
EXPERIENCIAS INMERSIVAS DE APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS DESDE UN ENFOQUE CONECTIVISTA

Doris Janet Rodríguez Moreno

doris.rodriguez@ensp.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1235-5522>

Recibido: 15/05/2024

Aprobado: 06/06/2024

RESUMEN

En la era actual de constante avance científico y tecnológico, la educación enfrenta el desafío de mantenerse al día con nuevas demandas y oportunidades. Este artículo explora el impacto de las experiencias inmersivas de aprendizaje en el desarrollo de competencias científicas desde un enfoque conectivista, dividido en cuatro dimensiones clave: aprendizaje inmersivo y realidad aumentada, aprendizaje activo y conectivismo, praxis del docente en ciencias naturales, y desafíos y oportunidades. La primera dimensión aborda cómo las tecnologías inmersivas, como la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR), transforman la educación científica, ofreciendo experiencias más significativas y prácticas. La segunda dimensión se centra en el conectivismo, que destaca la importancia de las redes y conexiones en el proceso de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes construir y expandir su conocimiento mediante la interacción constante con diversas fuentes de información. La tercera dimensión examina la praxis del docente en ciencias naturales, subrayando la necesidad de integrar métodos pedagógicos innovadores y tecnologías avanzadas para motivar y comprometer a los estudiantes. Finalmente, la cuarta dimensión analiza los desafíos y oportunidades de implementar la educación científica inmersiva, considerando factores tecnológicos y humanos. Los resultados indican que la integración de tecnologías inmersivas y enfoques conectivistas puede mejorar significativamente la comprensión y el interés de los estudiantes en las ciencias, preparando mejor a los futuros ciudadanos para enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos.

Palabras clave: aprendizaje, inmersión, realidad aumentada, ciencias, competencias científicas

IMMERSIVE LEARNING EXPERIENCES AND DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC COMPETENCIES FROM A CONNECTIVIST APPROACH

ABSTRACT

In today's era of constant scientific and technological advancement, education faces the challenge of keeping up with new demands and opportunities. This article explores the impact of immersive learning experiences on the development of scientific competencies from a connectivist approach, divided into four key dimensions: immersive learning and augmented reality, active learning and connectivism, the praxis of science teachers, and challenges and opportunities. The first-dimension addresses how immersive technologies, such as augmented reality (AR) and virtual reality (VR), transform science education, offering more meaningful and practical experiences. The second dimension focuses on connectivism, highlighting the importance of networks and connections in the learning process, allowing students to build and expand their knowledge through constant interaction with various information sources. The third dimension examines the praxis of science teachers, emphasizing the need to integrate innovative pedagogical methods and advanced technologies to motivate and engage students. Finally, the fourth dimension analyzes the challenges and opportunities of implementing immersive science education, considering technological and human factors. The results indicate that the integration of immersive technologies and connectivist approaches can significantly improve students' understanding and interest in science, better preparing future citizens to face scientific and technological challenges.

Keywords: learning, immersion, augmented reality, sciences, scientific competencies

INTRODUCCIÓN

En la era actual de constante avance científico y tecnológico, la educación enfrenta el desafío de mantenerse al día con las nuevas demandas y oportunidades que surgen. En este contexto, las competencias científicas se han vuelto esenciales no solo para el desarrollo personal de los estudiantes, sino también para la formación de ciudadanos capaces de comprender y participar activamente en una sociedad cada vez más compleja y basada en el conocimiento. La integración de tecnologías avanzadas en la educación científica ofrece un camino prometedor para abordar estos desafíos, proporcionando herramientas que pueden transformar la manera en que los estudiantes aprenden y aplican el conocimiento científico.

Este artículo explora el impacto de las experiencias inmersivas de aprendizaje en el desarrollo de competencias científicas desde un enfoque conectivista, dividido en cuatro dimensiones clave: aprendizaje inmersivo y realidad aumentada, aprendizaje activo y conectivismo, praxis del docente en ciencias naturales, y desafíos y oportunidades. A través de un recorrido histórico y conceptual, se analizó cómo las tecnologías han evolucionado y cómo su implementación en el ámbito educativo puede mejorar significativamente la comprensión y el interés de los estudiantes en las ciencias. La educación científica debe adaptarse a estos cambios para formar individuos capaces de enfrentar los problemas científicos y tecnológicos de la actualidad y del futuro.

Vale la pena resaltar que, el recorrido histórico de las tecnologías utilizadas en la educación para el desarrollo de competencias científicas ha sido un proceso dinámico y en constante evolución (Parga, 2019). Desde los primeros intentos de integrar herramientas tecnológicas en el aula, los educadores han buscado métodos para mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en las ciencias. A lo largo de los años, diversas tecnologías han surgido y se han adaptado para satisfacer las necesidades cambiantes de la educación científica, proporcionando una base sólida para el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias.

En las primeras décadas del siglo XX, las tecnologías educativas se limitaban a herramientas como el proyector de diapositivas y los laboratorios de ciencias, que permitían a los estudiantes observar y participar en experimentos de manera más interactiva. Estos primeros pasos sentaron las bases para una educación más práctica y menos teórica, fomentando un entorno en el que los estudiantes podían ver y tocar lo que estaban aprendiendo (Ortiz-Revilla et al., 2021). Sin embargo, estas tecnologías eran rudimentarias y no permitían una inmersión total en los contenidos científicos.

Con la llegada de la informática y las computadoras personales en las décadas de 1980 y 1990, la educación científica experimentó un cambio significativo. Los programas de software educativo y las simulaciones por computadora se convirtieron en herramientas comunes en las aulas de ciencias (Bates, 2015). Estos programas permitían a los estudiantes realizar experimentos virtuales y explorar conceptos científicos de manera interactiva y visual. Las simulaciones por computadora, en particular, proporcionaron una manera segura y controlada de experimentar con fenómenos científicos que podrían ser peligrosos o costosos de replicar en un laboratorio físico (Parga, 2019).

A medida que avanzaba el siglo XXI, el internet y las plataformas de aprendizaje en línea transformaron aún más la educación científica. Los recursos digitales y las bases de datos en línea permitieron el acceso a una vasta cantidad de información y materiales educativos, democratizando el conocimiento y haciendo que la educación científica fuera más accesible para estudiantes de todo el mundo. Las plataformas de aprendizaje en línea también facilitaron la colaboración y el intercambio de conocimientos entre estudiantes y profesores a nivel global, enriqueciendo la experiencia educativa y fomentando una comunidad científica más interconectada (Parga, 2021).

En la última década, las tecnologías inmersivas, como la realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR), han comenzado a revolucionar la educación científica. Estas tecnologías permiten a los estudiantes interactuar con entornos y objetos científicos de manera completamente nueva, proporcionando experiencias de aprendizaje altamente inmersivas y prácticas. La realidad aumentada, en particular, superpone información digital

sobre el mundo físico, permitiendo a los estudiantes visualizar y manipular modelos tridimensionales de estructuras moleculares, sistemas biológicos y fenómenos físicos. Esto no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también facilita el desarrollo de habilidades prácticas y procedimentales en un entorno seguro y controlado (Ortiz-Revilla et al., 2021).

La evolución de las tecnologías en la educación científica culmina con la integración de la realidad aumentada (AR) y otras tecnologías inmersivas, que representan el futuro de la educación. Estas tecnologías tienen el potencial de transformar completamente la manera en que los estudiantes aprenden y comprenden las ciencias, haciendo que el aprendizaje sea más interactivo, accesible y efectivo. A medida que estas tecnologías continúan evolucionando y madurando, es probable que se observe una mayor adopción y adaptación de estas herramientas en los currículos educativos, asegurando que las futuras generaciones de estudiantes estén mejor preparadas para enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos del mundo moderno.

Aprendizaje Inmersivo y Realidad Aumentada

El aprendizaje inmersivo se puede implementar utilizando tanto medios físicos como digitales, así como una variedad de métodos y tecnologías. En el ámbito educativo, estos métodos buscan transformar la educación de una simple transmisión de contenido a un cambio conductual hacia objetivos deseables a través de la activación autorregulada de los estudiantes. El uso de tecnologías inmersivas como la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR) y la realidad mixta (MR) representa un enfoque innovador para lograr este objetivo, ofreciendo experiencias de aprendizaje más significativas y envolventes.

Los métodos de aprendizaje inmersivo físico incluyen simulaciones, juegos de rol y juegos. Las simulaciones, por ejemplo, proporcionan una representación práctica y realista de situaciones o eventos del mundo real con la intención de familiarizar a los estudiantes con los procedimientos de la práctica profesional (Dengel y Magdefrau, 2018). Estos métodos

activan procedimientos de aprendizaje cognitivos, afectivos y psicomotores, haciéndolos más efectivos que las técnicas instruccionales pasivas. Los juegos de rol en vivo (LARP), otra forma de aprendizaje inmersivo, constituyen una experiencia social compleja que implica la interpretación de roles en un mundo ficticio con objetivos dentro de un conjunto de reglas acordadas (Bowman, 2018).

La realidad aumentada, como una forma de tecnología inmersiva digital, facilita la superposición de información digital sobre el mundo físico, mejorando la percepción y la interacción de los estudiantes con su entorno. AR se utiliza en entornos educativos para proporcionar experiencias de aprendizaje más interactivas y atractivas. Por ejemplo, los estudiantes pueden usar dispositivos AR para explorar estructuras moleculares en tres dimensiones, permitiéndoles comprender mejores conceptos complejos de ciencias naturales. Esta tecnología no solo aumenta la comprensión, sino que también fomenta una mayor retención de la información (Nilsson et al., 2016).

Además, la realidad virtual ofrece una inmersión total en entornos completamente digitales, lo que permite a los estudiantes experimentar escenarios que de otro modo serían inaccesibles. Por ejemplo, a través de VR, los estudiantes pueden explorar el interior de una célula, viajar a través del sistema solar o incluso participar en experimentos científicos peligrosos de manera segura. La realidad virtual no solo proporciona una experiencia educativa rica en contenido, sino que también promueve un mayor compromiso y motivación entre los estudiantes (Gegenfurtner, 2014).

Las tecnologías de realidad mixta combinan elementos tanto del mundo real como del virtual para crear nuevos entornos donde los objetos físicos y digitales coexisten e interactúan en tiempo real. Estas experiencias de MR pueden ser especialmente útiles en la enseñanza de ciencias naturales, donde la manipulación de modelos tridimensionales y la visualización de fenómenos científicos en tiempo real pueden mejorar significativamente la comprensión de los conceptos teóricos y prácticos (Dengel y Magdefrau, 2018).

Aprendizaje Activo y Conectivismo

El conectivismo, según las explicaciones del fundador George Siemens, allanó el camino para un nuevo modelo de aprendizaje adecuado para la sociedad del conocimiento, en el que el aprendizaje es un proceso de conectar nodos especializados o fuentes de información (Siemens, 2004). Este paradigma emergió debido a la transformación radical que internet ha traído en la comprensión de la naturaleza del conocimiento. Siemens (2004) acuñó el término conectivismo para describir las redes de aprendizaje y, de acuerdo con este nuevo paradigma, el conocimiento se crea más allá del nivel de los participantes humanos individuales y está en constante cambio. El conocimiento en redes no es controlado ni creado por ninguna organización formal, aunque las organizaciones pueden y deben 'conectarse' a este mundo de flujo constante de información y extraer significado de él (Bates, 2015).

El conectivismo se distingue de otras teorías de aprendizaje por su énfasis en la naturaleza distribuida del conocimiento. Como afirma Stephen Downes, otro defensor de esta teoría, "el conectivismo es la tesis de que el conocimiento está distribuido a través de una red de conexiones y, por lo tanto, el aprendizaje consiste en la capacidad de construir y transitar por esos nodos conectados en redes" (Downes, 2012, p.113). En una red, existen numerosas conexiones entre entidades, que pueden denominarse nodos, y cada nodo posee o debe poseer información en forma de conocimiento. Un nodo puede ser cualquier entidad, como una persona, un grupo de personas, una computadora o incluso ideas y comunidades.

Dentro del contexto de aprendizaje conectivista, cualquier cambio de datos en un nodo repercute en los datos de otro nodo. Al estar conectados en una red, los nodos desempeñan su papel en compartir la información que puede transformarse, mediante la comprensión, en conocimiento verdadero. Las conexiones profundas son representaciones de conocimientos y entendimientos. En el conectivismo, el aprendizaje es conocimiento accionable. Los aprendices explotan los vínculos débiles entre nodos, reconocen patrones, se conectan con el pequeño mundo del conocimiento individual (construcción de significado) y extienden su red personal (Hadjichambis et al., 2021).

El aprendizaje activo, bajo el enfoque conectivista, implica que los aprendices no pueden dejar de aprender; aprenden en cada interacción que tienen con la red, con el mundo. Según Siemens y Downes, el conectivismo asume que el conocimiento se comparte entre nodos de conocimiento, que son individuos u organizaciones con cierta experiencia en un campo particular, lo que puede inducir el aprendizaje. Los aprendices participan activamente en la construcción y navegación de estas redes, desarrollando continuamente sus conocimientos y habilidades a través de la interacción con diversos nodos de información (Downes, 2007).

Una característica importante del conectivismo es su alineación con el pragmatismo (relacionado con el cognitivism) y el interpretativismo (relacionado con el constructivismo). El conectivismo se posiciona en la evolución de las teorías del aprendizaje como una respuesta a la necesidad de comprender el aprendizaje en la era digital. En este sentido, el aprendizaje se concibe como un proceso continuo de desarrollo y crecimiento, no solo del individuo, sino también de la sociedad en su conjunto, a través de formas conectadas (Downes, 2012).

Ciertamente, el aprendizaje activo y el conectivismo proporcionan un marco teórico para entender cómo los estudiantes interactúan con el conocimiento en la era digital. Este enfoque reconoce la importancia de las conexiones y redes en el proceso de aprendizaje, destacando cómo los individuos pueden construir y expandir su conocimiento a través de la interacción constante con nodos de información. Al adoptar el conectivismo, los docentes e instituciones pueden fomentar entornos de aprendizaje más dinámicos y adaptativos, adecuados para las demandas de la sociedad del conocimiento.

Praxis del Docente en Ciencias Naturales

El desarrollo científico y tecnológico produce transformaciones significativas en la sociedad, las cuales impactan directamente en las propuestas educativas de los países, especialmente en la educación científica. Los currículos de Ciencias Naturales deben estar

alineados con las demandas y desafíos de la sociedad actual para proporcionar una formación sólida a los estudiantes (Zompero Correo et al., 2022). Esta alineación es crucial para que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para enfrentar los problemas científicos y tecnológicos de su entorno.

Según Krasilchik (2000), la enseñanza de las ciencias ha sido objeto de numerosos movimientos de transformación para superar la visión tradicional de la educación, con el objetivo de formar ciudadanos capaces de responder a las demandas actuales). Los docentes de ciencias naturales deben adoptar una praxis educativa que integre estas transformaciones, promoviendo métodos de enseñanza que favorezcan el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias científicas críticas. Esto incluye la incorporación de tecnologías avanzadas y métodos pedagógicos innovadores que motiven y comprometan a los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

La Unesco (2003) destaca que la educación científica es necesaria para desarrollar la alfabetización científica en todas las culturas y sectores de la sociedad, así como para fomentar la capacidad de razonamiento, habilidades y valores éticos (Furman, 2018). Los docentes tienen la responsabilidad de proporcionar a los estudiantes las herramientas necesarias para participar públicamente en la toma de decisiones relacionadas con la aplicación de nuevos conocimientos científicos. Este enfoque educativo contribuye al desarrollo de ciudadanos informados y participativos, capaces de contribuir al enriquecimiento educativo, cultural e intelectual de la sociedad.

La alfabetización científica, un concepto que ha evolucionado a lo largo del tiempo (Valladares, 2021), es un aspecto prioritario en la educación de ciencias naturales. Es esencial para la formación ciudadana, ya que ayuda a los estudiantes a desarrollar competencias, valores, actitudes y habilidades necesarias para resolver problemas reales en diversas dimensiones de la vida (Parga, 2019). Los docentes deben enfocar su praxis en promover una educación científica que prepare a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI, incluyendo la interdependencia global y las cuestiones ambientales críticas (Unesco, 2016).

Para lograr esto, es necesario que los currículos de ciencias naturales sean coherentes con las demandas y desafíos de la sociedad contemporánea. Los docentes deben fortalecer la toma de decisiones sobre cuestiones científicas y tecnológicas que son parte integral de la vida de los estudiantes, así como sobre los desafíos ambientales actuales (Fensham, 2009). En el contexto latinoamericano, donde la inequidad y el desarrollo incipiente son prominentes, garantizar una formación científica adecuada es fundamental. Los docentes tienen un papel crucial en enfatizar y promover las competencias científicas en sus prácticas educativas (Bárcena & Martínez-Aznar, 2022).

Desafíos y Oportunidades

La conceptualización del aprendizaje inmersivo en la educación científica aborda la comprensión de los cambios científicos y tecnológicos actuales. Pérez y Villagrà (2020) argumentan que la educación científica debe considerar las implicaciones de estos avances para la salud y el ambiente, así como el acceso y uso de tecnologías digitales y la movilización de conocimientos para la toma de decisiones conscientes. Este enfoque implica una visión más holística de las competencias necesarias en el ámbito científico, tal como proponen Ortiz-Revilla et al. (2021), que debe ser integrada en los currículos oficiales para permitir que los estudiantes conecten sus aprendizajes con diversos tipos de contenido y desarrollen una comprensión más profunda y aplicada de los fenómenos científicos.

Un desafío importante en la implementación de la educación científica inmersiva es la constante evolución tecnológica. Las tecnologías como la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR) todavía están en una fase de maduración y requieren actualizaciones frecuentes del hardware. Además, los factores humanos, incluyendo problemas de salud, fatiga y carga cognitiva, pueden afectar la efectividad de estas tecnologías. Gegenfurtner, Quesada-Pallarès y Knogler (2014) enfatizan la necesidad de evaluaciones previas para determinar si una aplicación de realidad extendida (XR) es la solución más efectiva para el

contexto educativo específico. En este sentido, el uso ético de los datos del usuario es crucial para asegurar la adopción de estas tecnologías por parte de los estudiantes y docentes.

La efectividad del diseño instruccional y la evaluación son aspectos críticos para el éxito del aprendizaje inmersivo. Es esencial lograr una fidelidad óptima en la experiencia y el diseño de las aplicaciones de VR y AR para asegurar una transferencia de competencias sostenible y profunda al campo de estudio. McKnight et al. (2020) destacan ejemplos de entrenamiento incremental en VR, como las respuestas a emergencias que incluyen ruido, olores y otros estímulos, para preparar mejor a los estudiantes para situaciones del mundo real. Este tipo de entrenamiento inmersivo puede activar la memoria episódica, clave para una educación de alta calidad que genere un conocimiento duradero y transformador (Blumstein et al., 2020).

Además, el aprendizaje inmersivo ofrece oportunidades significativas para la educación formal e informal. La organización del aprendizaje a través de juegos de rol, simulaciones, juegos y gamificación puede desenterrar un inmenso potencial creativo para el aprendizaje efectivo. Esta área conceptual permite a los educadores organizar y revolucionar el aprendizaje de maneras prácticas y viables que no siempre son posibles en las aulas físicas. Según Hadjichambis et al. (2020), el aprendizaje inmersivo tiene el potencial de ganar los corazones de los estudiantes e inspirarles a investigar, descubrir y experimentar, dotándolos de habilidades prácticas y teóricas.

La práctica docente debe evolucionar de ser transmisora de contenido a diseñadora de experiencias de aprendizaje. Este cambio de paradigma es esencial para aprovechar al máximo las tecnologías inmersivas y crear un entorno de aprendizaje centrado en el estudiante. Los docentes deben ser facilitadores que guíen a los estudiantes a través de experiencias educativas enriquecedoras que fomenten el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Sánchez y Gómez (2013) subrayan la importancia de este enfoque en la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas que permitan a los estudiantes abordar los desafíos del siglo XXI.

CONCLUSIONES

El recorrido histórico de las tecnologías utilizadas en la educación para el desarrollo de competencias científicas ha sido un proceso dinámico y en constante evolución. Desde los primeros intentos de integrar herramientas tecnológicas en el aula, los educadores han buscado métodos para mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en las ciencias. A lo largo de los años, diversas tecnologías han surgido y se han adaptado para satisfacer las necesidades cambiantes de la educación científica, proporcionando una base sólida para el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias.

En este contexto, el aprendizaje inmersivo y la realidad aumentada (AR) han demostrado ser herramientas innovadoras y efectivas para la educación científica. La integración de tecnologías inmersivas como la realidad aumentada, la realidad virtual (VR) y la realidad mixta (MR) permite a los estudiantes interactuar con entornos y objetos científicos de manera completamente nueva. Estas tecnologías no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que también facilitan el desarrollo de habilidades prácticas en un entorno seguro y controlado. La capacidad de superponer información digital sobre el mundo físico transforma la experiencia educativa, haciendo que el aprendizaje sea más interactivo, accesible y efectivo.

Finalmente, el conectivismo y el aprendizaje activo proporcionan un marco teórico robusto para entender cómo los estudiantes interactúan con el conocimiento en la era digital. Este enfoque subraya la importancia de las conexiones y redes en el proceso de aprendizaje, destacando cómo los individuos pueden construir y expandir su conocimiento a través de la interacción constante con nodos de información. Al adoptar el conectivismo y aprovechar las tecnologías inmersivas, los educadores y las organizaciones pueden fomentar entornos de aprendizaje más dinámicos y adaptativos, adecuados para las demandas de la sociedad del conocimiento. Este enfoque no solo prepara mejor a los estudiantes para enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos del mundo moderno, sino que también inspira una pasión por el aprendizaje y la exploración que durará toda la vida.

REFERENCIAS

- Bárcena, A., & Martínez-Aznar, M. (2022). Indagar sobre reacciones químicas y desarrollo de la competencia científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 5-23.
- Bates, A. W. (2015). Teaching in a digital age. Licensed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License, except where otherwise noted. Retrieved from <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/chapter/3-6-connectivism/>
- Bloom, A. (1991). *The Republic of Plato*. Basic Books.
- Blumstein, G., Zukotynski, B., Cevallos, N., Ishmael, C., Zoller, S., Burke, Z., Clarkson, S., Park, H., Bernthal, N., & SooHoo, N. F. (2020). Randomized trial of a virtual reality tool to teach surgical technique for tibial shaft fracture intramedullary nailing. *Journal of Surgical Education*, 77(5), 969-977.
- Bowman, S. L. (2018). Immersion and shared imagination in role-playing games. In *Role-Playing Game Studies* (pp. 379-394). Routledge.
- Dengel, A., & Magdefrau, J. (2018). Immersive learning explored: Subjective and objective factors influencing learning outcomes in immersive educational virtual environments. In *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 608-615). IEEE.
- Downes, S. (2007). What connectivism is. Half An Hour. Retrieved from <http://halfanhour.blogspot.ro/2007/02/what-connectivism-is.html>
- Downes, S. (2012). Connectivism and connective knowledge. *Essays on meaning and learning networks*. My eBooks. Retrieved from <http://www.downes.ca/me/mybooks.htm>
- Fensham, P. J. (2009). The role of the laboratory in science teaching in the 21st century. In *Laboratory Learning in the 21st Century* (pp. 1-19). Sense Publishers.
- Furman, M. (2018). La educación científica en las aulas de América Latina. In M. Albornoz & R. Barrere (Coords.), *El estado de la ciencia: Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos* (pp. 47-72). Altuna Impresores.

- Gegenfurtner, A., Quesada-Pallarès, C., & Knogler, M. (2014). Digital simulation-based training: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 45(6), 1097-1114.
- Hadjichambis, A., Reis, P., Paraskeva-Hadjichambi, D., Činčera, J., Boeve-de, J., Gericke, N., & Knippels, M. (2020). Conceptualizing environmental citizenship for 21st century education. *Springer Open*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1>
- Herlo, Dorin. (2017). Connectivism, a new learning theory? In *Proceedings of the 2017 International Conference on Education and Social Sciences* (pp. 330-337). <https://doi.org/10.15405/epsbs.2017.05.02.41>
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 6(2), 125-135.
- McKnight, R. R., Pean, C. A., Buck, J. S., Hwang, J. S., Hsu, J. R., & Pierrie, S. N. (2020). Virtual reality and augmented reality—Translating surgical training into surgical technique. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(5), 663-674.
- Nilsson, N. C., Nordahl, R., & Serafin, S. (2016). Immersion revisited: A review of existing definitions of immersion and their relation to different theories of presence. *Human Technology*, 12(2), 108-134. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.201611174652>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I., & Adúriz-Bravo, A. (2021). Conceptualización de las competencias: revisión sistemática de su investigación en Educación Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 25(1), 223-250. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v25i1.8304>
- Parga, D. (2019). *Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia [Tesis de Doctorado, UNESP]*. Repositório Institucional UNESP. <http://hdl.handle.net/11449/190931>
- Parga, D. (2021). *Desafios atuais da educação química e da formação de professores: pesquisas sobre ambientalização do conteúdo*. Universidad Pedagógica Nacional. <https://doi.org/10.17227/td.2021.8186>

- Pérez, S., & Villagrà, J. (2020). La competencia científica en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 2101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2101
- Rodríguez, F., & Blanco, L. (2021). Diseño de una secuencia de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de competencias científicas en el contexto del consumo de agua envasada. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1803. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1803
- Sánchez, A., & Gómez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia Investiga*, 2(3), 30-53. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/646/607>
- Siemens, G. (2004). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.
- Valladares, L. (2021). Alfabetización científica y educación para la ciudadanía en el contexto del siglo XXI. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 45-61.