entrevistas en profundidad a maestros de Ciencias, y en especial de Química, algunos manifestaron desconocimiento de las formas de enseñanza de la Química mediante el triplete químico; lo que genera obstáculos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia. En la figura 3 se muestra la red semántica para la categoría *representaciones en química*.

Al respecto, algunos maestros manifiestan:

He leído documentación, pero ubicarlos específicamente no; tengo insumos bibliográficos, pero no los categorizo como deberían hacerse normalmente. (M.1)

Otros expresan:

¿Representaciones en química de acuerdo a lo que se les explica o se les enseña a los estudiantes en el aula? (M.2)

Tabla 1. Resultados de la codificación axial, derivada del procesamiento de la información

Categoría	Subcategoría	Código	G.D.	E.M.
Nociones químicas	Macro	Percepción	x	x
	Macro	Subjetivo	x	
	Macro	Experimental	x	x
	Macro	Variabilidad orgánica	x	
	Macro	Propiedades organolépticas	x	x
	Submicro	Átomos y moléculas	x	x
	Submicro	Cargas eléctricas	x	
	Submicro	Hibridación	x	x
	Submicro	Imaginación	x	x
	Simbólico	Lenguaje gráfico	x	x
	Simbólico	Lenguaje visual	x	x
	Simbólico	Lenguaje verbal	x	x
	Simbólico	Cantidades	x	x
	Simbólico	Estadística	x	x
	Simbólico	Análisis de datos	x	x
	Simbólico	Ecuaciones	x	x
	Simbólico	Enlaces	x	
	Simbólico	Composición química*	x	x
	Macro-simbólico	Saltos entre niveles*	x	
Qué Química aprender	Representaciones en química	Conocimientos químicos	x	x
	Representaciones en química	Nomenclatura química	x	
	Representaciones en química	Síntesis orgánica	x	
	Representaciones en química	Relación con otras ciencias	x	x
	Representaciones en química	Valorar limitaciones	x	x
	Influencia antropogénica	Problemas ambientales	x	
	Influencia antropogénica	Solución a problemas contextuales	x	x
	Influencia antropogénica	Conciencia ambiental	x	x
	Influencia antropogénica	Proyectos	x	
	Influencia antropogénica	Potenciar aprendizajes	x	x
	Influencia antropogénica	Vincular a los estudiantes*	x	x
	Aplicabilidad química	Aprendizajes aplicables	x	x
	Aplicabilidad química	Aplicabilidad industrial	x	
Para qué aprender Química	Aplicabilidad química	Actitudes negativas	x	x
	Aplicabilidad química	Habilidades de aprendizajes	x	x
	Comprensión de fenómenos	Solución a problemas contextuales	x	x
	Comprensión de fenómenos	Conciencia ambiental	x	
	Comprensión de fenómenos	Concepciones alternativas	x	x
	Comprensión de fenómenos	Caracterizar al estudiante*	x	x
	Comprensión de fenómenos	Cambiar enseñanza tradicional*	x	x

Nota: esta tabla muestra las categorías, subcategorías y códigos obtenidos del proceso de análisis de los datos provistos de los grupos de discusión a estudiantes (G.D.) y entrevistas en profundidad a maestros de Ciencias (E.M). Además, se presenta la relación entre los códigos emergentes.

*Estos códigos cobran importancia para esta investigación cuando están relacionados con otros códigos.

Fuente: elaboración propia de los autores.

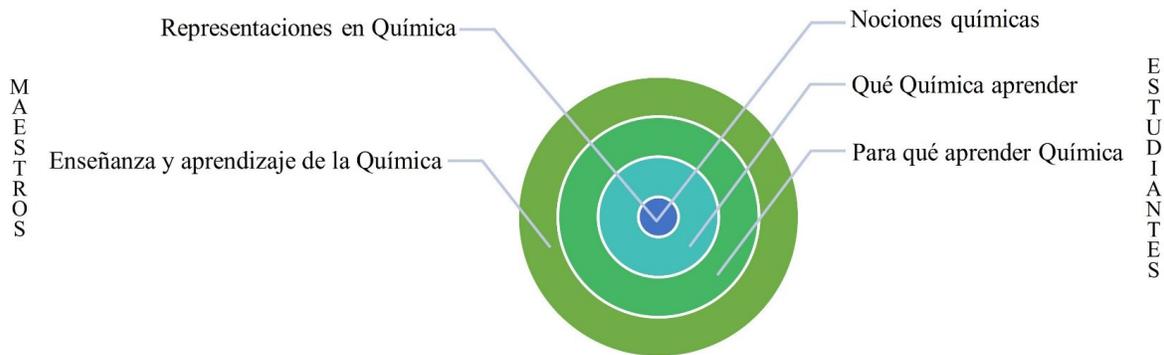


Figura 2. Categorías centrales obtenidas del plan de análisis de los datos de las entrevistas en profundidad a maestros y grupos de discusión a estudiantes.

Fuente: elaboración propia de los autores.



Figura 3. Red semántica sobre representaciones en Química. Perspectivas de maestros en ejercicio.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Lo que entiendo de representaciones en química es lo que pueden ver los estudiantes y lo que no pueden ver. (M.3)

Sin embargo, pese a lo evidente en las declaraciones de los maestros, es notable que, como profesionales, ejercen una función de responsabilidad

social sobre los estudiantes. A su vez, la mayoría de los maestros de Ciencias adquieren conocimientos básicos de química en cursos con contenidos meramente disciplinarios, por lo que su preparación pedagógica y didáctica es resultado de su participación en cursos de educación con carácter general (Talanquer, 2018a).

Por otra parte, los maestros en las entrevistas suscitan el conocimiento químico, interpretando en algunos casos de forma errónea los niveles representacionales y, en otros, la repercusión que tiene estos sobre los procesos de aprendizaje en los estudiantes. Sin embargo, no son conscientes que sobre ellos recae la responsabilidad del conocimiento químico, aunque eso no signifique que fueran el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Después de lo anterior expuesto, ¿hasta que punto los maestros son conscientes que sus procesos de enseñanza no son eficientes para la educación química actual? Algunos maestros entrevistados expresan:

Yo me imagino que ellos [estudiantes] hacen una visión de las cosas que se les explica en clase [...] no podemos ver un átomo, pero podemos representarlo o un espectro de lo que son los movimientos y hay instrumentos electrónicos que nos pueden ayudar a eso. (M.6)

Sobre este punto, los maestros “suponen” que los estudiantes modelan en su mente las representaciones macro y simbólicas. No obstante, debido a los errores en la interpretación de los niveles del triplete químico el maestro puede transferir a los estudiantes esos errores conceptuales y epistemológicos de los procesos químicos estudiados.

Por otro lado, los maestros reconocen que en el nivel submicro hay “elementos abstractos” y manifiestan la importancia de generar un conocimiento que involucre la comprensión de los mismos en los estudiantes. Sobre esto el M.4 expresó:

[...] en química algunos elementos son muy abstractos, sin embargo, es necesario generar en nuestros estudiantes la importancia de lo que es el sentido de tener claridad sobre las partículas involucradas en un fenómeno.

Asimismo, para los estudiantes el mundo submicro (átomos, moléculas, cargas eléctricas) es el mismo mundo macro que perciben con los sentidos, pero en “diminuto” (Furió-Más y Furió, 2018). Por

tanto, no comprenden que existen distintos niveles representacionales de la materia en íntima relación: el nivel macro de las sustancias con sus propiedades y cambios y, por otra parte, el nivel submicro de aquellas mismas sustancias que la Química modela a base de átomos (Furió-Más y Furió, 2018).

Categoría 2. Enseñanza y aprendizaje de la Química (maestros)

En esta categoría (figura 4) se evidencia que los maestros son conscientes de las dificultades que los estudiantes presentan frente al conocimiento químico. Igualmente, manifiestan la necesidad de reestructurar los procesos de enseñanza, desde el punto de vista contextualizado de la Química, para mejorar las actitudes negativas de los estudiantes frente a esta ciencia. Un maestro expresa:

La gran mayoría de nuestros estudiantes se quedan en una representación visual, que no llega a su memoria a largo plazo. (M.7)

Además, los entrevistados señalan que es necesario emplear metodologías de enseñanza que generen conflicto cognitivo desde los saberes previos de los estudiantes. Sobre lo anterior el M.6. expresa:

Los saberes previos de los estudiantes, son el punto de partida para la enseñanza de las ciencias, pues es lo que da sentido, y favorece que adquieran aprendizajes significativos.

En efecto, se infiere que los maestros involucran la memoria perceptiva y los saberes previos de los estudiantes para condicionar los conceptos químicos que aprenden (Galagovsky et al., 2003). Sin embargo, los estudiantes que van a iniciar un curso de Química por lo general vienen con saberes previos de esta ciencia; usualmente saberes populares generados por la interacción de la sociedad con los medios de comunicación que promueven una reputación falsa de esta disciplina científica (Ordaz y Mostue, 2018).

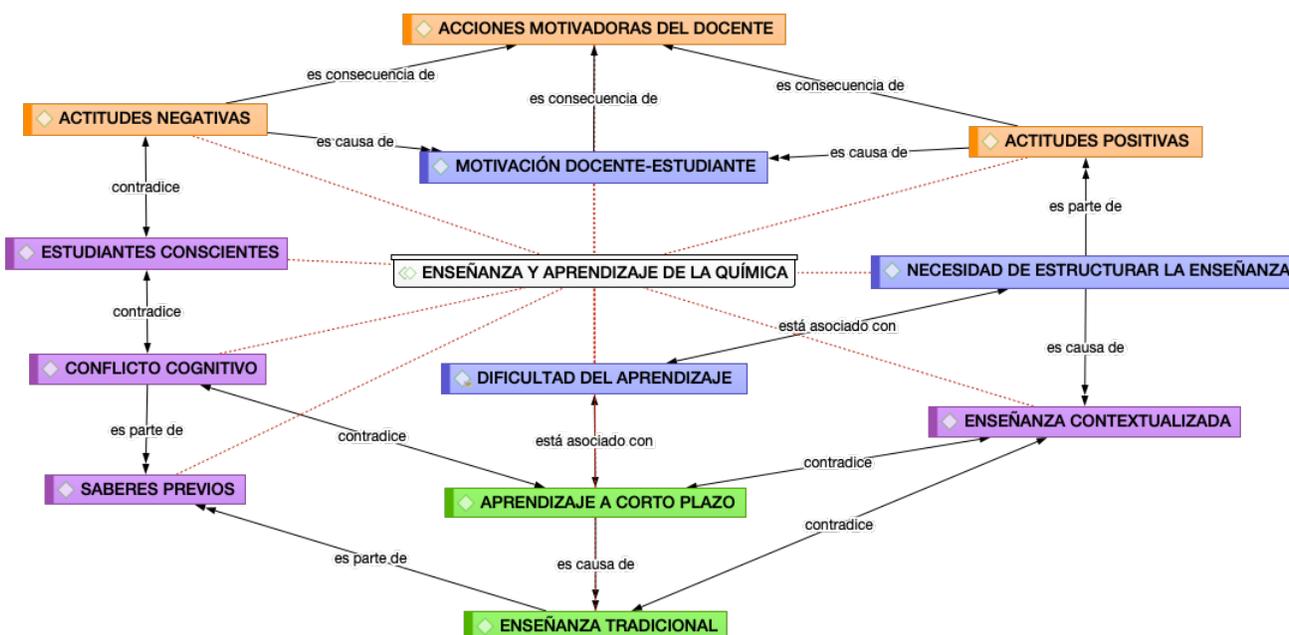


Figura 4. Red semántica sobre enseñanza y aprendizaje de la Química, perspectivas de maestros en ejercicio.

Fuente: elaboración propia de los autores.

No obstante, la mayoría de los maestros entrevistados expresan que desarrollan prácticas de enseñanzas tradicionales, basadas en la transmisión del conocimiento, contenidos procedimentales y metodologías que se ponen en funcionamiento con base en libros de texto de Química y lineamientos curriculares dispuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). En este aspecto el M.5 relata:

La Química se enseña con base en lineamientos curriculares impuestos por el MEN, y generalmente, atienden a una prueba nacional y no para ser aplicada al contexto del estudiante.

Lo anterior implica que la educación en Química debe propiciar acciones encaminadas a que los maestros se capaciten en procesos y metodologías de enseñanza situadas desde el contexto de los estudiantes que además permitan realizar cambios profundos en el currículo escolar (Casmaño, 2018). También, los maestros conciben la enseñanza como un proceso de “recepción”,

“adquisición” o “acumulación” de conocimientos en donde le apuestan por contenidos predispuestos en un currículo, muchas veces presentados de forma descontextualizada, que deben ser igualmente asimilados por todos los estudiantes tal cual son dados y desconociendo las individualidades de los procesos formativos (Ordaz y Mostue, 2018). Sobre esto, el M.8 expresa:

Los estudiantes se les enseña a partir de los textos, generalmente en el aula de clase por medio de clases magistrales.

Se evidencia, entonces, el énfasis que se hace en la enseñanza basada en contenidos y que no se tienen en cuenta los conceptos de la Química desde un enfoque por competencias (Izquierdo, 2017).

Categoría 1. Nociones químicas (estudiantes)

En la figura 5 se muestra la categoría central nociones químicas en los estudiantes. Se observa que los estudiantes emplean los niveles representacionales

y clasifican cada uno según sus nociones. Para el caso del nivel macro, suscitan que son las formas de percibir y observar los fenómenos. Sin embargo, expresan que es un nivel en el cual se puede incurrir en subjetividades, porque en la mayoría de los casos no se tiene una herramienta más allá de los sentidos para interpretarlos.

Al respecto, algunos estudiantes utilizan el nivel macro como punto de partida para comprender el fenómeno, el E.4 expresa:

[...] hay que tener en cuenta que todo lo que conforma las partículas elementales y los símbolos químicos, van a tener consecuencia en lo que percibimos, entonces ¿por qué se utiliza primero lo que percibimos? Porque sus efectos se logran ver a simple vista, entonces nosotros no podemos ver las reacciones que se dan, pero si podemos ver las consecuencias físicas y fenotípicas que se representan.

De esta manera, se deja al descubierto que los estudiantes son capaces de interpretar el fenómeno en términos de la formación de nuevas sustancias. Cabe resaltar que los estudiantes hacen uso de representaciones macro, referidas en este caso

a aquello que perciben con sus sentidos debido a que la mayoría de los conceptos que les resultan familiares tienen algo de tangible, algo que puede ser reconocido por sus sentidos. Por tanto, el aprendizaje de este tipo de conceptos les resulta más sencillo que el de conceptos abstractos (Galagovsky *et al.*, 2003).

En ese orden, el nivel macro es el primer recurso de los estudiantes por ser el más accesible, convirtiéndose en prioritario. Sin embargo, los conceptos o representaciones mentales se construyen a partir de las imágenes sensibles cuando se trata de objetos, sustancias o procesos macro; pero también a partir de las representaciones simbólicas, icónicas y formales cuando se trata de interacciones, procesos o propiedades submicro (Caamaño, 2014, p. 13). En efecto, los estudiantes emplean el nivel submicro a partir de modelos mentales que construyen producto de su imaginario; pues, asocian estas representaciones con nociones químicas provistas de sus procesos de aprendizaje en el aula o contenidos de textos escolares. No obstante, tienden a confundir las representaciones submicro con simbólicas y macro cuando describen la formación de cargas eléctricas con la representación

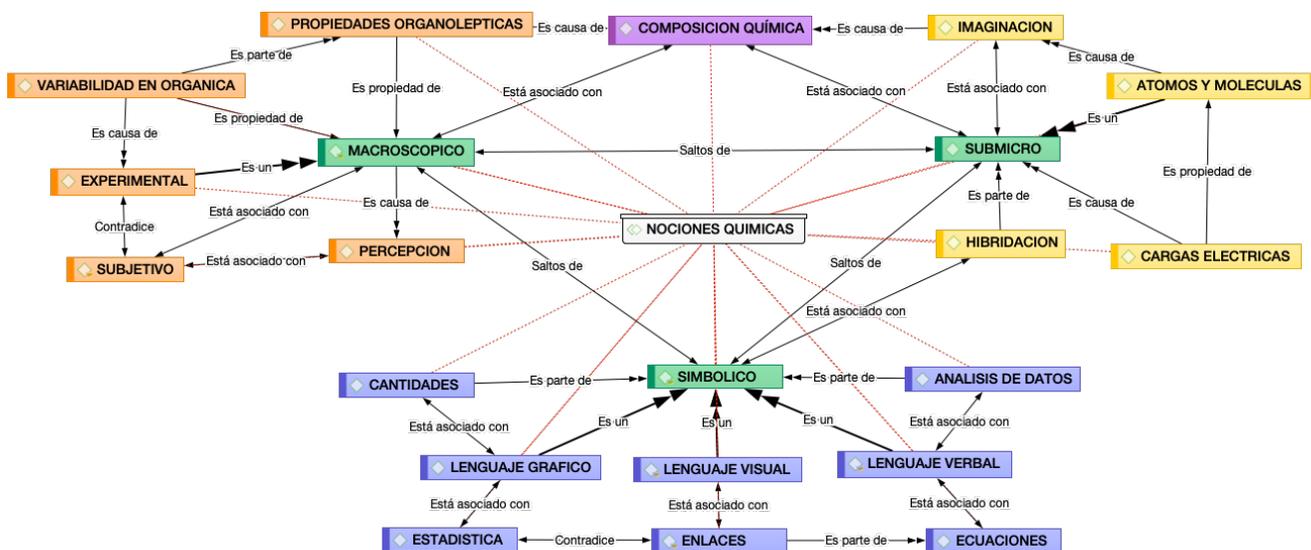


Figura 5. Red semántica de nociones químicas de los estudiantes de la muestra.

Fuente: elaboración propia de los autores.

de los enlaces químicos (guion entre elementos) y sus propiedades observables. Adicionalmente, los estudiantes durante su proceso de aprendizaje de conceptos químicos atraviesan por un nivel representacional intermedio, erróneo, entre el macro y el submicro (Galagovsky *et al.*, 2003, p. 111). Por tanto, es importante que el maestro emplee una movilidad mental entre los niveles macro, submicro y simbólico; asimismo, que pueda proveer una enseñanza focalizada y más genuina en los estudiantes, permitiéndoles comprender la naturaleza de la Química de forma apropiada.

Por último, el nivel simbólico es descrito por los estudiantes como el “manejo” del fenómeno desde las ecuaciones y cantidades numéricas que participan en una reacción química. Esto indica que los estudiantes intentan describir un fenómeno por medio de expresiones simbólicas al realizar representaciones de fórmulas y ecuaciones químicas. Además, consideran estas representaciones como indicativos de una reacción o cambio químico que pudieran estar presentándose en el fenómeno. Algunos estudiantes declaran:

Con las ecuaciones, es en donde se puede demostrar, por así decirlo, la veracidad o no de cierta teoría representada. (E.9)

Aunque se pueda observar un fenómeno, puedo explicarlo mejor con un método gráfico, en donde puedo analizar detalladamente el proceso o suceso que se está desarrollando. (E.2)

También, expresan que el lenguaje es algo útil para estos procesos. El E.3 expresa:

¿Qué nos permiten las fórmulas y las ecuaciones? representar en un lenguaje que sea comprensible y que facilite el entendimiento para los demás...

En este último aspecto el nivel simbólico se interrelaciona con los otros niveles representacionales mediante el uso del vocabulario técnico y las representaciones formales de la Química (Taber, 2013, p. 156). Sin embargo, la complejidad del

lenguaje químico es uno de los obstáculos para el aprendizaje de conceptos propios de esta ciencia por parte de los estudiantes (Galagovsky *et al.*, 2014, p. 785).

Categoría 2. Qué Química aprender (estudiantes)

De acuerdo con los relatos procesados para la red semántica, la categoría central representaciones en Química (figura 6) guarda una fuerte relación con el aprendizaje de la Química, puesto que los estudiantes se expresan críticamente al referirse al sistema educativo. El E.1 expresa en este punto:

Las personas que están en un mandato mayor no nos limitan, es decir, no nos pueden retener nuestras ideas.

A su vez, perciben el triplete químico como una forma de desglosar la química para su mejor comprensión. Lo que permitiría conformar subconjuntos de la Ciencia, hecho que se puede sustentar cuando expresaban:

Yo opino que sencillamente son una forma de desglosar la química para entenderla en una forma más puntual y manejable para cada estudiante. (E.6)

Por otro lado, los estudiantes asocian a la subcategoría *influencia antropogénica* con la participación del ser humano como agente principal en los cambios de su entorno. Esto confirma lo que Tamayo *et al.* (2015, p. 112) establecen al identificar estas reflexiones críticas como uno de los pilares fundamentales de la educación, pues aportan a la formación del pensamiento crítico general y dominio específico en los estudiantes. Sobre lo anterior el estudiante E.9 expresa:

El conocimiento científico del ser humano, no solo lo usa para su beneficio, está también afectando las cosas que nos rodean de forma irreversible, en algunos casos.

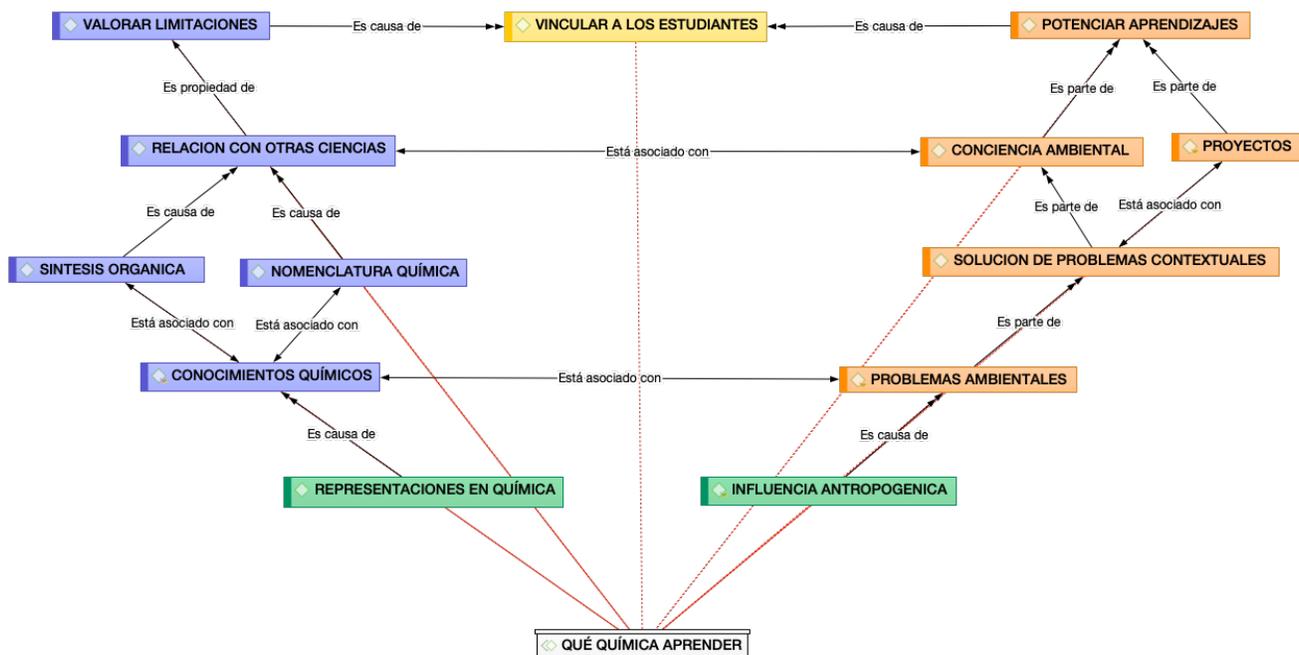


Figura 6. Red semántica de la categoría central qué Química aprender.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Por tanto, el contexto sociocultural tiene influencia circunstancial en las representaciones que forman los estudiantes de esta ciencia y el contexto donde interactúan (Perera, 2003).

Categoría 3. Para qué aprender Química (Estudiantes)

De acuerdo con los resultados de la codificación, en la categoría emergente de la figura 7 se hizo una aproximación teórica con el fin de adentrarse en la discusión. Es importante resaltar que la Química siempre ha estado presente en la existencia del hombre para satisfacer sus necesidades y mejorar su calidad de vida (Montes, 2015, p. 72). La subcategoría *aplicabilidad química* muestra que los estudiantes sugieren vencer los “estigmas” como atributo profundamente desacreditador que la Química tiene como ciencia, en cuanto a su aprendizaje y a su aplicabilidad. Sobre este punto la E.4 expresa:

La idea es romper con esa barrera, y que se entienda y se comprenda la química como lo que es, como algo cotidiano y necesario en la sociedad.

Por tanto, las representaciones sociales de los estudiantes hacia la Química se componen desde lo cognitivo como un conjunto de teorías que permiten al estudiante solucionar problemas de su cotidianidad, al tiempo que las consideran útiles y aplicables (Meneses-Villagrà *et al.*, 2014; Perera, 2003).

Por otro lado, los estudiantes expresan su interés por la *comprensión de fenómenos*; un punto relevante para este estudio pues atañe directamente al maestro de Ciencias debido a que son quienes ponen en marcha metodologías de enseñanza de la Química. Aun así, por lo general la Química se enseña en las instituciones de educación media por medio de contenidos que se encuentran alejados de los intereses de los estudiantes y de los problemas contextuales (Caamaño, 2006). Sobre

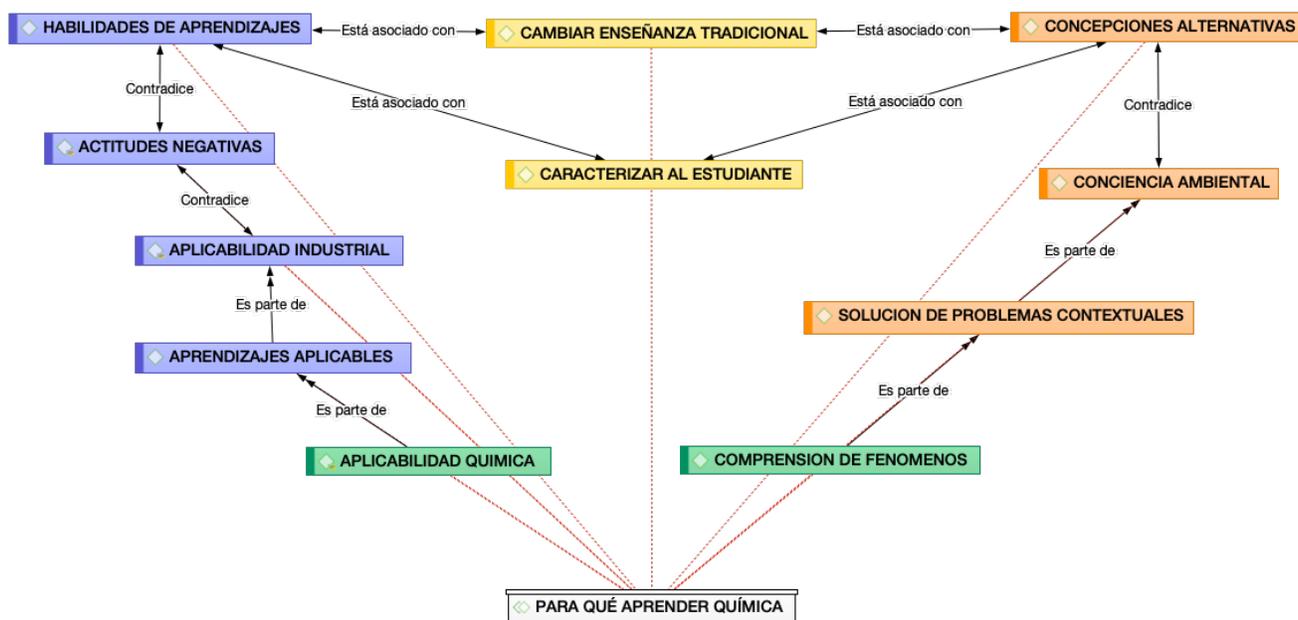


Figura 7. Red semántica de la categoría central para qué aprender Química.

Fuente: elaboración propia de los autores.

la base de las consideraciones anteriores, un estudiante expresa:

Los fenómenos socioambientales se perciben con los sentidos, entonces al percibirse se puede inferir o tratar de buscar el por qué de esa problemática. (E.4)

Por consiguiente, es evidente la importancia que el estudiante le confiere a la comprensión de fenómenos de su entorno, utilizando en algunos casos el triplete químico. Así, desde un enfoque por competencias de la Química pueden mediarse aprendizajes profundos en los estudiantes, como una alternativa metodológica de enseñanza, lo que le permitiría que construyan el camino apropiado para desenvolverse adecuadamente en su contexto.

Conclusiones

El estudio evidenció que los maestros seleccionados en esta investigación no son conscientes de las interrelaciones o saltos en los niveles del triplete

químico. Algunos los desconocen y otros crean interpretaciones erróneas en los procesos de enseñanza. Esto genera que los estudiantes no comprendan la Química, ni tampoco el fenómeno que están percibiendo, lo que provoca actitudes negativas hacia esta ciencia. Por tanto, se hace necesario orientar la enseñanza de la Química no solo hacia su contextualización, sino también que los maestros usen, interpreten correctamente y sean conscientes del triplete químico como un contenido conceptual eficiente y poderoso en educación química.

Con respecto a las percepciones de los estudiantes, se observa que el uso de los niveles macro y simbólico son característicos para comprender y explicar fenómenos del contexto. Dichas representaciones arrojan luces sobre aspectos relacionados con aquellas características que son observables. Además, los estudiantes son capaces de interpretar el fenómeno en términos de la formación de nuevas sustancias, utilizando un lenguaje impreciso e indiferenciado para expresar sus nociones frente a los conceptos químicos.

Los principales obstáculos encontrados confieren al presente trabajo un estatus de estudio inicial. El desafío será complementar con investigaciones posteriores en las cuales se pretenda trabajar sobre propuestas didácticas que involucren la apropiación, usos y correcta interpretación del triplete químico (macro, submicro y simbólico), mediante el estudio de fenómenos contextualizados específicos. Esto implicaría enlazar el aprendizaje para la comprensión de cualquier objeto de estudio con enfoques constructivistas, en donde se pueda concebir el aprendizaje como una amalgama de información, por medio del cual tienen gran relevancia las interacciones y el diálogo del maestro y los estudiantes. Por lo anterior, los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química instan a generar profundas transformaciones en aras de contribuir a las necesidades educativas que, desde la educación temprana hasta la educación superior, requieren para abordar enfoques no tradicionalistas. Lo anterior conlleva que el maestro abandone el enfoque de transmisión de conocimientos, la enseñanza basada en contenidos y tome consciencia sobre la contextualización de fenómenos a partir del triplete químico con el objetivo de que pueda converger sobre su labor y el sentir de los estudiantes.

Desde el punto de vista práctico, la labor del maestro debe trascender el aula de clases e ir encaminada a crear las condiciones apropiadas para que los estudiantes construyan y reflexionen sobre los aprendizajes adquiridos, desde posturas críticas y transformadoras para su contexto.

Referencias

- Adúriz-Bravo, A. (2017). Desafíos de la enseñanza de la epistemología al profesorado de ciencias. En *Obstáculos epistemológicos en la enseñanza y el aprendizaje de la Filosofía y de la Ciencia* (pp. 51-68). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Barbera, N., Inciarte, A. (2012). Fenomenología y hermenéutica: dos perspectivas para estudiar las ciencias sociales y humanas. *Multiciencias*, 12(2), 199-205.
- Caamaño, A. (2006). Repensar el currículum de química en el bachillerato. *Educación Química*, 17(2).
- Caamaño, A. (2011). Enseñar Química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21-34.
- Caamaño, A. (2014). La estructura conceptual de la Química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 78, 7-20.
- Caamaño, A. (2018). Enseñar Química en contexto: un recorrido por los proyectos de Química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación Química*, 29(1), 21. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686>
- Cutrerá, G., Stipcich, S. (2016). El triplete químico. Estado de situación de una idea central en la enseñanza de la Química. *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación en Iberoamérica*, 3(6), 1-24.
- Freire, M., Talanquer, V., Amaral, E. (2019). Conceptual profile of chemistry: a framework for enriching thinking and action in chemistry education. *International Journal of Science Education*, 41(5), 674-692. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1578001>
- Friese, S. (2012). Qualitative Data Analysis with Atlas.ti. En *Qualitative Research* (pp. 382-384). <https://doi.org/10.1177/1468794113475420>
- Furió-Más, C. J., Furió, C. (2018). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, 11(3), 300. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2000.3.66442>
- Gabel, D. (1998). The Complexity of Chemistry and Implications for Teaching. En *International Handbook of Science Education* (pp. 233-248). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4940-2_15
- Galagovsky, L., Bekerman, D., Giacomo, M. A., Di Alí, S. (2014). Algunas reflexiones

- sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciência y Educação (Bauru)*, 20(4), 785-799. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400002>
- Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamat, N., Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje de concepto de “reacción química” a partir del concepto de “mezcla”. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 21(1), 107-121.
- Gilbert, J. K., Treagust, D. F. (2009). *Towards a Coherent Model for Macro, Submicro and Symbolic Representations in Chemical Education* (pp. 333-350). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_15
- Glaser, B., Strauss, G. (1967). The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research. *American Journal of Sociology*, 73, 773-774. <https://doi.org/10.1086/224572>
- Izquierdo, M. (2017). Atando cabos entre contexto, competencias y modelización. ¿Es posible enseñar ciencias a todas las personas? *Modelling in Science Education and Learning*, 10(1), 309. <https://doi.org/10.4995/msel.2017.6637>
- Johnstone, A. (1982). Macro-and micro-chemistry. En *School Science Review*, 64(227), 377-379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701. <https://doi.org/10.1021/ed070p701>
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of Chemistry - Logical or Psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15. <https://doi.org/10.1039/a9rp90001b>
- Krippendorff, K. (2009). *The content analysis reader*. Sage Publications.
- Mahaffy, P. (2011). The Human Element: Chemistry Education's Contribution to Our Global Future. En *The Chemical Element: Chemistry's Contribution to Our Global Future: First Edition* (pp. 131-157). <https://doi.org/10.1002/9783527635641.ch4>
- Mahaffy, P. G., Krief, A., Hopf, H., Mehta, G., Matlin, S. A. (2018). Reorienting chemistry education through systems thinking. *Nature Reviews Chemistry*, 2(4), 0126. <https://doi.org/10.1038/s41570-018-0126>
- Meneses-Villagrà, J. Á., Lacolla, L., Valeiras, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3). <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1010>
- Meroni, G., Copello, M. I., Paredes, J. (2015). Enseñar Química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educacion Quimica*, 26(4), 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>
- Montes-Valencia, N. (2015). La industria química: importancia y retos. *Lámpsakos*, 14, 72. <https://doi.org/10.21501/21454086.1562>
- Ninou-Collado, P. (2017). Propuesta de intervención para la enseñanza de la química desde un enfoque en contexto (trabajo de fin de máster, Universidad Internacional de La Rioja). <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6488/NINOU%20COLLADO%2C%20PATRICIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ordaz González, G. J., Mostue, M. B. (2018). Los caminos hacia una enseñanza no tradicional de la química. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2). <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33164>
- Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación Química*, 25(1), 46-55. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70523-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70523-3)
- Perera, M. (2003). *A propósito de las representaciones sociales. Apuntes teóricos, trayectoria*

- y actualidad. Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociológicas. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Cuba/cips/20130628110808/Perera_perez_repr_sociales.pdf
- Sanchez, J. M. P. (2017). Integrated Macro-Micro-Symbolic Approach in Teaching Secondary Chemistry. *Kimika*, 28(2), 22-29. <https://doi.org/10.26534/kimika.v28i2.22-29>
- Strauss, A., Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168. <https://doi.org/10.1039/c3rp00012e>
- Taber, K. S. (2019a). *Foundations for Teaching Chemistry* (Foundation). <https://doi.org/10.4324/9781351233866>
- Taber, K. S. (2019b). Progressing chemistry education research as a disciplinary field. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0011-z>
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Talanquer, V. (2018a). Formación docente ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química*, 15(1), 52. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.1.66216>
- Talanquer, V. (2018b). Chemical rationales: another triplet for chemical thinking. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1874-1890. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1513671>
- Tamayo, O., Zona, R., Loaiza, Y. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 11(2), 111-133.
- Verdú, C. P., Chica, A. A. (2015). *La investigación cualitativa: técnicas de investigación y análisis con Atlas.ti*. Universidad de Alicante. <http://hdl.handle.net/10045/52606>





Estrés académico en estudiantes que cursan asignaturas de Física en ingeniería: dos casos diferenciados en Colombia y México

Academic stress in students coursing Physics subjects in Engineering: two differentiated cases in Colombia and Mexico

Estresse acadêmico em estudantes que curtam sujeitos de Física em Engenharia: dois casos diferenciados na Colômbia e no México

Oscar Jardey Suárez¹

Mario Humberto Ramírez-Díaz²

Recibido: marzo 2020

Aceptado: agosto 2020

Para citar este artículo: Suárez, O. J., Ramírez-Díaz, M. H. (2020). Estrés académico en estudiantes que cursan asignaturas de Física en ingeniería: dos casos diferenciados en Colombia y México. *Revista Científica*, 39(3), 341-352. <https://doi.org/10.14483/23448350.15989>

Resumen

Este artículo reporta el estudio de las variables subyacentes al estrés académico en dos poblaciones diferenciadas de estudiantes ciudadanos que cursan asignaturas de Física en instituciones de educación superior (Colombia y México). El inventario utilizado es el de Polo, Hernández y Pozo (1996), el cual mide dos dimensiones: respuestas al estrés y actividades que producen estrés. Se ha considerado una dimensión adicional que considera aspectos propios de la clase de Física. La población de estudiantes universitarios que participaron en cada comunidad fue de 124 por país. El instrumento tiene una confiabilidad de 0,918 (Col) y 0,937 (Mxn); la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin fue de 0,838 (Col) y 0,878 (Mxn); la varianza interpretada 61,40 % (Col) y 64,46 % (Mxn). Los resultados muestran cuatro variables subyacentes a la población de estudiantes en Colombia (respuestas al

estrés [RE], interacción [II], la evaluación [E] y actividad escolar extra [AEE]); en tanto que en México hay tres variables subyacentes al estrés (respuestas al estrés [RE], la evaluación [E] y entorno escolar [EE]). Las respuestas al estrés tienen diferencias entre las poblaciones. La evaluación, al igual que otros estudios, se muestra como una variable que subyace al estrés académico en ambas poblaciones; sin embargo, su comprensión muestra diferentes fuentes.

Palabras clave: enseñanza de la ingeniería, estrés académico, evaluación, Física educativa, rendimiento académico.

Abstract

This document reports the study of the variables underlying academic stress in two differentiated populations of city students who study physics in the engineering faculty (Colombia and Mexico). The inventory used is that of Polo, Hernández and Pozo of

1. Fundación Universidad Autónoma de Colombia. oscar.jardey.suarez@gmail.com
2. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. mramirezd@ipn.mx

1996 that measures two dimensions: stress responses and stress-producing activities. An additional dimension that considers aspects of the physics class has been considered. The population of university students who participated in each community in each 124 for country. The instrument has a reliability of 0,918 (Col) and 0,937 (Mxn), the Kaiser-Meyer-Olkin sample adequacy measure, 0,838 (Col) and 0,878 (Mxn), the interpreted variance 61,40% (Col) and 64,46% (Mxn). The results show four underlying variables to the student population in Colombia (stress responses [RE] Interaction [I] Evaluation [E] and Activity Extra School [AEE]) while in Mexico there are 3 underlying variables stress (Stress Responses [RE], Evaluation [E] and School Environment [EE]). The stress responses have differences between populations. The evaluation, like other studies, is shown as a variable that underlies academic stress in both populations, however their understanding shows different sources.

Keywords: academic performance, academic stress, engineering education, evaluation, physics education.

Resumo

Este documento trata sobre o estudo das variáveis subjacentes ao estresse acadêmico em duas amostras distintas de estudantes nativos que cursam disciplinas de física em Instituições de Ensino Superior (Colômbia e México). O instrumento utilizado é o de Polo, Hernández e Pozo (1996), que mede duas dimensões: respostas ao estresse e atividades que produzem estresse. Considerou-se uma dimensão adicional que trata sobre aspectos próprios da aula de física. A amostra de estudantes universitários que participaram de cada comunidade foi de 124 em cada país. O instrumento tem uma confiabilidade de 0.918 (Col) e 0.937 (Mxn), a medida de adequação amostral de Kaiser-Meyer-Olkin, 0.838 (Col) e 0.878 (Mxn) e a variância interpretada 61.40 % (Col) e 64.46 % (Mxn). Os resultados mostram 4 variáveis subjacentes à amostra de estudantes na Colômbia (Respostas ao Estresse [RE], Interação [I], a Avaliação [E] e a Atividade Escolar Extra [AEE]), enquanto que no México há 3 variáveis subjacentes ao estresse (Respostas ao Estresse [RE], a Avaliação [E] e Ambiente Escolar [EE]). As respostas ao estresse apresentam diferenças

entre as amostras. A avaliação, tal como em outros estudos, se apresenta como uma variável que subjaz ao estresse acadêmico em ambas as amostras, no entanto, sua compreensão mostra diferentes origens.

Palavras-chaves: Avaliação, educação em física, ensino de engenharia, estresse acadêmico, rendimento acadêmico

Introducción

Desde diferentes puntos de vista como la psicología (Martínez-Miguélez, 2009), la Iglesia (Deneulin, 2019) o la educación (Hernández-Jiménez, 2015) el ser humano es considerado multidimensional.

El estrés académico (EA), conocido en ocasiones como ansiedad académica, se ha empezado a considerar como un tema de estudio relevante en escenarios propios de la educación. Trabajos previos han estado enfocados en estudiantes en áreas de la salud; sin embargo, algunos otros se han aproximado a la comprensión del EA en otras áreas como Física o Matemáticas (Suárez *et al.*, 2019).

El EA se identifica como un factor que influye en forma inversa con el rendimiento académico en estudiantes universitarios (Monzón, 2007; Pozos-Radillo *et al.*, 2015) de carreras de la salud (Celis *et al.*, 2001; Martínez-Otero, 2014; Toro-Añel *et al.*, 2011). En este sentido, no se han encontrado investigaciones referidas al EA en estudiantes de ingeniería.

Identificar el EA como un factor predictor del logro de aprendizaje ha conllevado a diversos resultados. De una parte, aquellos que señalan que ocasiona interferencia en las actividades, pero no afecta el rendimiento académico (Caldera-Montes *et al.*, 2007; Domínguez-Castillo *et al.*, 2015), hasta otros en los que señalan los elementos predictores del EA (Caldera-Montes *et al.*, 2017).

La ansiedad académica o EA ha sido estudiado e identificado como factor predictor del rendimiento académico en adolescentes, en los casos en que los padres están separados (Casado-Lozano *et al.*, 2013). De otro lado, la ansiedad negativa

(distrés) puede incidir inversamente en la asertividad (González *et al.*, 2012).

En el contexto de la ingeniería, Cano *et al.* (2016) identificaron que en la asignatura de ecuaciones diferenciales se presenta una alta repitencia, lo que motivó a estudiar el EA, encontrando que las evaluaciones y la sobrecarga académica conjugada con el poco tiempo para su desarrollo desatan el EA. Los síntomas son de tipo psicológico, seguido de los físicos y, por último, los comportamentales.

Gómez *et al.* (2016) analizan las percepciones de los estudiantes de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Pachuca, con el interés de comprender su efecto en el rendimiento académico. El instrumento diseñado en el proceso valora la percepción de los estudiantes en relación con aspectos académicos, salud, economía, acoso (matoneo o sexual), familiares entre otros. La conclusión señala que los estudiantes perciben que a medida que avanzan en su carrera profesional sienten mayor nivel de estrés en la actividad académica. Si bien el rendimiento académico no se afecta significativamente por los niveles presentes de EA, sí es una realidad a tratar en el desarrollo de su formación.

Este trabajo pretende abordar la pregunta ¿qué variables, semejantes y diferentes, subyacen al EA en dos grupos de estudiantes diferenciados, en México y Colombia, que cursan asignaturas de Física en la educación universitaria?

Referentes teóricos

La noción de estrés aparece con el trabajo del inglés Robert Hooke, quien en el siglo XVII estudió los cuerpos que se deformaban elásticamente al ser sometidos a fuerzas externas. En ese mismo sentido, Tomas Young analizó la relación entre el “esfuerzo de tensión” y la “deformación por tensión”, lo que posteriormente se conoció como el módulo de Young. De lo anterior, considerando que la Física tenía fuerte incidencia científica, se avanza en el proceso de adaptación de la noción de estrés a

otras áreas del conocimiento (Román-Collazos y Hernández-Rodríguez, 2011).

Selye (1946) identificó algunos síntomas similares en pacientes, independientemente de la situación de salud que padecieran, basado en un ejercicio de observación sistemático propone que el sistema hormonal de defensa se activa en diferentes situaciones que enfrenta el sujeto. Además, el conjunto de reacciones sistemáticas no especificadas son el producto de una exposición prolongada y continua al estrés, a lo que denominó como el síndrome de adaptación general (Selye, 1950).

El síndrome de adaptación general es estructurado en tres momentos: reacción, resistencia y agotamiento. En este los síntomas de daño pasivo inespecífico están estrechamente mezclados con la defensa activa. Biológicamente, el estrés es la interacción entre el daño y la defensa, equiparable en Física a la presión que representa una acción recíproca entre la fuerza y la resistencia ofrecida (Selye, 1950).

Desde la psicología, el estrés es objeto de estudio. Pues se considera como una respuesta fisiológica, endocrina o psicológica del cuerpo ante eventos o situaciones que agobian o se perciben amenazantes, provocando síntomas de agotamiento, disminución de apetito, disminución del peso u otros síntomas inespecíficos (Barraza-Macías, 2006; Domínguez-Castillo *et al.*, 2015; Maturana y Vargas, 2015; Nájera-Ruiz y Fernández-Contreras, 2011).

La escuela, en el sentido más general, es un espacio físico o no físico, sincrónico o asincrónico, en el que se presentan situaciones propias de la actividad e interacción escolar. Aquellas situaciones que desarrollan el estrés en una persona, que potencialmente le puede afectar la realización de las actividades académicas, es lo que puede denominarse EA (Barraza y Silerio, 2007; Barraza-Macías, 2006). Desde un punto de vista sistémico, según Águila (2015), se configura como un proceso adaptativo y psicológico que emerge cuando el estudiante está inmerso en una situación que para él es estresante; no obstante, las situaciones

estresantes son relativas a cada estudiante. Cuando las personas inmersas en los actos educativos se ven sujetas a un conjunto de demandas que, bajo su propia percepción, superan los recursos para afrontarlas se produce un desequilibrio sistémico, que se denomina estresor o situación estresante académicamente. Esta se manifiesta en uno o varios síntomas o reacciones y es allí cuando se requieren acciones de afrontamiento para regresar al equilibrio sistémico.

En la comprensión del EA debe evitarse que sea asumido solamente como algo negativo que debe evitarse. Una taxonomía del EA señala que este puede ser: normal, distrés y eustrés. Algunas actividades requieren de las personas un estrés, que se denomina “estrés normal”; cuando la actividad causa un desequilibrio sistémico, se le denomina *distrés*; pero, en ocasiones, la persona necesita estrés para desarrollar a cabalidad las actividades, este tipo de estrés es llamado *eustrés* (Barraza y Silerio, 2007; Berrio-García y Mazo-Zea, 2012; Caldera-Montes *et al.*, 2007; Naranjo-Pereira, 2009).

La ansiedad es una noción muy cercana al estrés. De hecho, hay regiones en las que se entrelazan al punto de dificultar su diferenciación. Es preciso señalar, antes de continuar avanzando en la comprensión de los conceptos, que no se pretende dar una definición de de estrés y ansiedad, mucho menos se busca agotar el debate de los especialistas.

La ansiedad se considera como una reacción del estrés que puede resultar beneficiosa en algunas situaciones; pues se entiende que pone a la persona en estado de alerta necesario para atender algunas situaciones que potencialmente se interpretan como amenazas. Podría decirse que la ansiedad es una respuesta adaptativa. La ansiedad es entendida como una emoción, la cual puede converger con diferentes manifestaciones cognitivas, fisiológicas o motoras (Sierra *et al.*, 2003).

Comprender la ansiedad como una emoción tiene algunas similitudes en cuanto la reacción con otro tipo de emociones como lo son la alegría, la tristeza o el miedo, entre otras, tal como las

caracterizan Sierra *et al.* (2003) o la Sociedad Española para el Estudio de la Ansiedad y el Estrés (Seas).

Ante una situación de estrés las personas pueden presentar diferentes tipos de ansiedad: desde una leve hasta una que afecte totalmente su estilo de vida. Cuando una persona ve afectada su interacción social por temas de ansiedad con, por ejemplo, ataques de pánico frecuentes, su estado de ansiedad puede entenderse como grave a severo y se califica como trastorno de ansiedad (Asociación Americana de Psiquiatría, 2019)³. Sin embargo, este trabajo no pretende abordar la ansiedad que desarrollan las personas con trastornos.

La investigación se enmarca en el estudio del estrés derivado de las actividades académicas que se realizan en el desarrollo de los cursos de Física a nivel universitario, al que se denomina EA. Los casos de ansiedad severa o estrés patológico que acarrear trastornos no son objeto de este estudio.

Metodología

Esta parte de la investigación tiene un enfoque cuantitativo. El objetivo principal es identificar las variables subyacentes al EA en dos poblaciones diferenciadas de estudiantes ciudadanos, los cuales cursan asignaturas de Física en educación superior (Colombia y México) utilizando el método de análisis de componentes principales (ACP).

Participantes

Los estudiantes que participaron voluntariamente del estudio se distribuyeron así: de México 124; en tanto que en Colombia 395, de los cuales se seleccionó un número igual al de los participantes en México. El requisito para participar es que fuera estudiante activo y que cursase alguna asignatura de Física en modalidad presencial. Las asignaturas podían ser Física I, Física II, Mecánica de Partículas, Mecánica de Sólidos y Fluidos, Electromagnetismo, Física Moderna, Circuitos, entre otras. El semestre

3. Dirección electrónica <https://www.psychiatry.org/patients-families/anxiety-disorders/expert-q-and-a>

por el que se indagó es el que los estudiantes cursan de acuerdo con el pensum en cada universidad.

Cada institución de educación superior tiene en su desarrollo diferentes cortes para la realización de examen, evaluación o parcial. La medición se hizo en el momento en que se finalizaba un corte.

El equipo investigador decidió hacer que los participantes de cada país, Colombia y México, fuese equiparable; por lo que se hizo para los estudiantes un muestreo aleatorio para seleccionar los 124 participantes. El muestreo se hizo en SPSS 18.0®. En la tabla 1 está la distribución de los participantes por país y sexo.

Tabla 1. Distribución de estudiantes

Sexo	Colombia	México
Hombre	85 69 %	72 58 %
Mujer	39 31 %	52 42 %

Fuente: elaboración propia de los autores con el apoyo de SPSS 18.0®.

Instrumento

La investigación se apoya en el inventario de Hernández *et al.* (1996). Esta prueba ha sido utilizada en múltiples investigaciones, las cuales incorporan variables relacionadas con el estrés (Arribas-Marín, 2013; Berrio-García y Mazo-Zea, 2012; García-Ros *et al.*, 2012; Pozos-Radillo *et al.*, 2014), en poblaciones de educación media o preparatoria (Caldera-Montes *et al.*, 2017), así como de educación universitaria (Luna, 2015).

El inventario indaga 23 afirmaciones (Hernández *et al.*, 1996), pero en este estudio se utilizó una versión ampliada que adiciona cinco afirmaciones propias de la dinámica de las clases de Física (Suárez *et al.*, 2019). En síntesis, el inventario consta de 28 afirmaciones distribuidas en tres categorías *a priori*: situaciones escolares, respuestas al estrés y elementos epistemológicos-didácticos de la Física. En la tabla 2 están las categorías de las respectivas afirmaciones que componen el

instrumento. Cada una de las afirmaciones es autoevaluada por los participantes en una escala de uno a siete. El auto reporte se hace considerando los valores: uno (no me produce estrés) y siete (me produce total estrés), para las categorías situaciones estresantes y elementos epistemológicos-didácticos de la Física; y uno (nunca) y siete (siempre) para las respuestas al estrés.

La recolección de la información se hizo de forma mixta dependiendo de los estudiantes. Algunos diligenciaron el auto reporte en papel y otros a través de la internet en un formulario hecho en Google Docs® que se publicó en la página de una de las universidades y cuyo enlace también se promovió a través de los medios electrónicos disponibles. Cuando los participantes diligenciaron en papel el auto reporte, el equipo investigador digitalizó la entrevista. El auto reporte en línea requería el correo electrónico, el cual luego fue cotejado.

Procedimiento para el análisis de datos

En el procesamiento de los registros se atendieron los siguientes momentos: consolidación de la base de datos, limpieza de datos (verificación del cumplimiento de las condiciones para los participantes), equiparamiento de la cantidad de participantes por país, verificación del índices de fiabilidad (Cronbach, 1951) y, finalmente, utilización del método de ACP para identificar las variables subyacentes al EA.

Resultados

El inventario de Hernández *et al.* (1996) obtiene índice de fiabilidad en la medida arriba de 0,900, como se observa en la tabla 3; lo que permite indicar que es muy adecuado en la medida. Al respecto, es necesario indicar que en el espectro de respuesta se amplió el intervalo, que estaba de uno a cinco y pasó de uno a siete. Adicionalmente, se utilizó la adecuación localizada en la Física y las cinco afirmaciones propias de la actividad de la enseñanza de la Física.

Tabla 2. Inventario de EA usado en la investigación

Categoría	N.º	Afirmación
Situaciones escolares	A1	Realización de una evaluación de Física (parcial, examen final, quiz).
	A2	Exposición de trabajos en clase de Física (temas nuevos, sustentación de talleres, tareas, informe de actividad de laboratorio, entre otros).
	A3	Participación en clase (responder a una pregunta del profesor, realizar preguntas, entre otros).
	A4	Asistir a tutorías (con profesores o monitores académicos de Física).
	A5	Sobrecarga académica (excesivo número de créditos, trabajos obligatorios, entre otros).
	A6	Exceso de estudiantes en la clase de Física.
	A7	Falta de tiempo para poder cumplir con las actividades académicas de la clase de Física.
	A8	Competitividad entre compañeros en la clase de Física.
	A9	Realización de trabajos obligatorios para aprobar Física (pequeñas investigaciones, ejercicios en clase, experimentos, construir cosas, redactar el trabajo, entre otros).
	A10	Las tareas de Física (ejercicios, talleres extraclase, informe de actividades de laboratorio, entre otras).
	A11	Trabajar en grupo en la clase de Física.
Elementos epistemológicos-didácticos de la Física	A12	Espacio físico para la clase de Física.
	A13	Convivencia con compañeros de estudio en la clase de Física.
	A14	Dificultades tecnológicas en clase de Física (no tener el recurso o no saberlo usar).
	A15	Expresar por escrito lo que pienso al desarrollar una actividad de Física.
	A16	Comprender las explicaciones al consultar textos de Física.
	A17	Me preocupo en la clase de Física.
	A18	El corazón me late muy rápido o me falta el aire y la respiración es agitada.
	A19	Realizo movimientos repetitivos con alguna parte de mi cuerpo, me quedo paralizado o mis movimientos son torpes.
Respuestas al estrés	A20	Siento miedo.
	A21	Siento molestias en el estómago.
	A22	Fumo, como o bebo demasiado.
	A23	Tengo pensamientos o sentimientos negativos.
	A24	Me tiemblan las manos o las piernas.
	A25	Me cuesta expresarme verbalmente o a veces tartamudeo.
	A26	Me siento inseguro de mí mismo.
	A27	Se me seca la boca y tengo dificultades para comer.
	A28	Siento ganas de llorar.

Fuente: elaboración propia de los autores con base en el trabajo de Hernández *et al.* (1996).

Tabla 3. Índices de fiabilidad del inventario de Hernández *et al.* (1996) con adecuaciones en la enseñanza de la Física.

Estadísticos de fiabilidad	Alfa de Cronbach	Colombia	México
	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados		0,918

Fuente: elaboración propia de los autores con SPSS 18.0 ®.

Al reducir las variables con ACP, usando el método Varimax con Kaiser, se obtuvo que convergió en seis iteraciones con los datos de Colombia, en tanto que en cinco con los datos de México. La tabla 4 contiene los indicadores de los supuestos para cada una de las bases de datos, encontrándose valores equiparables para la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.

El método ACP aplicado para cada conjunto de datos arrojó que para la población de Colombia se agrupan en cuatro variables subyacentes (respuestas al estrés [RE], interacción [I], la evaluación [E] y actividad escolar extra [AEE]); en tanto que para México en tres variables (respuestas al estrés [RE], la evaluación [E] y entorno escolar [EE]). La tabla 5 tiene los diferentes valores de los resultados. El

mapa de cómo se agrupan las afirmaciones en las componentes se puede observar en la tabla 6.

Tabla 4. KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin	Colombia	México	
	0,838	0,878	
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	1310,267	1185,548
	gl	210	136
	Sig.	0	0

Fuente: elaboración propia de los autores con SPSS 18,0 ®.

En las dos poblaciones las variables en las que se coincide son: la respuesta al estrés RE y la evaluación E. La RE es una variable *a priori*, en tanto que otros estudios señalan la evaluación como una variable que desata el EA. Sin embargo, como se verá, se avanza en la identificación de las fuentes del EA. A continuación, se describen las variables comunes y posteriormente las otras.

Componente “Respuesta al estrés” (Colombia [C1]-México [C1])

Las poblaciones expresan su respuesta al estrés en dos aspectos cognitivos y motores. La inseguridad

Tabla 5. Resultados de aplicar la técnica de ACP en los participantes de Colombia y México

País	Componente	Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
		Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
Colombia	RE	7,257	34,556	34,556	4,642	22,107	22,107
	I	2,924	13,924	48,48	3,285	15,643	37,750
	E	1,577	7,511	55,991	2,722	12,961	50,711
	AEE	1,136	5,409	61,400	2,245	10,689	61,400
México	RE	7,150	42,061	42,061	5,207	30,631	30,631
	E	2,197	12,921	54,983	2,978	17,520	48,150
	EE	1,610	9,472	64,455	2,772	16,304	64,455

Fuente: elaboración propia de los autores con SPSS 18,0 ®.

Tabla 6. Matrices de componentes rotados para México y Colombia con los factores de extracción

	México			Colombia			
	Componente			Componente			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C4
A18	0,874			A24	0,813		
A24	0,838			A26	0,784		
A21	0,812			A28	0,776		
A27	0,759			A20	0,770		
A28	0,755			A25	0,745		
A23	0,741			A21	0,725		
A19	0,730			A23	0,718		
A26	0,658			A13	0,825		
A5		0,774		A12	0,809		
A1		0,719		A11	0,764		
A16		0,698		A8	0,623		
A2		0,641		A4	0,601		
A17		0,613		A7		0,823	
A13			0,858	A5		0,670	
A12			0,826	A1		0,645	
A11			0,725	A17		0,514	
A14			0,663	A14		0,510	
				A9			0,824
				A10			0,728
				A16			0,609

Fuente: elaboración propia de los autores con SPSS 18.0 ®.

y los pensamientos negativos, así como las molestias en el estómago o las piernas, acompañadas de un síntoma afectivo como llorar. También indican la estrecha multi-reacción que puede evidenciarse en el EA en dos poblaciones como las estudiadas. Sumado a las anteriores reacciones fisiológicas, al parecer también se afectan otras como el miedo y la expresión verbal. Esto señala que al identificarse cualquiera de las anteriores reacciones en algún estudiante potencialmente se puede entender que está sufriendo de EA en esa actividad propia del estudio de la Física. Una vez identificada la situación es importante apoyar con actividades que

contribuyan a manejar las situaciones y reacciones al estrés.

Componente “Evaluación” (Colombia [C3]-México [C2])

Ambas poblaciones se preocupan en la clase de Física durante el momento de la evaluación y quizá una de las fuentes puede obedecer a la sobrecarga académica. Al parecer, en la población de México la dificultad para comprender los temas de Física se da cuando se abordan los textos para estudiar y se hace la presentación de trabajos en la

clase de Física. Estas situaciones provocan el EA y, por supuesto, son actividades que forman parte de la comprensión de la evaluación. En Colombia, la falta de tiempo y las dificultades tecnológicas son dos elementos adicionales.

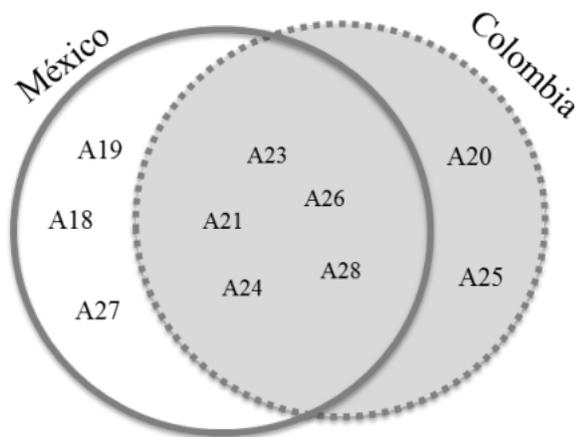


Figura 1. Agrupaciones de respuestas al estrés en Colombia y México.

Fuente: elaboración propia de los autores.

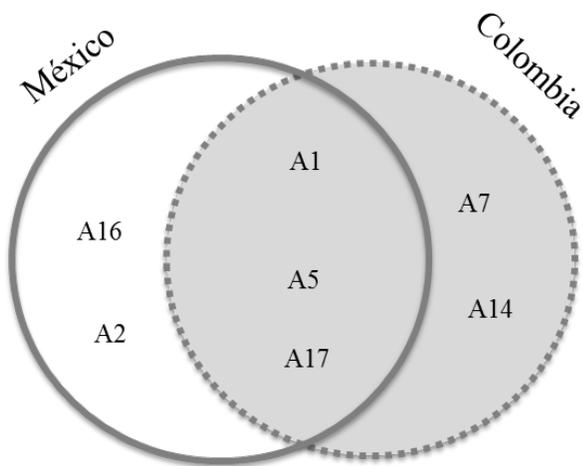


Figura 2. Agrupaciones de evaluación en Colombia y México.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Una vez identificadas las fuentes que desarrollan el EA, corresponde revisar críticamente el acto educativo para aportar estrategias que mitiguen el distrés. Es decir, parte de las herramientas para lidiar con esto quizás esté en la formación

de hábitos de estudio, ocupación del tiempo libre, autorregulación, entre otras actividades que permitan organizar las actividades del curso de Física y prever lo necesario para llegar a la evaluación. Así mismo, incluir en la actividad docente formas de leer libros de Física o la búsqueda de recursos educativos alternos que suplan o complementen las jornadas de estudio para la preparación de las actividades orientadas a la exposición de ejercicios o a la evaluación.

Si bien preocuparse no está mal, dado que puede hacer parte del “estrés normal” (eustrés) necesario para abordar las actividades del curso de Física, también es preciso potenciar estrategias que permitan convertir esta situación mediante el afrontamiento cuando esta forma parte de un distrés.

Componente “Entorno Escolar” (México [C3])

La convivencia, el espacio físico, el trabajo en grupo y las dificultades tecnológicas confluyen. Luego, es deseable que el trabajo en grupo se transforme en equipos de trabajo. Esto quiere decir que, en coincidencia con muchos de los perfiles profesionales declarados en la educación superior, apostar a un conjunto de estudiantes con una sana convivencia, con espacios físicos adecuados y apostando por el uso apropiado de la tecnología puede contribuir en un espacio de formación positivo.

En lo referido a la actividad docente, desde el punto de vista didáctico y epistemológico, considerar con claridad las actividades de la clase de Física para trabajo en equipo no es un trabajo menor.

Componente “Interacción” (Colombia [C2])

Para los participantes de Colombia el trabajo en grupo, el espacio físico y la convivencia se enlazan con la competitividad y la asistencia a tutorías. Luego, las actividades en clase o extraclasses para trabajo en grupo, o equipo, resulta interesante y como una estrategia no menor a considerar. La estrategia de trabajo en grupo va de la mano con la competencia propia de la formación en la

educación superior y se debe prever un acompañamiento orientado a clarificar las inquietudes que en el desarrollo de la actividad emerjan. Dicho lo anterior, la estrategia promueve la interacción entre los estudiantes-saber-profesores.

Componente “Actividad escolar extra” (Colombia [C4])

Los trabajos obligatorios o tareas de Física provocan que los estudiantes acudan a los textos de Física; asimismo, el hecho de que serán revisados y calificados por el profesor es una variable que es fuente de EA. En este caso, no se pretende omitir las actividades necesarias y propias de las clases de Física, pero se puede contribuir a los estudiantes en proveer las herramientas de afrontamiento y ayudas necesarias que permitan que este estrés sea el normal o necesario para el desarrollo óptimo de las tareas, el aprendizaje y, en consecuencia, la aprobación del curso. El acudir a las explicaciones de los textos de Física aumenta el EA, luego considerar recursos educativos que tengan un formato distinto al texto en papel puede resultar prudente; así, por ejemplo, un conjunto de vídeos, tutorías sincrónicas cara a cara o mediadas por la tecnología, pueden resultar adecuadas en las estrategias ofrecidas por las áreas que prestan servicios educativos.

Las variables latentes en las personas, en México y Colombia, que participaron aportan información relevante en la comprensión del EA que producen las actividades que son calificables y que permitirán aprobar el curso. Estas variables permiten pensar en un conjunto de estrategias con respecto al estudiante, profesor e institución que aporten a los estudiantes las herramientas para afrontamiento de las fuentes de EA que desequilibren negativamente la capacidad de las personas que cursan asignaturas de Física.

Conclusiones

Se ha encontrado en varios trabajos que el EA tiene una relación inversa con el rendimiento académico

o la obtención de logro de aprendizaje. Este trabajo aporta elementos empíricos y reflexiones que contribuyen en la comprensión del EA, que lo lleve de ser un obstáculo para convertirse en un conjunto de oportunidades formativas y de estrategias docentes en la enseñanza de la Física.

En el acto educativo la evaluación es un elemento que se hace a través de diferentes momentos, que en forma diferenciada son fuentes de EA y que potencialmente puede afectar de manera negativa el logro de aprendizaje y, finalmente, la nota que el estudiante obtenga en el curso de Física. En este sentido, el presente trabajo permite señalar la necesidad de ver, en al menos desde tres actores, la situación: el estudiante, el profesor y la institución.

Resulta importante para el estudiante identificar las respuestas a las situaciones que generan el EA, así como establecer el momento en que los recursos que él dispone para afrontarlas son superados por las demandas de las situaciones. Esto para que pueda pedir ayuda y optar por actividades tendientes a mejorar esa situación.

Lo anterior puede conllevar a que, institucionalmente, se propongan un conjunto de estrategias y actividades que aporten a los estudiantes herramientas de autorregulación, organización y planeación de actividades, así como el aprovechamiento del tiempo libre, oferta de acompañamiento extraclase y demás que contribuyan en preparar anticipadamente las situaciones que desarrollan negativamente el EA.

Pensar las actividades que conduzcan al aprendizaje del estudiante resulta una actividad no menor para el profesor (como responsable de la actividad docente). En ellas, aprovechar la actividad en equipo, ya sea tanto en actividades de laboratorio como teóricas, propicia escenarios en los que confluyen aspectos de orden contextual e interactivo que bajo condiciones de EA normal o favorable son necesarias para tener en consideración. La flexibilidad razonable del profesor en la exigencia de cumplimiento es un elemento necesario en el desarrollo de las actividades propuestas

en los cursos de Física; lo anterior entendiendo la sobrecarga académica o los tiempos limitados, que son resultado de la acumulación de actividades.

Agradecimiento

El equipo agradece al Sistema Unificado de Investigaciones SUI de la Universidad Autónoma de Colombia y al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada CICATA del Instituto Politécnico Nacional el apoyo recibido para adelantar trabajos de investigación en colaboración.

Referencias

- Arribas-Marín, J. (2013). Hacia un modelo causal de las dimensiones del estrés académico en estudiantes de Enfermería. *Revista de Educacion*, 360, 533-556. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-360-126>
- Barraza, A., Silerio, J. (2007). El estrés académico en alumnos de educación media superior: un estudio comparativo. *Investigación Educativa*, 7, 48-65.
- Barraza-Macías, A. (2006). Un modelo conceptual para el estudio del estrés académico. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 9(3), 110-129.
- Berrio García, N., Mazo Zea, R. (2012). Estrés académico. *Revista de Psicología*, 3(2), 81-87. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Caldera-Montes, J., Pulido-Castro, B., Martínez-González, M. (2007). Niveles de estrés y rendimiento académico en estudiantes de la carrera de Psicología del centro Universitario de los Altos. *Revista de Educacion y Desarrollo*, 7, 77-82.
- Caldera-Montes, J., Reynoso-González, O., Gómez-Covarrubia, N., Mora-García, O., Anaya-González, B. (2017). Modelo explicativo y predictivo de respuestas de estrés académico en bachilleres. *Ansiedad y el Estrés*, 23, 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.anyes.2017.02.002>
- Cano-Ibarra, S., Medina-Torres, M., Ramos-Beltrán, J. (2016). Análisis del estrés académico en estudiantes de ingeniería como estrategia para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 2(5), 1-8.
- Casado-Lozano, I., Hernández-Sande, A., Manzano-Bazaga, E. (2013). Autoconcepto: factores e influencias. *ReiDoCrea: Revista Electrónica de Investigación y Docencia Creativa*, 2(2), 138-142.
- Celis, J., Bustamante, M., Cabrera, D., Cabrera, M., Alarcón, W., Monge, E. (2001). Ansiedad y estrés académico en estudiantes de medicina humana del primer y sexto año. *Anales de La Facultad de Medicina*, 62, 25-30. <https://doi.org/10.15381/anales.v62i1.4143>
- Cronbach, L.J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Deneulin, S. (2019). El desarrollo humano integral: una aproximación desde la tradición social católica y el enfoque de las capacidades de Amartya Sen. *Revista de Estudios Sociales*, 67, 74-86. <https://doi.org/https://doi.org/10.7440/res67.2019.06>
- Domínguez-Castillo, A., Guerrero-Walker, G., Domínguez-Castillo, J. (2015). Influencia del estrés en el rendimiento académico de un grupo de estudiantes universitarios. *Educacion y Ciencia*, 4, 31-40.
- García-Ros, R., Pérez-González, F., Pérez-Blasco, J., Natividad, L. A. (2012). Evaluación del estrés académico en estudiantes de nueva incorporación a la universidad. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(2), 143-154.
- Gómez, A., Mejía, M., Luna, L. (2016). Efectos del estrés en el desempeño académico de los estudiantes de Ingeniería Mecánica del Tecnológico de Pachuca. *Revista de Sistemas y Gestión Educativa*, 3(9), 27-36.
- González, M. D. L. L., Leal, D., Segovia, C., Arancibia, V. (2012). Autoconcepto y Talento: una relación que favorece el logro académico.

- Psyche*, 21(1), 37-53. <https://doi.org/10.4067/S0718-22282012000100003>
- Hernández-Jiménez, D. (2015). Educación : una visión desde las dimensiones del ser humano y la vida. *Acta Académica*, 57, 79-92. <http://www.corteidh.or.cr/tablas/r34530.pdf>
- Hernández, J. M., Polo, A., Pozo, C. (1996). *Inventario de estrés académico*. Servicio de Psicología Aplicada U.A.M.
- Luna, R. (2015). Adaptación del inventario de estrés académico en población universitaria mexicana. *Psicología y Salud*, 21, 3137 <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3146.7123>
- Martínez-Miguélez, M. (2009). Dimensiones básicas de un desarrollo humano integral. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 8(23), 119-138. <https://doi.org/10.4067/S0718-65682009000200006>
- Martínez-Otero, V. (2014). Ansiedad en estudiantes universitarios : estudio de una muestra de alumnos de la facultad de educación. *Ensayos Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 2(29), 63-78.
- Maturana, A., Vargas, A. (2015). El estrés escolar. *Revista de Medicina Clínica Condes*, 26(1), 34-41. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2015.02.003>
- Monzón, I. M. M. (2007). Estrés académico en estudiantes universitarios. *Apuntes de Psicología*, 25(1), 87-99.
- Nájera-Ruíz, F., Fernández-Contreras, T. (2011). El estrés académico y sus tensiones en la escuela normal; equilibrio entre demanda y resistencia. En, *Estrés, Burnout y bienestar subjetivo Investigaciones sobre salud mental de los agentes educativos*. Instituto Universitario Anglo Español ReDIE.
- Naranjo-Pereira, M. (2009). Una revisión teórica sobre el estrés y algunos aspectos relevantes de éste en el ámbito educativo. *Revista Educación*, 33(2), 171-190. <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i2.511>
- Pozos-Radillo, B. E., Preciado-Serrano, M. D. L., Acosta-Fernández, M., Aguilera-Velasco, M. D. L. Á., Delgado-García, D. D. (2014). Academic stress as a predictor of chronic stress in university students. *Psicología Educativa*, 20(1), 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2014.05.006>
- Pozos-Radillo, B. E., Preciado-Serrano, M. D. L., Rosa, A., Campos, P., Acosta-Fernández, M., de los Ángeles Aguilera, V. M. (2015). Estrés académico y síntomas físicos, psicológicos y comportamentales en estudiantes Mexicanos de una universidad pública. *Ansiedad y Estrés*, 21(1), 35-42.
- Román-Collazos, C., Hernández-Rodríguez, Y. (2011). El estrés académico: una revisión crítica del concepto desde las ciencias de la educación. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 14(2), 1-14.
- Selye, H. (1946). The General Adaptation Syndrome and the Disease of adaptation. *Journal of Clinical Endocrinology*, 6, 117. <https://doi.org/10.1210/jcem-6-2-117>
- Selye, H. (1950). Stress And The General Adaptation Syndrome. *British Medical Journal*, 4666-4678. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.4667.1383>
- Suárez, O., Hurtado-Marquez, A., Pulido-Cardozo, O. (2019). Estrés académico en estudiantes de Ingeniería que cursan Física : análisis exploratorio. *Revista Científica, número esp*, 76-83. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/14478>
- Toro-Añel, A., Gorguet-Pi, C., Pérez-Infante, Y., Ramos-Gorguet, D. (2011). Estrés académico en estudiantes de Medicina de primer año con bajo rendimiento escolar. *Medisan*, 15(1), 17-22.





Análisis de la producción de publicaciones científicas en inteligencia artificial aplicada a la formulación de políticas públicas

Analysis of the production of scientific publications in artificial intelligence applied to the formulation of public policies

Análise da produção de publicações científicas sobre inteligência artificial aplicada à formulação de políticas públicas

Juan Manuel Sánchez-Céspedes¹
Juan Pablo Rodríguez-Miranda²
Octavio José Salcedo-Parra³

Recibido: marzo 2020

Aceptado: agosto 2020

Para citar este artículo: Sánchez-Céspedes, D. M., Rodríguez-Miranda, J. P., Salcedo-Parra, O. J. (2020). Análisis de la producción de publicaciones científicas en inteligencia artificial aplicada a la formulación de políticas públicas. *Revista Científica*, 39(3), 353-368. <https://doi.org/10.14483/23448350.16301>

Resumen

El objetivo de este artículo es analizar las publicaciones científicas especializadas en el uso de herramientas de inteligencia artificial en el proceso de toma de decisiones durante la formulación de políticas públicas. Como herramienta metodológica se creó una ecuación de búsqueda para ubicar las publicaciones concernientes, la cual fue probada y perfeccionada varias veces para mejorar los resultados encontrados. Esta ecuación fue aplicada en la base de datos de Scopus, con lo cual se obtuvieron 1154 publicaciones, a las que se aplicaron indicadores bibliométricos. En los resultados obtenidos se encontró que principalmente esta área ha tenido un gran crecimiento en la última década; cuyos países con mayor producción son: Estados Unidos, República Popular de China y el Reino Unido. Al

comparar producción científica con las entidades patrocinantes se pudo concluir la importancia del apoyo gubernamental para desarrollo científico de un país.

Palabras clave: inteligencia artificial, política pública, toma de decisiones, formulación de políticas, análisis bibliométrico.

Abstract

The objective of this article is to analyze the scientific publications made regarding the use of artificial intelligence tools in the decision-making process in the formulation of public policies. The methodology used was initially to create a search equation to locate the publications in this regard, which was tested and refined several times to improve the results found, this equation was applied in

1. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. jmsanchezc@udistrital.edu.co
2. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. jprodriguez@udistrital.edu.co
3. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. osalcedo@udistrital.edu.co

the SCOPUS database, with which 1.154 publications were obtained, to which bibliometric indicators were applied. The main results obtained were that this area has had great growth in the last decade, where the countries with the highest production are the United States, the People's Republic of China and the United Kingdom. By comparing scientific production with financing entities, it was possible to conclude the importance of government support for scientific development in a country.

Keywords: artificial intelligence, public policy, decision-making, policy formulation, bibliometric analysis.

Resumo

O objetivo deste artigo é analisar as publicações científicas realizadas sobre o uso de ferramentas de inteligência artificial no processo de tomada de decisão na formulação de políticas públicas. A metodologia utilizada foi inicialmente criar uma equação de busca para localizar as publicações a esse respeito, que foi testada e refinada várias vezes para melhorar os resultados encontrados, esta equação foi aplicada no banco de dados SCOPUS, com o qual foram obtidas 1.154 publicações, aos quais indicadores bibliométricos foram aplicados. Os principais resultados obtidos foram que essa área teve um grande crescimento na última década, onde os países com maior produção são Estados Unidos, República Popular da China e Reino Unido. Ao comparar a produção científica com as entidades financiadoras, foi possível concluir a importância do apoio do governo ao desenvolvimento científico em um país.

Palavras-chaves: inteligência artificial, políticas públicas, tomada de decisão, formulação de políticas, análise bibliométrica.

Introducción

El término de inteligencia artificial (IA) se usó por primera vez en 1958 por los científicos McCarthy, Minsky, Rochester y Shannon, quienes la definieron como “la ciencia y la ingeniería para crear máquinas inteligentes” (Poole y Mackworth, 2017). Una conceptualización más reciente la define como el área de la ciencia de la computación

que tiene como objetivo emular las funciones cognitivas del ser humano mediante el uso de sistemas computacionales (Manyika *et al.*, 2017). Una explicación más amplia del concepto la presentan Poole y Mackworth (2017), quienes definen la IA como “el estudio y diseño de agentes inteligentes”; entendiendo que un agente es “algo” que actúa en un entorno que se denomina “inteligente” cuando realiza acciones de acuerdo con las circunstancias y los objetivos propuestos (Russell y Norvig, 2009). Se han desarrollado diversas técnicas de IA, algunas de estas son: redes neuronales, lógica difusa, algoritmos genéticos, modelos basados en agentes, entre otras más. Estas herramientas se han usado para dar solución a diferentes clases de problemas, uno de ellos ha sido ayudar al ser humano a mejorar el proceso de toma de decisiones, teniendo en cuenta la racionalidad limitada propia de las personas, la cual explica que el ser humano toma decisiones de forma parcialmente irracional debido a las limitaciones cognitivas, de información y de tiempo (Simon, 1979).

La IA ha ayudado al proceso de toma de decisiones en diferentes áreas del conocimiento. A continuación, se nombran algunas de estas. La inteligencia de negocios que ayuda al proceso de toma de decisiones gerenciales (Chávez *et al.*, 2018; Flath y Stein, 2018; Lin *et al.*, 2017; Marine-Roig, 2017; Zamora, 2017). También, en el área de la salud para mejorar los procesos de toma de decisiones en atención médica (Chen *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2020; Jiang *et al.*, 2017; Mehta y Pandit, 2018; Ramesh *et al.*, 2016; Thesmar *et al.*, 2019). En el mercado de valores para determinar en qué momento comprar o vender acciones (Chatzis *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2018; Fernández *et al.*, 2013; Nayak *et al.*, 2016; Shah *et al.*, 2018). En el sector bancario para la aprobación de créditos (Okesola *et al.*, 2018; Peña *et al.*, 2017; Turkson *et al.*, 2016). También se ha usado la IA para procesos de selección de personal (Menon y Rahulnath, 2017; Nawaz, 2019; Van Esch *et al.*, 2019). Otra aplicación ha sido en generar sistemas de alertas tempranas para eventos meteorológicos

(Moon *et al.*, 2019; Moreno *et al.*, 2018; Santacreu *et al.*, 2015; Šaur, 2017). Como las ya mencionadas, hay muchas más aplicaciones en las cuales se han usado estas herramientas tecnológicas. Por lo cual, la IA ha comprobado que son instrumentos muy útiles para el proceso de toma de decisiones.

Una de las áreas que tiene grandes inconvenientes en el proceso de toma de decisiones es la formulación de políticas públicas, esto debido al alto grado de complejidad. Esta se puede explicar a través del modelo de caneca de basura, el cual revela que el proceso de toma de decisiones se hace sobre una anarquía organizada. Esto debido a que todos los elementos que intervienen en el proceso de toma de decisiones como los problemas, las soluciones, los participantes o las oportunidades de elección se entremezclan entre sí de forma caótica y al mismo tiempo como si estuvieran dentro de una caneca de basura (Cohen *et al.*, 1972); haciendo que el proceso sea complejo y provoque que no siempre se tome la decisión más idónea. Un ejemplo en el cual se evidencia que no se han tomado las mejores decisiones en política pública es el caso colombiano, pues las políticas públicas agrarias implementadas han tenido efectos contrarios a los esperados, los cuales han perjudicado a la población campesina y profundizado la inequidad social (Baudasse y Calderón, 2009; Gómez, 2016; Morales *et al.*, 2017; Ospina, 2017; Soto, 2003; Vargas *et al.*, 2016).

Por estos motivos, el presente artículo tiene como objetivo hacer una revisión de las publicaciones científicas relacionadas al uso de herramientas de IA en el proceso de toma de decisiones al realizar la formulación de políticas públicas. Para lo cual el artículo se divide en la presente introducción, sigue con la metodología aplicada, luego de ello se presenta los resultados obtenidos y se finaliza con las conclusiones.

Metodología

La metodología aplicada fue de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo. El primer paso

consistió en desarrollar la ecuación de búsqueda y realizar la respectiva prueba en el repositorio de publicaciones científicas de Scopus. Este proceso de generación de la ecuación fue de carácter iterativo; es decir, se observan los resultados obtenidos con la ecuación y se va mejorando para captar mejores resultados. Luego, se aplicaron los indicadores bibliométricos; ya con estos se analizaron y se obtuvieron las conclusiones. A continuación, se explica en mayor detalle cada etapa de la metodología.

Construcción de ecuación de búsqueda

Para la construcción de la ecuación de búsqueda se tomó como base los temas de la investigación: IA, política pública y toma de decisiones. Con los temas se buscaron las palabras claves que los autores y las publicaciones utilizaban para referenciar el tema. Como se explicó, la ecuación se probó sobre la base de datos, se analizaron los resultados obtenidos y se fue mejorando la ecuación, para así optimizar los resultados. Al final se obtuvo la ecuación, con la cual se captaron 1.154 publicaciones. La ecuación de búsqueda se presenta a continuación.

TITLE-ABS-KEY ("artificial intelligence" OR "Cybernetics" OR "Neural Network" OR "Fuzzy logic" OR "Machine learning" OR "Data Mining" OR "Expert systems" OR "genetic algorithms" OR "neuro-fuzzy" OR "agent-based model" OR "particle swarm" OR "cellular automata" OR "Ant Colony Optimization" OR "Big Data" OR "Bayesian Network") AND TITLE-ABS-KEY ("public poli*" OR "National poli*" OR "Government poli*" OR "political decision-mak" OR "policy mak*") AND TITLE-ABS-KEY ("decision mak*" OR "Decision Supp*")

Aplicación de indicadores bibliométricos

A los datos bibliográficos de las 1.154 publicaciones que resultaron del proceso de búsqueda se aplicaron los siguientes indicadores bibliométricos.

- **Histórico de publicaciones:** este indicador muestra el número de publicaciones realizadas por año.
- **Autores de publicaciones:** muestra el listado de autores y el número de publicaciones científicas de cada uno.
- **País de origen:** presenta el número de publicaciones por país, acorde al país donde se realizó la publicación.
- **Patrocinadores:** indica quiénes financiaron las investigaciones que generaron las publicaciones. El número corresponde a las publicaciones que tiene asociada cada patrocinador.
- **Palabras claves:** para analizar y agrupar las palabras claves se usó el método de fuerza de asociación. Este método busca determinar cuáles categorías se relacionan más entre ellas y se agrupan acorde a ello. Para lo cual se utilizó el software libre VosViewer, el cual funciona para el análisis bibliométrico pues ayuda a crear redes bibliométricas para ver gráficamente estas relaciones.

Análisis de resultados y conclusiones

A partir de los resultados obtenidos con los indicadores bibliométricos, se analizaron y se obtuvieron las conclusiones.

Resultados

Los datos se analizaron desde cinco perspectivas: histórico de publicaciones, autores, países, patrocinadores y palabras claves.

Histórico de publicaciones

En la figura 1 se presentan las publicaciones realizadas entre los años 1991 hasta el 2020. En el 2020 solo corresponde al primer trimestre, por eso no se debe comparar la tendencia con los otros años.

Como se observa en la figura 1, entre el año 2004 al 2008 la tendencia de publicaciones estaba estable; pero, a partir del año 2009 se presentó un crecimiento exponencial de las publicaciones

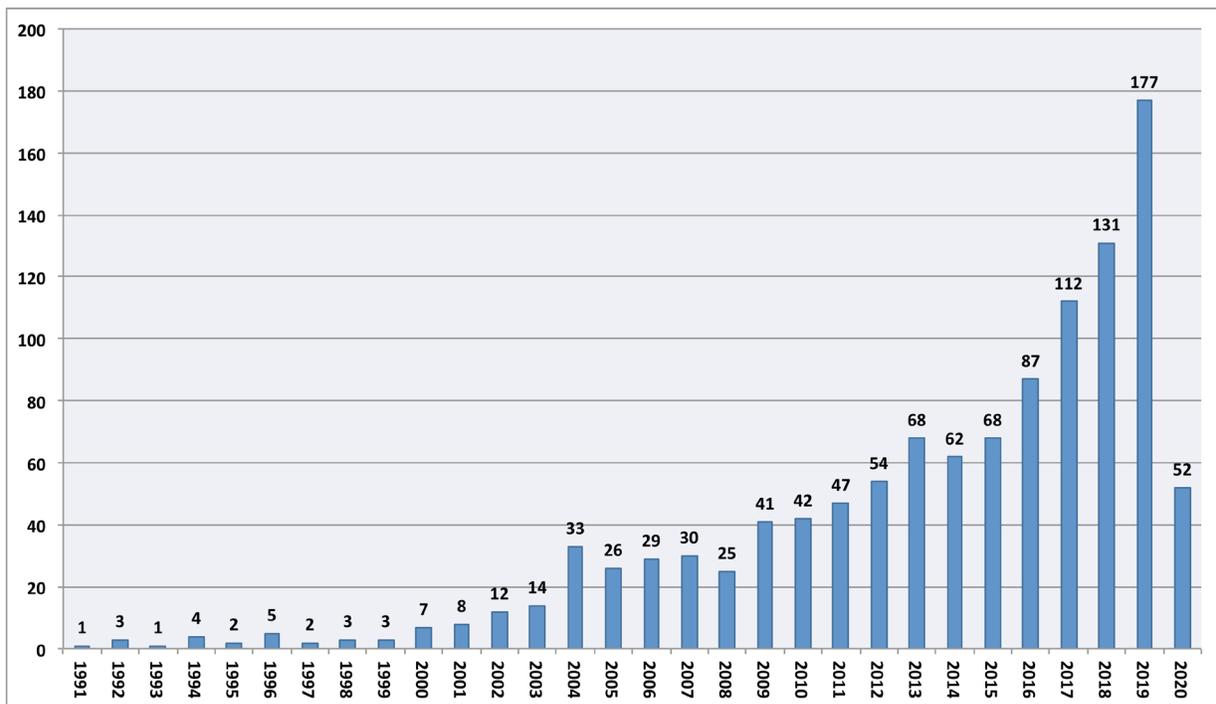


Figura 1. Histórico de publicaciones.

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

que se ha mantenido hasta el 2019, lo cual evidencia el crecimiento del interés científico sobre este tema durante la última década.

Principales autores

En la figura 2 se presenta el listado de los principales autores sobre el tema, los cuales tienen por lo menos cuatro publicaciones en el área.

El investigador que más tiene publicaciones es Yannis Charalabidis, profesor del área de Gobierno digital y de formulación de políticas públicas. Él trabaja en la Universidad Aegean School of Sciences, en el Departamento de Información e Ingeniería en Sistemas de Comunicaciones. Charalabidis ha trabajado en conjunto con Evripidis Loukis en cinco publicaciones de las seis que tiene Loukis; Charalabidis también ha trabajado con Aggeliki Androutsopoulou en cuatro publicaciones. Loukis y Androutsopoulou son también

profesores de The Aegean School of Sciences en Grecia. En la tabla 1 se presenta las publicaciones de Charalabidis, Loukis y Androutsopoulou en el área.

Charalabidis, Loukis y Androutsopoulou han desarrollado investigaciones enfocadas en el uso de herramientas TIC que ayuden a la formulación de políticas públicas. Por lo cual al inicio realizaron investigaciones de cómo usar estas herramientas para la recopilación de información en las redes sociales y así facilitar el proceso de formulación de políticas públicas (Androutsopoulou *et al.*, 2016; Charalabidis y Loukis, 2011; Charalabidis *et al.*, 2011; Charalabidis *et al.*, 2013). Luego se enfocaron al uso de herramientas como *big data* y minería de datos para recopilar y procesar información que ayudase a la construcción de políticas públicas (Androutsopoulou y Charalabidis, 2018; Androutsopoulou *et al.*, 2018). El último trabajo publicado con respecto al tema corresponde a una

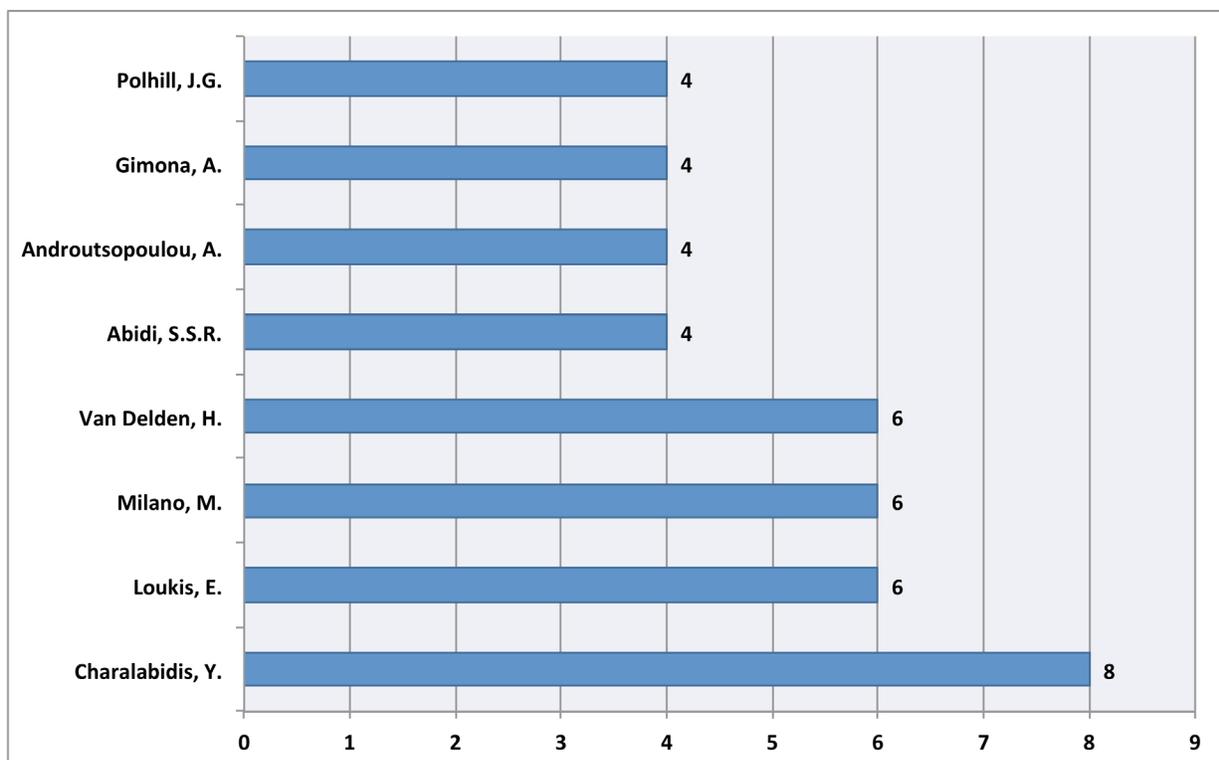


Figura 2. Principales autores.

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

Tabla 1. Publicaciones de Charalabidis, Loukis y Androutsopoulou

Autores	Título del documento	año	Fuente del documento	Tipo de documento
Loukis, Maragouda y Kyriakou	Economic Crisis Policy Analytics Based on Artificial Intelligence	2019	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	Conference Paper
Androutsopoulou, Karacapilidis, Loukis y Charalabidis	Combining Technocrats' Expertise with Public Opinion through an Innovative e-Participation platform	2018	IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing	Article in Press
Androutsopoulou y Charalabidis	A framework for evidence based policy making combining big data, dynamic modelling and machine intelligence	2018	ACM International Conference Proceeding Series	Conference Paper
Androutsopoulou, Mureddu, Loukis y Charalabidis	Passive expert-sourcing for policy making in the European union	2016	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	Conference Paper
Spiliotopoulou y Charalabidis	Web 2.0 in governance: A framework for utilizing social media and opinion mining methods and tools in policy deliberation	2015	Mobile Computing and Wireless Networks: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications	Chapter Book
Spiliotopoulou y Charalabidis	Web 2.0 in governance: A framework for utilizing social media and opinion mining methods and tools in policy deliberation	2015	Social Media and Networking: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications	Chapter Book
Charalabidis, Loukis, Spiliotopoulou y Diamantopoulou	A framework for utilizing Web 2.0 social media for participative governance	2013	Proceedings of the European, Mediterranean and Middle Eastern Conference on Information Systems, EMCIS 2013	Conference Paper
Charalabidis, Loukis y Androutsopoulou	Enhancing participative policy making through modelling and simulation: A state of the art review	2011	Proceedings of the European, Mediterranean and Middle Eastern Conference on Information Systems - Informing Responsible Management: Sustainability in Emerging Economies, EMCIS 2011	Conference Paper
Charalabidis y Loukis	Transforming government agencies' approach to eparticipation through efficient exploitation of social media	2011	19th European Conference on Information Systems, ECIS 2011	Conference Paper

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

metodología para el uso de *big data* en la formulación de políticas públicas en crisis económicas (Loukis *et al.*, 2019).

Michela Milano es profesora en el Departamento de Ciencias de la Computación e Ingeniería de la Universidad de Bolonia. Es vicepresidenta de la

Asociación Europea de Inteligencia Artificial (EurAI) y miembro del Comité Ejecutivo de la Asociación para la Programación de Restricciones y de la Asociación Italiana de Inteligencia Artificial. En la tabla 2 se presentan las publicaciones de Milano con respecto al tema.

Tabla 2. Publicaciones de Michela Milano

Título de documento	Año	Fuente del documento	Tipo de documento
Merging observed and self-reported behaviour in agent-based simulation: A case study on photovoltaic adoption	2019	Applied Sciences (Switzerland)	Article
Sustainable policy making: A strategic challenge for artificial intelligence	2014	AI Magazine	Article
Multi-criteria optimal planning for energy policies in CLP?	2014	Ceur Workshop Proceedings	Conference Paper
Optimization for policy making: The cornerstone for an integrated approach	2013	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	Conference Paper
Sustainable energy policies: Research challenges and opportunities	2013	Proceedings -Design, Automation and Test in Europe (Date)	Conference Paper
Constraint and optimization techniques for supporting policy making	2012	International Symposium on Artificial Intelligence and Mathematics, Isaim 2012	Conference Paper

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

Las investigaciones de Michela Milano sobre el tema se han enfocado en cómo usar herramientas de IA, en especial modelos basados en agentes para que ayuden a determinar los posibles resultados que se puedan presentar al implementar las políticas públicas. Para ello Milano ha desarrollado sistemas de soporte de decisiones (DSS-Decision Support System) muy útiles para los formuladores de política pública (Gavanelli *et al.*, 2014; Milano, 2013a). Principalmente, se ha enfocado en aplicaciones sobre el sector energético (Borghesi y Milano, 2019; Gavanelli *et al.*, 2016; Milano, 2013b) y evaluación ambiental (Milano *et al.*, 2014).

Hedwig Van Delden es una de las pioneras en el tema a nivel mundial. Actualmente es la directora del Research Institute for Knowledge Systems (RIKS) en Holanda y es profesora asociada de la Universidad de Adelaide. En la tabla 3 se presentan las publicaciones de Van Delden sobre el tema.

Las publicaciones de Van Delden tratan sobre desarrollos de DSS, los cuales ayudan a soportar el proceso de toma de decisiones en formulación de políticas públicas en la Unión Europea (Huser *et al.*, 2009; Van Delden, 2009; Van Delden y Hurkens, 2011; Van Delden *et al.*, 2009; Van Delden *et al.*, 2011; Van Delden *et al.*, 2010). Estos sistemas

fueron desarrollados en el Research Institute for Knowledge Systems (RIKS).

Syed Sibte Raza Abidi es profesor de informática y director de informática sanitaria en la Facultad de Informática de la Universidad de Dalhousie (Halifax, Canadá). Realiza investigaciones en las áreas de informática sanitaria, gestión del conocimiento, web semántica y análisis de datos, para lo cual ha usado herramientas como minería de datos o modelamiento basados en agentes para descubrir información que ayude a los formuladores de políticas públicas, en especial en áreas de la salud en formular políticas (Sibte y Abidi, 2001; Zaidi *et al.*, 2002; Zaidi *et al.*, 2004). En la tabla 4 se presenta las publicaciones sobre el tema.

Gary Polhill es investigador senior del James Hutton Institute en el Reino Unido, se graduó en IA y es doctor en redes neuronales; actualmente es el presidente del European Social Simulation Association (Essa). Alessandro Gimona también es un investigador del James Hutton Institute, él es un ecólogo espacial y un geógrafo con experiencia en sistemas terrestres y acuáticos, con magister y doctorado en el área. Polhill y Gimona han trabajado en conjunto y tienen cuatro publicaciones en el tema. En la tabla 5 se presentan estas publicaciones.

Tabla 3. Publicaciones de Hedwig Van Delden

Título del documento	Año	Fuente del documento	Tipo de documento
A generic integrated spatial decision support system for urban and regional planning	2011	MODSIM 2011 - 19th International Congress on Modelling and Simulation - Sustaining Our Future: Understanding and Living with Uncertainty	Conference Paper
A methodology for the design and development of integrated models for policy support	2011	Environmental Modelling and Software	Article
Integrated assessment of agricultural policies with dynamic land use change modelling	2010	Ecological Modelling	Article
Development of an integrated spatial decision support system (ISDSS) for local government in New Zealand	2009	18th World IMACS Congress and MODSIM09 International Congress on Modelling and Simulation: Interfacing Modelling and Simulation with Mathematical and Computational Sciences, Proceedings	Conference Paper
Towards a modelling framework for integrated assessment in arid and semi-arid regions	2009	18th World IMACS Congress and MODSIM09 International Congress on Modelling and Simulation: Interfacing Modelling and Simulation with Mathematical and Computational Sciences, Proceedings	Conference Paper
Integration of socio-economic and bio-physical models to support sustainable development	2009	18th World IMACS Congress and MODSIM09 International Congress on Modelling and Simulation: Interfacing Modelling and Simulation with Mathematical and Computational Sciences, Proceedings	Conference Paper

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

Tabla 4. Publicaciones de Syed Sibte Raza Abidi

Título del documento	Año	Fuente del documento	Tipo de documento
ADMI: A multi-agent architecture to autonomously generate data mining services	2004	2004 2nd International IEEE Conference "Intelligent Systems" - Proceedings	Int. IEEE Conf. Intell. Syst. Proc.
Leveraging intelligent agents for knowledge discovery from heterogeneous healthcare data repositories	2002	Studies in Health Technology and Informatics	Chapter book
Knowledge management in healthcare: Towards "knowledge-driven" decision-support services	2001	International Journal of Medical Informatics	Int. J. Med. Inform.
Applying data mining in healthcare: An info-structure for delivering "data-driven" strategic services	1999	Studies in Health Technology and Informatics	Chapter book

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

Tabla 5. Publicaciones de Gimona y Polhill

Título	Año	Fuente del Documento	Tipo de Documento
Nonlinearities in biodiversity incentive schemes: A study using an integrated agent-based and metacommunity model	2013	Environmental Modelling and Software	Article
Exploring robustness of biodiversity policy with a coupled meta community and agent-based model	2011	Journal of Land Use Science	Article
Sinks, sustainability, and conservation incentives	2011	Sources, Sinks and Sustainability	Book Chapter
Analysis of incentive schemes for biodiversity using a coupled agent-based model of land use change and species metacommunity model	2010	Modelling for Environment's Sake: Proceedings of the 5th Biennial Conference of the International Environmental Modelling and Software Society, iEMSs 2010	Conference Paper

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

Estas publicaciones son resultado de una investigación en el cual buscaban determinar cómo a través de subsidios gubernamentales se lograba el mejor uso de la tierra para el sector agrícola en Escocia (Reino Unido), siendo ser más eficientes en su producción e integrando agricultura sostenible para de esta forma disminuir el impacto ambiental negativo. La herramienta de IA que usaron fue el *modelo basado en agentes* (Gimona y Polhill, 2011; Gimona *et al.*, 2011; Polhill *et al.*, 2010, 2013).

Al observar las publicaciones de los principales investigadores en el tema se encuentra que se han preocupado en desarrollar DSS que ayuden al proceso de formulación de políticas públicas, donde las herramientas de IA más utilizadas son minería de datos y modelos basados en agentes.

Publicaciones por países

En la figura 3 se presenta los países líderes en investigación sobre formulación de políticas públicas usando IA.

Como se observa en la figura 3, el líder en publicaciones sobre el uso de IA para la formulación de políticas públicas es Estados Unidos, en un segundo grupo se encuentra China y el Reino Unido. Después se encuentra Italia y luego otros países que en su mayoría están ubicados en Asia y Europa. Al identificar cuáles son los países que más publican sobre el tema se observa que la mayoría de estos son países desarrollados y se encuentran ubicados en Asia, Europa y Norte América; el único país latinoamericano que se encuentra en este grupo es Brasil con 28 publicaciones, lo que realmente es muy poco comparado con Estados Unidos, China o Reino Unido.

Patrocinadores

En la figura 4 se presentan los principales patrocinadores de las investigaciones sobre el tema.

Se observa en la figura 4 que las tres principales organizaciones que apoyan las investigaciones en el uso de herramientas de IA para el proceso de formulación de políticas públicas son: National

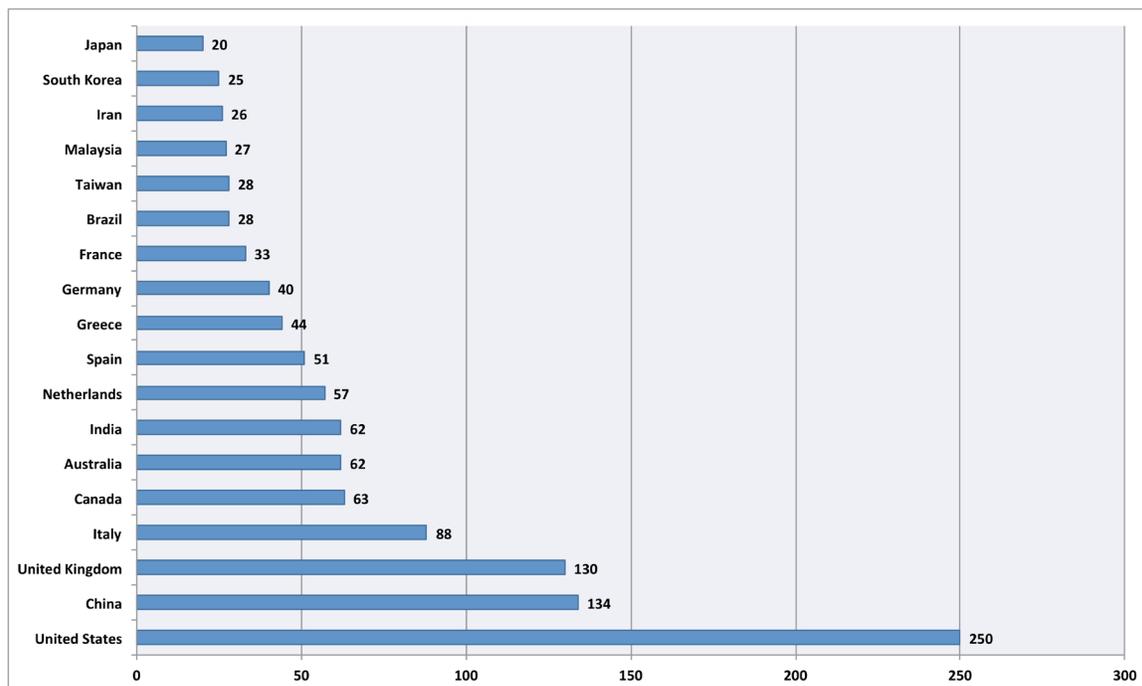


Figura 3. Publicaciones por países.

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

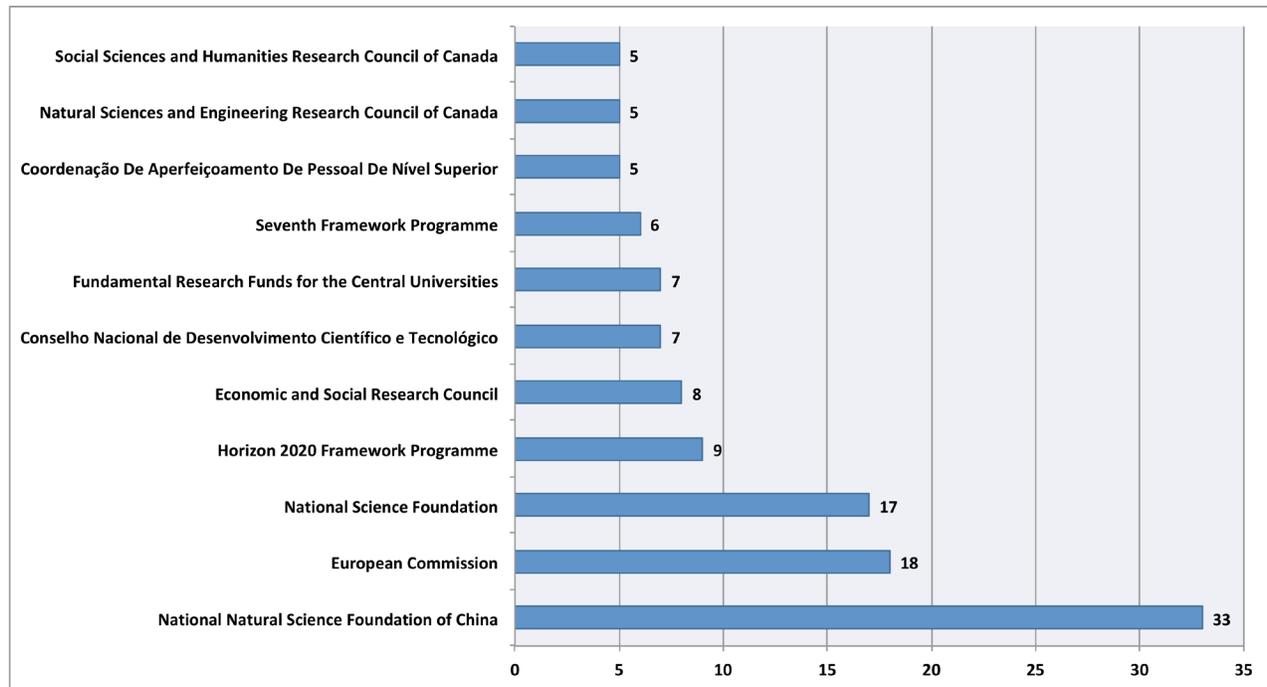


Figura 4. Patrocinadores.

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

Natural Science Foundation of China, European Commission y National Science Foundation. A continuación, se hace una breve reseña de estas.

- National Natural Science Foundation of China: fue creada en 1986 y estaba bajo la jurisdicción del Consejo de Estado; pero, a partir de 2018, se encuentra adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología de la República Popular China. Esta organización tiene como misión apoyar la investigación, fomentar investigadores, desarrollar la cooperación internacional y promover el desarrollo socioeconómico (NSFC, 2020).
- -European Commission: tiene como objetivo desarrollar la estrategia general y la dirección política de la Unión Europea, para lo cual formula políticas para este fin y evalúa el desarrollo de las mismas (Comisión Europea, 2020).
- National Science Foundation: la fundación es de carácter gubernamental, la cual financia la investigación y educación en campos de

la ciencia y la ingeniería. Lo hace a través de subvenciones y acuerdos de cooperación con instituciones de educación, empresas, organizaciones de ciencias informales y otras organizaciones de investigación en Estados Unidos (National Science Foundation, 2020).

Como se observa, las tres principales organizaciones que apoyan la investigación en IA en política pública son de China, Estados Unidos y Europa; lo cual es coherente con lo analizado anteriormente. También es importante resaltar que las tres organizaciones son de carácter gubernamental, con lo cual se establece que es primordial el apoyo financiero del Estado para el desarrollo y avance científico.

Palabras claves

En la figura 5 se observa la red de relaciones de las palabras claves encontradas en las publicaciones. La herramienta informática que se usó fue Vos-Viewer en su versión libre.

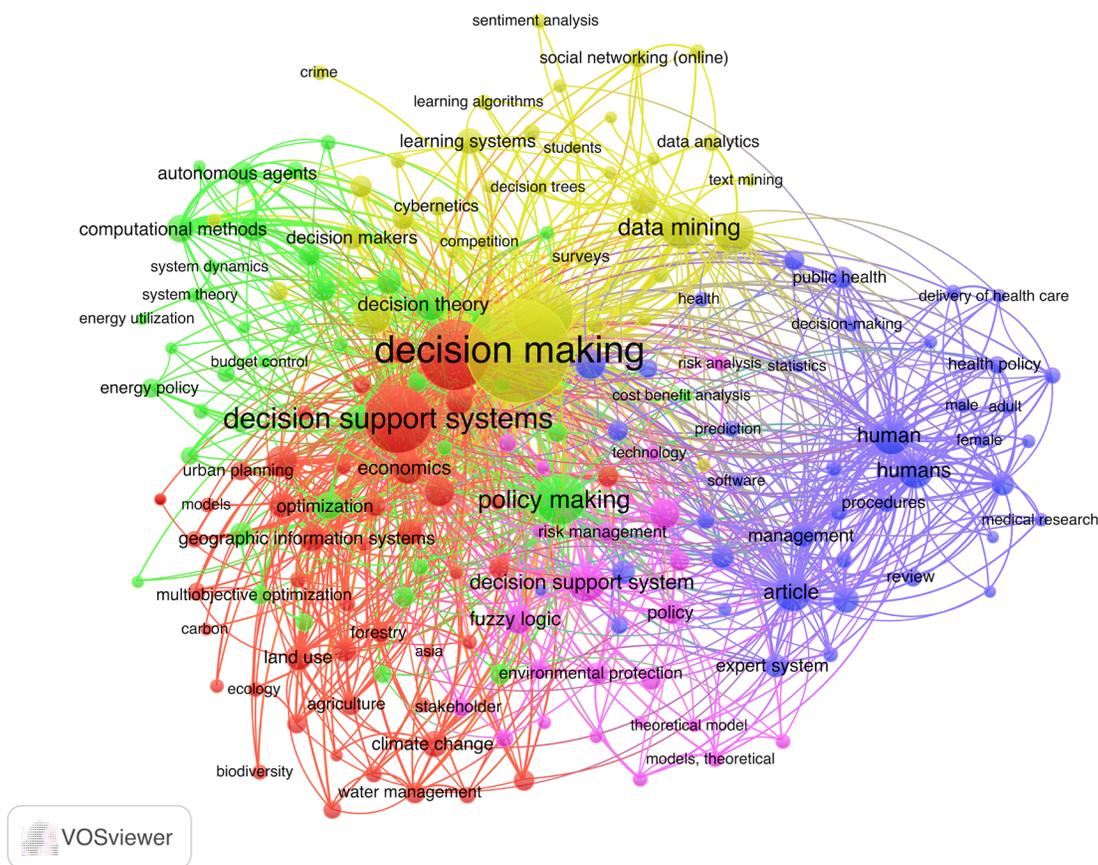


Figura 5. Publicaciones por países.

Fuente: adaptado por los autores de Scopus.

El software bibliométrico VosViever relacionó las palabras claves de las publicaciones y las juntó en cinco grupos, las cuales se distinguen en la figura 5 con diferentes colores. El primer grupo a nombrar es el correspondiente a las investigaciones desarrolladas para formular políticas públicas relacionadas con el área de la salud usando herramientas de IA. El segundo grupo corresponde al desarrollo de algoritmos para análisis de comportamientos en redes sociales para así generar políticas públicas al respecto. El tercer grupo a la creación de modelos para generar políticas públicas en la generación y uso de energías. El cuarto grupo se relaciona con el uso de herramientas computacionales para formular políticas públicas en el sector agrícola, teniendo en cuenta el uso de la tierra, el agua y el cambio climático. Por último,

el quinto grupo corresponde al desarrollo de sistemas de soporte de decisiones (DSS) para la generación de políticas ambientales. En resumen, el uso de herramientas de IA para la formulación de políticas públicas se ha usado principalmente en las áreas de la salud, energía, comportamientos sociales, agricultura y ciencias ambientales.

Conclusiones

Se evidencia la gran utilidad de las herramientas de IA para el proceso de formulación de políticas públicas; en especial las herramientas de *big data*, minería de datos y modelos basados en agentes.

En la última década se ha presentado un crecimiento en el interés científico en la aplicación de herramientas de IA en el proceso de formulación

de políticas públicas. En el cual las herramientas preferidas para recopilación y procesamiento de información son la *big data* y minería de datos. El modelo basado en agentes es la herramienta que más se ha utilizado para pronosticar y evaluar los posibles resultados que se puedan obtener al implementar alguna política pública

Se observa el interés de los investigadores en desarrollar DSS que ayuden al proceso de formulación de políticas públicas, donde las herramientas de IA más utilizadas son minería de datos y modelos basados en agentes.

Los líderes en investigación y publicaciones en el uso de herramientas de IA aplicada al proceso de formulación de políticas públicas son Estados Unidos, República Popular de China y Reino Unido. Los otros países que realizan un número significativo de investigaciones sobre el tema son países desarrollados ubicados en Asia, Europa y Norte América. Lo cual se alinea con los principales patrocinadores de estas investigaciones que también corresponden a estos continentes. Estas organizaciones patrocinadoras son de carácter gubernamental, lo que evidencia la importancia del apoyo del gobierno para el desarrollo de estas investigaciones.

Referencias

- Androutsopoulou, A., Charalabidis, Y. (2018). A Framework for Evidence Based Policy Making Combining Big Data, Dynamic Modelling and Machine Intelligence. *ACM International Conference Proceeding Series*, 575-583. <https://doi.org/10.1145/3209415.3209427>
- Androutsopoulou, A., Karacapilidis, N., Loukis, E., Charalabidis, Y. (2018). Combining Technocrats' Expertise with Public Opinion through an Innovative e-Participation platform. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 6750(c), 1-14. <https://doi.org/10.1109/TETC.2018.2824022>
- Androutsopoulou, A., Mureddu, F., Loukis, E., Charalabidis, Y. (2016). Passive Expert-Sourcing for Policy Making in the European Union. *IFIP International Federation for Information Processing*, 9821, 55-66. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45074-2>
- Baudasse, T., Calderón, C. (2009). Integración comercial del sector agrícola y desigualdad económica en los países en vías de desarrollo. *Investigación Económica*, 68(269), 37-72. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2009.269.16603>
- Borghesi, A., Milano, M. (2019). Merging observed and self-reported behaviour in agent-based simulation: A case study on photovoltaic adoption. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/app9102098>
- Charalabidis, Y., Loukis, E. (2011). Transforming government agencies' approach to e-participation through efficient exploitation of social media. *19th European Conference on Information Systems, ECIS*.
- Charalabidis, Y., Loukis, E., Androutsopoulou, A. (2011). Enhancing participative policy making through modelling and simulation: A state of the art review. *Proceedings of the European, Mediterranean and Middle Eastern Conference on Information Systems - Informing Responsible Management: Sustainability in Emerging Economies, EMCIS*, pp. 210-222.
- Charalabidis, Y., Loukis, E., Spiliotopoulou, L., Diamantopoulou, V. (2013). A framework for utilizing Web 2.0 social media for participative governance. *Proceedings of the European, Mediterranean and Middle Eastern Conference on Information Systems, EMCIS*, pp. 0-15.
- Chatzis, S. P., Siakoulis, V., Petropoulos, A., Stavroulakis, E., Vlachogiannakis, N. (2018). Forecasting stock market crisis events using deep and statistical machine learning techniques. *Expert Systems with Applications*, 112, 353-371. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.06.032>
- Chávez, E. M., Arguello, A. M., Viscarra, C. P., Aro, G. L., Albarrasín, M.V. (2018). Inteligencia artificial en la toma de decisiones gerenciales. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 6(especial), 1-12.

- Chen, L., Qiao, Z., Wang, M., Wang, C., Du, R., Stanley, H.E. (2018). Which Artificial Intelligence Algorithm Better Predicts the Chinese Stock Market? *IEEE Access*, 6, 48625-48633. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2859809>
- Chen, M., Hao, Y., Hwang, K., Wang, L., Wang, L. (2017). Disease Prediction by Machine Learning over Big Data from Healthcare Communities. *IEEE Access*, 5, 8869-8879. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2694446>
- Chen, P.T., Lin, C.L., Wu, W.N. (2020). Big data management in healthcare: Adoption challenges and implications. *International Journal of Information Management*, 102078. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102078>
- Cohen, M. D., March, J. G., Olsen, J. P. (1972). A Garbage Can Model of Organizational Choice. *Administrative Science Quarterly*, 17(1), 1-25. <https://doi.org/10.2307/2392088>
- Comisión Europea (2020). Qué hace la Comisión Europea en materia de estrategia y políticas. https://ec.europa.eu/info/about-european-commission/what-european-commission-does/strategy-and-policy_es
- Fernández, J. A., Martín, Q. M., Rodríguez, J. M. C. (2013). Business Intelligence Expert System on SOX Compliance over the Purchase Orders Creation Process. *Intelligent Information Management*, 5(3), 49-72. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4236/iim.2013.53007>
- Flath, C. M., Stein, N. (2018). Towards a data science toolbox for industrial analytics applications. *Computers in Industry*, 94, 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.09.003>
- Gavanelli, M., Milano, M., Bragaglia, S., Chesani, F., Marengo, E., Cagnoli, P. (2014). Multi-criteria optimal planning for energy policies in CLP? *CEUR Workshop Proceedings*, 1195, 54-68.
- Gavanelli, M., Riguzzi, F., Milano, M., Cagnoli, P. (2016). Constraint and optimization techniques for supporting policy making. *Computational Intelligent Data Analysis for Sustainable Development*, 361-381.
- Gimona, A., Polhill, J. G. (2011). Exploring robustness of biodiversity policy with a coupled meta community and agent-based model. *Journal of Land Use Science*, 6(2-3), 175-193. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2011.558601>
- Gimona, A., Polhill, J.G., Davies, B. (2011). Sinks, sustainability, and conservation incentives. En J. Liu, V. Hull, A. T. Morzillo, J. A. Wiens (eds.), *Sources, Sinks and Sustainability* (pp. 155-178). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511842399.010>
- Gómez, P. P. (2016). *Evaluación de la política pública de reforma agraria en Colombia (1991-2010): Estudios de caso en seis municipios del país*. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/53481/>
- Huser, B., Rutledge, D. T., Van Delden, H., Wedderburn, M. E., Cameron, M., Elliott, S., ... Woods, R. A. (2009). Development of an integrated spatial decision support system (IS-DSS) for local government in New Zealand. *18th World IMACS Congress and MODSIM09 International Congress on Modelling and Simulation: Interfacing Modelling and Simulation with Mathematical and Computational Sciences, Proceedings*, 2370-2376.
- Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., ... Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*, 2(4), 230-243. <https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101>
- Lin, H., Zhu, H., Zuo, Y., Zhu, C., Wu, J., Xiong, H. (2017). Collaborative company profiling: Insights from an employee's perspective. *31st AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI*, 1417-1423.
- Loukis, E., Maragoudakis, M., Kyriakou, N. (2019). Economic Crisis Policy Analytics Based on Artificial Intelligence. *IFIP International Federation for Information Processing 2019*, 11685, 301-310. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-27325-5>

- Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, K., ... Dewhurst, M. (2017). *Un futuro que funciona: automatización, empleo y productividad*. McKinsey Global Institute.
- Marine-Roig, E. (2017). Measuring destination image through travel reviews in search engines. *Sustainability (Switzerland)*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/su9081425>
- Mehta, N., Pandit, A. (2018). Concurrence of big data analytics and healthcare: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*, 114, 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.03.013>
- Menon, V. M., Rahulnath, H. A. (2017). A novel approach to evaluate and rank candidates in a recruitment process by estimating emotional intelligence through social media data. *2016 International Conference on Next Generation Intelligent Systems, ICNGIS*. <https://doi.org/10.1109/ICNGIS.2016.7854061>
- Milano, M. (2013a). Optimization for policy making: The cornerstone for an integrated approach. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8124 LNCS, 1-2. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40627-0_1
- Milano, M. (2013b). Sustainable energy policies: Research challenges and opportunities. *Proceedings -Design, Automation and Test in Europe, DATE*, 1143-1148. <https://doi.org/10.7873/date.2013.239>
- Milano, M., O'Sullivan, B., Gavanelli, M. (2014). Sustainable policy making: A strategic challenge for artificial intelligence. *AIMagazine*, 35(3), 22-35. <https://doi.org/10.1609/aimag.v35i3.2534>
- Moon, S.H., Kim, Y.H., Lee, Y.H., Moon, B.R. (2019). Application of machine learning to an early warning system for very short-term heavy rainfall. *Journal of Hydrology*, 568, 1042-1054. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.11.060>
- Morales, S.L., Morales, M.R., Rizo, R. (2017). Metodología para procesos de inteligencia de negocios con mejoras en la extracción y transformación de fuentes de Datos. *Revista Publicando*, 4(11), 107-119. http://rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/553/pdf_364
- Moreno, J.M., Sánchez, J.M., Espítia, H.E. (2018). Water Level Prediction Using Artificial Neural Network Model. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(19), 14378-14381. http://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n19_45.pdf
- National Science Foundation (2020). US NSF-About Funding. <https://www.nsf.gov/funding/aboutfunding.jsp>
- Nawaz, N. (2019). Artificial intelligence interchange human intervention in the recruitment process in Indian software industry. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(4), 1433-1442. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2019/62842019>
- Nayak, A., Pai, M.M.M., Pai, R.M. (2016). Prediction Models for Indian Stock Market. *Procedia Computer Science*, 89, 441-449. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.06.096>
- NSFC (2020). About Us-NSFC at a Glance. http://www.nsf.gov.cn/english/site_1/about/6.html
- Okesola, O.J., Okokpujie, K.O., Adewale, A. A., John, S.N., Omoruyi, O. (2018). An Improved Bank Credit Scoring Model: A Naïve Bayesian Approach. *Proceedings - 2017 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, CSCI*, 228-233. <https://doi.org/10.1109/CSCI.2017.36>
- Ospina, D.M. (2017). *Reivindicando al campesinado en Colombia: análisis de las fallas de redistribución y de reconocimiento en la implementación de las políticas agrarias de los siglos XX-XXI, y en la Política Pública de Víctimas y Restitución de Tierras*. <http://bdigital.unal.edu.co/64749/3/Trabajo%20de%20grado%20Diana%20Mendoza%20Ospina%202018.pdf>
- Peña, J.J., Chan, A.O., Balam, C. del C. (2017). Sistema experto en apoyo a toma de decisiones

- para aprobación de líneas de crédito. *Pistas Educativas*, 39(04), 402-411.
- Polhill, J. G., Gimona, A. y Gotts, N. M. (2010). Analysis of incentive schemes for biodiversity using a coupled agent-based model of land use change and species metacommunity model. *Modelling for Environment's Sake: Proceedings of the 5th Biennial Conference of the International Environmental Modelling and Software Society, IEMS, 1*, 809-816.
- Polhill, J. G., Gimona, A., Gotts, N. M. (2013). Nonlinearities in biodiversity incentive schemes: A study using an integrated agent-based and metacommunity model. *Environmental Modelling and Software*, 45, 74-91. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.11.011>
- Poole, D., Mackworth, A. (2017). *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents*. Cambridge University Press.
- Ramesh, D., Suraj, P., Saini, L. (2016). Big data analytics in healthcare: A survey approach. *International Conference on Microelectronics, Computing and Communication, MicroCom 2016*. <https://doi.org/10.1109/MicroCom.2016.7522520>
- Russell, P., Norvig, S. (2009). *Inteligencia Artificial, un enfoque moderno*. Pearson.
- Santacreu, L.J., Talavera, A., Aguasca, R., Galván, B.J. (2015). Sistema experto para tomar decisiones de emergencias y seguridad ante meteorología adversa. *Dyna Ingenieria E Industria*, 90(5), 502-512. <https://doi.org/10.6036/7469>
- Šaur, D. (2017). Forecasting of Convective Precipitation Through NWP Models and Algorithm of Storms Prediction. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 573. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57261-1>
- Shah, H., Tairan, N., Garg, H., Ghazali, R. (2018). A Quick Gbest Guided Artificial Bee Colony algorithm for stock market prices prediction. *Symmetry*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/sym10070292>
- Sibte, S., Abidi, R. (2001). Knowledge management in healthcare: towards. *International Journal of Medical Informatics*, 63, 5-18. [https://doi.org/10.1016/S1386-5056\(01\)00167-8](https://doi.org/10.1016/S1386-5056(01)00167-8)
- Simon, H.A. (1979). Rational Decision Making in Business Organizations. *The American Economic Review*, 69(4), 493-513.
- Soto, C. (2003). La agricultura comercial de los distritos de riego en México y su impacto en el desarrollo agrícola. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, Unam*, 50, 173-195.
- Thesmar, D., Sraer, D., Pinheiro, L., Dadson, N., Vélliche, R., Greenberg, P. (2019). Combining the Power of Artificial Intelligence with the Richness of Healthcare Claims Data: Opportunities and Challenges. *PharmacoEconomics*, 37(6), 745-752. <https://doi.org/10.1007/s40273-019-00777-6>
- Turkson, R.E., Baagyere, E.Y., Wenya, G. E. (2016). A machine learning approach for predicting bank credit worthiness. *2016 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Pattern Recognition, AIPR 2016*, 81-87. <https://doi.org/10.1109/ICAIPR.2016.7585216>
- Van Delden, H. (2009). Integration of socio-economic and bio-physical models to support sustainable development. *18th World IMACS Congress and MODSIM09 International Congress on Modelling and Simulation: Interfacing Modelling and Simulation with Mathematical and Computational Sciences, Proceedings*, 2457-2463.
- Van Delden, H., Hurkens, J. (2011). A generic integrated spatial decision support system for urban and regional planning. *MODSIM 2011-19th International Congress on Modelling and Simulation-Sustaining Our Future: Understanding and Living with Uncertainty*, 127-139. <https://doi.org/10.36334/modsim.2011.key-note.vandelden>
- Van Delden, H., Kirkby, M.J., Hahn, B.M. (2009). Towards a modelling framework for integrated assessment in arid and semi-arid regions. *18th World IMACS Congress and MODSIM09 International Congress on Modelling and Simulation: Interfacing Modelling and Simulation*

- with Mathematical and Computational Sciences, Proceedings*, 3563-3569.
- Van Delden, H., Seppelt, R., White, R., Jake-man, A. J. (2011). A methodology for the design and development of integrated models for policy support. *Environmental Modelling and Software*, 26(3), 266-279. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.03.021>
- Van Delden, H., Stuczynski, T., Ciaian, P., Paracchini, M. L., Hurkens, J., Lopatka, A., ... Vanhout, R. (2010). Integrated assessment of agricultural policies with dynamic land use change modelling. *Ecological Modelling*, 221(18), 2153-2166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.03.023>
- Van Esch, P., Black, J. S., Ferolie, J. (2019). Marketing AI recruitment: The next phase in job application and selection. *Computers in Human Behavior*, 90, 215-222. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.09.009>
- Vargas, C., Téllez, G., Cubillos, A., Gómez, P., Garzón, L. (2016). Análisis de los beneficiarios de la política pública de reforma agraria en el marco del desarrollo rural en Colombia (1994-2010). *Pampa*, 13, 31-53. <https://doi.org/10.14409/pampa.v0i13.5901>
- Zaidi, S. Z. H., Abidi, S. S. R., Manickam, S. (2002). Leveraging intelligent agents for knowledge discovery from heterogeneous health-care data repositories. *Studies in Health Technology and Informatics*, 90, 335-340. <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-934-9-335>
- Zaidi, S. Z. H., Abidi, S. S. R., Manikam, S., Yu-N, C. (2004). ADMI: A multi-agent architecture to autonomously generate data mining services. *2004 2nd International IEEE Conference "Intelligent Systems" - Proceedings*, 1, 273-279. <https://doi.org/10.1109/is.2004.1344680>
- Zamora, A.P. (2017). Aplicación de la inteligencia artificial en la inversión de campañas publicitarias Application of artificial intelligent in the investment of advertising campaigns. *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 4(3), 312-322.





Guía metodológica para la selección de proveedores DBaaS en Pymes

Methodological Guide for the Selection of DBaaS Providers in SMEs

DBaaS Guia de Metodologia de Seleccão de Fornecedores para PME

Fabián Leonardo Vargas-Corredor¹

Jorge Enrique Quevedo-Reyes²

Juan Sebastián González-Sanabria³

Marco Javier Suárez-Barón⁴

Recibido: marzo 2020

Aceptado: agosto 2020

Para citar este artículo: Vargas-Corredor, F. L., Quevedo-Reyes, J. E., González-Sanabria, J. S., Suárez-Barón, M. J. (2020). Guía Metodológica para la selección de proveedores DBaaS en Pymes. *Revista Científica*, 39(3), 369-377. <https://doi.org/10.14483/23448350.16938>

Resumen

La importancia que han adquirido las bases de datos como servicio (DBaaS) y la relación que tienen los proveedores directamente en la gestión de la información cuando se ofrece un servicio en la nube son factores clave en el manejo de la información. El impacto negativo en los recursos monetarios, desempeño y seguridad de la información ha inspirado un análisis en la adquisición de servicios en la nube en el que se ha buscado maneras para mitigar errores en la adopción de DBaaS. El presente trabajo pretende plantear el desarrollo de una guía metodológica que fortalezca los procesos de adquisición de DBaaS en pequeñas y medianas empresas (Pymes), logrando minimizar su impacto en la pérdida o inutilización de recursos monetarios, infraestructura y seguridad. Para lo anterior se realizó una revisión documental incluyendo documentos publicados entre 2008 a 2018, periodo en el que países

con niveles de desempeño altos en investigación sobre computación en la nube y servicios en la gestión de las bases de datos publicaron de manera significativa. La creación de una guía metodológica en la selección de proveedores de DBaaS en Pymes establece métodos, caminos y estrategias sobresalientes al momento de adquirir un servicio DBaaS. La prioridad es conocer en detalle cómo se desarrollan y se gestionan los acuerdos de nivel de servicio orientados a la adopción de servicios Cloud.

Palabras clave: respaldo de la información, DBaaS, CSP, computación en la nube, seguridad en la nube, migración de proveedores de servicios.

Abstract

The importance that has acquired the trend of database-as-a-service (DBaaS) and the relationship that providers have directly in the management of information when offering a service in the cloud, are key

1. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia. fabianleonardo.vargas@uptc.edu.co
2. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia. jorge.quevedo@uptc.edu.co
3. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia. juansebastian.gonzalez@uptc.edu.co
4. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia. marco.suarez@uptc.edu.co

factors in the management of information. The negative impact on monetary resources, performance and information security has inspired an analysis on cloud service acquisition in order to mitigate errors in DBaaS adoption. The present work intends to propose the development of a methodological guide that strengthens the DBaaS acquisition processes in SMEs, managing to minimize its impact on the loss or disuse of monetary resources, infrastructure, and security. For this purpose, a document review is carried out, including documents from 2008 to 2018, a period in which countries with high performance levels in research on cloud computing and database management services published significantly. The creation of a methodological guide in the selection of DBaaS providers in SMEs, establishes methods, paths and outstanding strategies when acquiring a DBaaS service. The priority is to know in detail how the service level agreements oriented to the adoption of Cloud Services are developed and managed.

Keywords: information backup, dbaas, csp, cloud computing, cloud security, service provider migration.

Resumo

A importância das Bases de Dados como Serviço (DBaaS) e a relação que os fornecedores têm directamente na gestão da informação quando oferecem um serviço na nuvem são factores chave na gestão da informação. O impacto negativo nos recursos monetários, desempenho e segurança da informação inspirou uma análise da aquisição de serviços na nuvem, a fim de mitigar erros na adopção de DBaaS. Este trabalho visa desenvolver um guia metodológico que reforce os processos de aquisição de DBaaS nas PME, conseguindo minimizar o seu impacto na perda ou desuso de recursos monetários, infra-estruturas e segurança. Para este fim, está a ser realizada uma revisão documental, incluindo documentos de 2008 a 2018, período em que os países com elevados níveis de desempenho na investigação sobre computação em nuvem e serviços de gestão de bases de dados publicaram significativamente. A criação de um guia metodológico na selecção de fornecedores de DBaaS nas PME, estabelece métodos, caminhos e estratégias notáveis ao adquirir um serviço DBaaS. A prioridade é saber em detalhe como são desenvolvidos e

geridos os acordos de nível de serviço orientados para a adopção de Serviços em Nuvem.

Palavras-chaves: backup de informação, dbaas, csp, cloud computing, segurança na nuvem, migração de prestadores de serviços.

Introducción

El uso de la tecnología y la información se ha convertido en una ventaja competitiva en los negocios, puesto que se puede generar un beneficio económico en la reducción de costos y uso efectivo de los recursos (ya sea que se trate de factores en cuanto al software, hardware, infraestructura o gestión) (Prieto y Ariaz, 2014). La clave del éxito para algunas economías se ve reflejada en la innovación de sus procesos y productos tecnológicos que tienen como finalidad competir en el mercado (Senarathna, 2016). Actualmente, las pequeñas y medianas empresas (Pymes) surgen y crecen de manera acelerada, por lo que requieren una atención constante al momento de adquirir los servicios que ofrecen los proveedores de servicios *cloud* (CSP, por sus siglas en inglés) (Maqueira y Bruque, 2012).

Debido al impacto en costos y eficacia presentada en las organizaciones que han adoptado las bases de datos como servicio (DBaaS), se propone una provisión para la gestión de la computación en la nube en los próximos años en la que se consideren servicios que puedan ser consumidos a través de internet de forma inmediata y segura (Alzoubaidi, 2016). Asimismo, las Pymes han estructurado su información de modo que puedan ser dirigidas a este tipo de servicios (Zuberoa *et al.*, 2017). Sin embargo, es evidente que el incremento y la competitividad en el mercado han hecho que las organizaciones no puedan adquirir los paquetes integrados que ofrecen los CSP, como en el caso de que algunos clientes necesiten solamente un servicio que satisfaga sus necesidades en la gestión tecnológica (Matthew *et al.*, 2014).

Por lo anterior, es necesario reflexionar sobre el impacto que genera la creación de una guía

metodológica en la selección de proveedores de DBaaS para Pymes, con el fin de establecer métodos y caminos que comprendan factores pertinentes al momento de adquirir este servicio (Hentschel *et al.*, 2018). La tendencia que han generado los DBaaS se ha visto de forma prometedora en función del recurso que asignan los proveedores de bases de datos, pues su visión en conjunto es integrar los aspectos relevantes que contienen los catálogos de SLA (Gunarathne *et al.*, 2011). El coste, la disponibilidad, la integración y la independencia de servicios no son los únicos aspectos que impulsan a las empresas a adoptar DBaaS, también existen factores como autoservicio por demanda, acceso ubicuo a la red, fondo común de recursos, rápida elasticidad y servicio medido (Wong *et al.*, 2013). Para otros clientes, según la investigación de Microsoft y la Universidad de Utah (Du y Ramamurthy, 2017), la prioridad es conocer en detalle cómo se desarrollan y se gestionan los SLA. En esencia, se evalúan tres criterios para identificar el manejo de excepciones: revisión del catálogo de negocios, catálogo de servicio mismo y el catálogo técnico (Clouse, 2016).

Antecedentes de investigación

La computación en la nube (*cloud computing*) se ha convertido en un modelo que permite el acceso adecuado a una red compartida de recursos informáticos; en esta pueden ser configurables, por ejemplo, servidores de almacenamiento, aplicaciones y servicios. Además, se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción (Alzoubaidi, 2016). Desde la perspectiva del Departamento de Ciencias de la Información y Tecnología de la Universidad de Penn State (Aiken *et al.*, 2015) se define como un modelo de implementación de hardware y software en el cual el dispositivo de software se aloja en hardware de alto rendimiento y se proporciona como un servicio a los usuarios a través de internet. La eliminación de la necesidad de instalar, configurar y ejecutar aplicaciones en los propios

servidores y locales de los usuarios contribuye significativamente a reducir la carga del mantenimiento del software y el funcionamiento continuo (Cuzzocre *et al.*, 2016). Al mismo tiempo, los recursos de TI deben ser pagados a través de una suscripción en lugar de una licencia; lo cual significa que las empresas no necesitan adquirir e instalar los recursos de alto costo en sus sitios (Alzoubaidi, 2016).

En otras palabras, los DBaaS son tipos de servicios recientes que se están investigando en la comunidad de computación en la nube (Cuzzocre *et al.*, 2016). Desde el punto de vista funcional, el principal objetivo de DBaaS es superar las limitaciones de los enfoques de vanguardia en tecnologías de datos, según se almacenan y se acceden desde repositorios cuya ubicación es conocida y relevante para compartir y procesar información.

Metodología

Se realizó una revisión documental tal como lo propone Serrano (2014), quien define cinco fases para elaborar un estado de la cuestión en un área de investigación. La revisión incluyó documentos desde el año 2008 hasta el 2018; pues en este periodo se publicó la mayoría de artículos de los países con niveles de desempeño altos en investigación sobre computación en la nube y los servicios que aportan a la gestión de las bases de datos (Zhang *et al.*, 2010).

La primera fase de preparación tiene por objetivo general identificar el grado de discernimiento que poseen las Pymes en la adopción de CSP, especialmente DBaaS. En la segunda fase se aborda un enfoque descriptivo para definir el tema central. En resumen, este artículo se enfoca en la adopción de servicios DBaaS en Pymes y se estudiarán los autores representativos. Por otra parte, se usan fichas descriptivas que corresponden a la exploración de estudios relacionados con el tema principal.

En la tercera fase de interpretación por núcleos se exploran las fichas bibliográficas, así como se interpretan los datos concernientes a las

características relevantes determinadas por los proveedores de DBaaS. Es decir, se hizo un análisis de información en las fichas bibliográficas a través de comparativas de datos coincidentes. En la cuarta fase, sobre construcción teórica global, se identifican los posibles vacíos, oportunidades y campos de aplicación correspondientes a los servicios DBaaS ofrecidos por los CSP, particularmente en el sector de las pymes. La quinta fase, de expansión y publicación, se plantea como inicio de una próxima publicación sobre posibles modelos que representan un camino acertado en la adopción de DBaaS.

El alcance de este trabajo es descriptivo y se ha realizado a partir de un ejercicio de revisión de literatura sobre DBaaS, cuyo fin es establecer los factores que interfieren en la adopción de CSP en Pymes; se estudia desde un enfoque cualitativo y cuantitativo considerando el nivel de satisfacción de los clientes. Se usa una ventana de investigación desde el año 2008 hasta el 2018, donde los criterios de búsqueda definen los vacíos sobre una guía que permite el estudio profundo de estos elementos.

Resultados

Aplicaciones de guías metodológicas para resolver aspectos que interfieren en la adopción de DBaaS

En la actualidad diversas organizaciones han migrado el almacenamiento de sus datos desde servidores físicos hacia la nube, por la evidente disminución en costos que esto representa. Por su parte, los DBaaS han tenido gran auge en la nueva era tecnológica. Sin duda estos enfocan su objetivo en la gestión de los datos, de modo que las funciones ofrecidas por los CSP prometen soluciones a necesidades relacionadas con dos aspectos importantes: la reducción de costos y el rendimiento del sistema; esto con el fin de apuntar los esfuerzos al beneficio de la organización (Nishad *et al.*, 2016).

Se consideró que en la realización de la guía metodológica para la selección de proveedores DBaaS las Pymes deben estimar qué tipo de información se utiliza. Es decir, qué tan sensible puede ser a los ciberataques y la divulgación accidental pues, en colaboración con los aportes ofrecidos por la revista en su apartado predicción de TI (Gartner, 2016), se evidencia que el 18,1 % de todos los documentos cargados en servicios de colaboración y uso compartido de archivos basados en la nube contienen información confidencial.

En el Departamento de Ciencias de la Computación e Ingeniería de la Computación de la Universidad de Jamia Millia Islamia en Nueva Delhi (India) (Malhotra *et al.*, 2015) se considera que los lugares donde se gestionan los datos determinan el respaldo de las Pymes, de forma que garantizan la tranquilidad en la administración de su información (Cuzzocre *et al.*, 2016). En la figura 1 se destacan elementos en los que un servicio DBaaS está comprometido a diario, estimando que el activo más importante de cualquier organización es la información (Marston *et al.*, 2011).

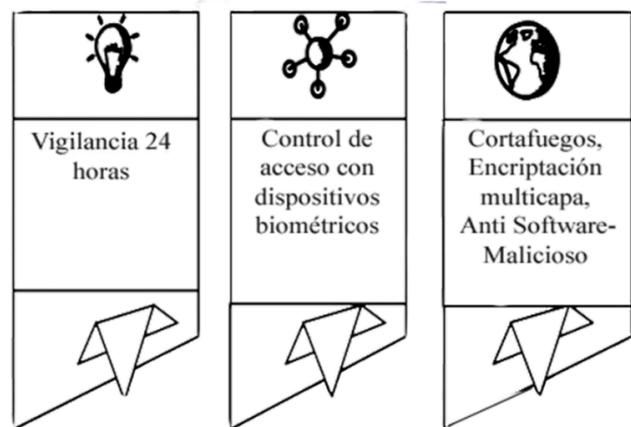


Figura 1. Elementos para la gestión de la seguridad.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Para proporcionar una visión más cercana de las características que presenta una guía metodológica, en relación con la selección de proveedores de servicios de DBaaS, se ha dividido en una comparativa de seis aspectos principales: conceptos

básicos de la plataforma, calidad de servicio, costo del servicio, posicionamiento del proveedor en el mercado, industrias del mercado que considerablemente hacen uso de implementaciones DBaaS y, finalmente, tendencias en el mercado e impacto a corto plazo en DBaaS (Henderson, 2016).

En relación con lo anterior, los componentes necesarios que debe incluir la guía para la adopción de DBaaS son:

- Disponibilidad: uno de los factores relevantes en la selección del CSP es la calidad del servicio con respecto a los tiempos de atención y resolución de problemas que se presentan en la plataforma.
- Seguridad: al momento de resguardar la información es clave saber qué métodos se usan y en qué lugar se realiza, pues los protocolos de administración y políticas de respaldo deben ser de alto nivel (Mehak *et al.*, 2014). Ahora bien, es vital revisar el orden en que pueden amenazar a la organización, pues este tipo de acciones se ejecuta de la siguiente manera: persona enterada, cuentas comprometidas, privilegios de usuarios y fugas de información.
- Capacidad: indiscutiblemente la tecnología que usan los CSP hace la diferencia para que proporcionen un servicio de acuerdo con la solicitud del cliente. Es decir, si requiere que sea almacenada su información en un disco de estado sólido o un disco duro y cuánta capacidad es necesaria para que funcione de forma eficiente el sistema.
- Elasticidad rápida: las arquitecturas DBaaS deben apoyar la elasticidad del servicio granular, una propiedad de múltiple seguridad que define el acceso usando una amplia gama de dispositivos y mecanismos no propietarios. Además, debe ser analizada desde el punto de vista de la gestión automatizada de recursos y la planificación integrada de la capacidad (Tomiyama *et al.*, 2012).
- Rendimiento: el desempeño del servicio debe estar ligado a los requisitos de los dispositivos,

de modo que la calidad y el rendimiento superen aspectos como capacidad de procesamiento, modelo de almacenamiento e integración y velocidad de respuesta.

- Carga de trabajo: en ocasiones suele suceder que los dispositivos en los cuales corren los servicios presenten cierto tipo de fallas; por lo que las cargas de trabajo deben distribuirse de manera eficiente.
- Soporte: los CSP cuentan con un equipo de soporte en la plataforma tecnológica del DBaaS, es por esto por lo que la mayoría de los proveedores incluye como parte de la facturación el valor por el soporte. Los proveedores (Casola *et al.*, 2018) manejan un esquema de soporte con tiempos de respuesta no mayores a un día (en horario cinco días por nueve horas); en algunos casos en un tiempo récord, casi inmediato.
- Costos: cada proveedor de DBaaS ofrece esquemas de costo particulares. Para algunos CSP su modelo de negocio es entregar una solución establecida con características de hardware preconfiguradas por un costo de suscripción fijo mensual. En el caso de cambiar a un esquema diferente simplemente se modifica su configuración de acuerdo con sus nuevas necesidades.
- SLA: el acuerdo de nivel de servicio proporciona una colección de estándares cuantificables y mensurables que el cliente percibe necesarios para el uso efectivo de los servicios del CSP (Hoehl, 2016). De ahí que los estándares sean un componente clave dentro del contrato de servicios, pues con ello se asegura el cumplimiento de los objetivos comerciales. En el contexto de acuerdos de servicio de los CSP, se puede llegar a penalizaciones por incumplimiento del servicio.

Guía metodológica como marco general en la adopción de servicios en la nube

Con la creación de una guía metodológica para la adecuada selección de DBaaS se consigue una idea clara en función de la correcta administración de dichos servicios. Por la razón anterior, se entiende

como un marco que permite la transparencia y visibilidad en aspectos tales como: servicio completo y controlado, gestión unificada, seguridad en Pymes, operaciones en la nube, asignación de recursos, gestión de roles, servicio de consultoría en la nube, elasticidad, SLA, costes totales, atención al cliente, políticas, zonas de operación, automatización de la nube, gestión de riesgos, agilidad empresarial y operaciones de TI simplificadas. Sin embargo, las estrategias de implementación de un servicio DBaaS deben estar vinculadas a la mejora continua del negocio en las Pymes, ya que cuando se decide incluir este servicio se debe analizar el soporte de TI necesario y qué tan viable es la integración entre los productos.

La guía sugiere comprender la estrategia de negocio en relación con TI, y sus pasos determinan las fases que se analizan al momento de adoptar un DBaaS. A continuación, se describe cada una de ellas.

- Fase revisión preliminar: comprende la estrategia de negocio en relación con los requisitos de TI. Naturalmente, se evalúa la posibilidad de implementación. En esta fase se lleva a cabo el estudio de oportunidades, desafíos y las posibles opciones para poner en marcha servicios en la nube.
- Fase estudio de necesidades: en este ítem se analizan los vacíos y cómo se podrían generar soluciones a estas dificultades; también se clasifican sistemas de información y se estudia la posible integración con los sistemas actuales, puesto que el objetivo es reducir costos y tiempo. Finalizado el resultado se determina el nivel de capacidad, velocidad, seguridad y disponibilidad del servicio, sin dejar atrás la percepción de barreras y posibles riesgos antes, durante y después del cambio; es aquí donde se deben identificar los procedimientos con los que se involucra este servicio y cómo se podría prosperar. En esta sección se ofrece una perspectiva sobre las necesidades más relevantes en las organizaciones, especialmente sobre características de desempeño.
- Fase *as to be*: además de realizar el estudio de los vacíos, se proyecta cómo se desearía que funcionara el sistema con la implementación de un DBaaS, de modo que se piense en la operación, la gestión, la confidencialidad y los recursos empleados. Además de identificar las aplicaciones que podrían funcionar, también es pertinente hacer el estudio de satisfacción y sencillez. De hecho, es recomendable seleccionar aplicaciones que sean simples de migrar e independientes del sistema principal. Por este motivo es aconsejable adquirir un porcentaje mínimo de aplicaciones con el fin de aprender de los procesos de productividad, agilidad y eficiencia en la nube, para posteriormente aplicar la experiencia aprendida en sistemas más complejos. En esta sección se especifican los niveles de adopción de DBaaS, comprendidos de la siguiente forma: nivel de adopción mínimo: 30 % de la implementación; nivel de adopción intermedio: se aproxima al 50 % de la adopción; nivel de adopción final: supera el 50 % de la implementación.
- Fase examen de proveedores: en primera instancia es importante revisar las políticas y acuerdos en relación con casos de éxito sobre organizaciones que usan su servicio, sin dejar de lado el costo que representa adoptar el DBaaS. Considérese que cada CSP ofrece diferentes funciones, dentro de ellas la tarea de migración y establecimiento del mapa de ruta. Las fases de estudio de necesidades y examen de proveedores están ligadas, ya que se comprometen a estudiar los estándares de adopción, portabilidad y metodologías para migrar aplicaciones. Por otra parte, se sugiere revisar los SLA que ofrece cada proveedor y crear así un listado de los servicios que se verían afectados y cómo se podría reestructurar de acuerdo con la arquitectura planteada en la fase *as to be*. Un aspecto importante en esta fase es revisar el modelo de seguridad

que ofrecen dichos CSP; de hecho, la infraestructura, la capacidad y el cumplimiento de las normas hacen posible la correcta operación y transparencia en el despliegue de sus aplicaciones.

- Fase factores de operación: considerando que cada país interpreta de manera distinta sus aspectos legales, en esta última fase se estudian los factores de operación tales como fácil separación o migración de la información, así como también normas que regulen la protección y privacidad de datos en los servicios de computación en la nube. Otra condición para identificar la calidad en la prestación del servicio es revisar costos, licencias, contratos de confidencialidad con terceros y garantías en caso de ocurrir un desastre.

En la figura 2 se proponen las fases en que la guía metodológica ordena el proceso de adopción de DBaaS; en esta se considera como parte fundamental la opinión del cliente. Sin embargo, se describe como un ciclo iterativo donde pueda interactuar entre fases, de modo que se pueda hacer retroalimentación de cada fase.

Discusión y conclusiones

El análisis sobre la selección de proveedores de bases de datos como servicio determinó que las Pymes experimentan cambios en el uso de la información rápidamente, por tal razón es necesario determinar factores de adopción en DBaaS que contribuyan al desarrollo de esta. Nosotros observamos que las Pymes actualmente no disponen de una guía metodológica que integre todos los aspectos importantes al momento de escoger un CSP; algunas de ellas enfocan su objetivo en diferentes necesidades, destacándose entre otras, costos, riesgos, seguridad y desempeño.

Además, se percibieron las falsas expectativas del modelo de mercado actual que se ofrece en el área de DBaaS. Por tal razón los servicios no se usan o probablemente no satisfacen las necesidades de los clientes. Así que, teniendo en cuenta lo anterior, nosotros proponemos los criterios que debería tener una guía metodológica, incluyendo los ajustes que se adapten a la normativa que rige en el país, sin dejar de lado los riesgos económicos que puedan llegar a impactar o incluso su nivel de demanda de servicios en las Pymes.

FASES DE LA GUÍA METODOLÓGICA

FASE PRELIMINAR

Protección
Privacidad
Confidencialidad

ESTUDIO DE NECESIDADES

Estado actual y posibles brechas

ANTES-DESPUES

Evaluación del estado
previo en relación
al estado deseado



EXAMEN DE PROVEEDORES

Análisis de las políticas
y características ofrecidas
por cada proveedor

FACTORES DE OPERACIÓN

Entendimiento del negocio
Estrategia en relación a TI

Figura 2. Fases de la guía.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Referencias

- Aiken, W., Ryoo, J., Kim, H. (2015). *KaaS: keying as a service provider for small and medium enterprises using untrusted cloud services*. Paper presented at the Proceedings of the 9th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, Bali, Indonesia. <https://doi.org/10.1145/2701126.2701206>
- Alzoubaidi, A. R. (2016). Private-Cloud Computing Services for an Interactive Multi-Campus University *ijIM*, 10(4). <https://doi.org/10.3991/ijim.v10i4.5931>
- Casola, V., Benedictis, A. D., Modic, J., Rak, M., Villano, U. (2018). Per-service security SLAs for cloud security management: Model and implementation. *International Journal of Grid and Utility Computing*, 9(2), 128-138. <https://doi.org/10.1504/IJGUC.2018.091719>
- Clouse, B. (2016). Service Catalogs: Defining Standardized Database Services. In O. Corporation (Ed.), *World Headquarters* (vol. 1.6, pp. 2-43). Redwood City, CA 94065 USA.
- Cuzzocre, A., Mastroianni, C., Grasso, G. M. (2016). Private Databases on the Cloud: Models, Issues and Research Perspectives. *IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*. <https://doi.org/10.1109/BigData.2016.7841032>
- Du, M., Ramamurthy, R. (2017). Towards verifiable metering for database as a service providers. *Symposium on Cloud Computing*, Santa Clara, California. <https://doi.org/10.1145/3127479.3134349>
- Gartner (2016). Predicciones de la agenda 2019 de los CIO en todo el mundo. <https://datta.com.ec/articulo/predicciones-de-la-agenda-2019-de-los-cio-en-todo-el-mundo>
- Gunarathne, T., Wu, T. L., Jong, Y. C., Bae, S. H., Qiu, J. (2011). Cloud computing paradigms for pleasingly parallel biomedical applications. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 23(17), 2338-2354. <https://doi.org/10.1002/cpe.1780>
- Henderson, N. (2016). Three Cloud Trends to Watch Through 2020. <https://cutt.ly/QfvHUUR>
- Hentschel, R., Leyh, C., Petznick, A. (2018). Current cloud challenges in Germany: the perspective of cloud service providers. *Journal of Cloud Computing*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s13677-018-0107-6>
- Hoehl, M. (2016). Proposal for standard Cloud Computing Security SLAs-Key Metrics for Safeguarding Confidential Data in the Cloud. <https://cutt.ly/WfvHSIk>
- Malhotra, S., Doja, M., Alam, B., Alam, M. (2015). Data integration of cloud-based and relational databases. *International Conference on Soft Computing Techniques and Implementations (ICSCTI)*. <https://doi.org/10.1109/ICSCTI.2015.7489542>
- Maqueira, J., Bruque, S. (2012). Agentes impulsores de la adopción de Cloud Computing en las empresas. ¿Quién mueve la nube? *Universia Business Review*, 3(35).
- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., Ghalsasi, A. (2011). Cloud computing-The business perspective. *Decision Support Systems*, 51(1), 176-189. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.12.006>
- Matthew, O., Dudley, C., Moreton, R. (2014). A review of multi-tenant database and factors that influence its adoption. *Ukais*, 22.
- Mehak, F., Masood, R., Ghazi, Y., Shibli, A., Khan, S. (2014). *Security Aspects of Database-as-a-Service (DBaaS) in Cloud Computing*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10530-7_13
- Nishad, L. S., Akriti, Paliwal, J., Pandey, R., Beniwal, S., Kumar, S. (2016). Security, Privacy Issues and challenges In Cloud Computing: A Survey. *Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies*, Udaipur, India. <https://doi.org/10.1145/2905055.2905253>
- Prieto, F., Ariaz, M. (2014). *Cloud computing como ventaja competitiva en las organizaciones*. Paper presented at the Twelfth LACCEI

Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2014), Guayaquil Ecuador.

Senarathna, R. (2016). Cloud computing adoption by SMEs in Australia: Deakin University. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-9466-8.ch015>

Serrano, C. (2014). Modelo para la investigación documental. In U. d. C. F. e. I. E. y. T. G. e. I. Telemática (Ed.), *Modelo para la investigación documental*.

Tomiyama, K., Kawashima, H., Kitagawa, H. (2012). *A security aware stream data processing scheme on the cloud and its efficient execution methods*. Paper presented at the Proceedings of the fourth international workshop on Cloud

data management, Maui, Hawaii, USA. <https://doi.org/10.1145/2390021.2390033>

Wong, P., He, Z., Lo, E. (2013). *Parallel analytics as a service*. Paper presented at the Proceedings of the 2013 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, New York, New York, USA. <https://doi.org/10.1145/2463676.2463714>

Zhang, S., Zhang, S., Chen, X., Huo, X. (2010). *Cloud Computing Research and Development Trend*. Paper presented at the 2010 Second International Conference on Future Networks. <https://doi.org/10.1109/ICFN.2010.58>

Zuberoa, M., Ocampos, J., Moral, C. d. (2017). *Data center submarinos: la información de internet, guardada bajo el mar*. Vodafone.

