

Integración del aprendizaje basado en problemas para experiencias significativas en ciencias naturales: Metodología, tecnologías y enfoque stem+

Integration of problem-based learning for significant experiences in natural sciences: Methodology, technologies, and stem+ approach

Yiseth Yuliana Hernández Díaz

Universidad de Panamá

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2232-5899>

Correo electrónico: yyuhedi@gmail.com

URL: https://revistas.up.ac.pa/index.php/punto_educativo/article/view/8200

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17448637>

Resumen

El artículo analiza la implementación de metodologías activas de aprendizaje, con un enfoque particular en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), dentro de la enseñanza de las ciencias naturales. A partir de la teoría del Aprendizaje Significativo, se discuten las Experiencias Significativas de Aprendizaje (ESA) como un medio para promover una comprensión profunda y contextualizada de los conceptos científicos. Además, se examina la integración del enfoque STEM, que combina ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, en el ABP, destacando cómo este enfoque facilita el desarrollo de habilidades críticas, como el pensamiento computacional, y fomenta la aplicación práctica del conocimiento científico. El uso de tecnologías emergentes y Recursos Educativos Digitales (RED) se presenta como una herramienta clave para enriquecer el proceso de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes realizar simulaciones, experimentos virtuales y colaborar en proyectos de investigación. El artículo también aborda los desafíos y oportunidades que estas metodologías presentan, especialmente en relación con la infraestructura tecnológica y la capacitación docente. Finalmente, se subraya la importancia de las prácticas transformativas docentes y la creación de redes de colaboración entre instituciones educativas para maximizar el impacto del enfoque STEM en la educación. Las proyecciones indican un futuro prometedor para estas metodologías, con un potencial significativo para preparar a los estudiantes no solo para carreras técnicas, sino también para ser ciudadanos informados y capaces de contribuir al progreso social y científico.

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas, educación, aprendizaje significativo, tecnologías emergentes, ciencias naturales, recursos educativos digitales, pensamiento computacional.

Abstract

The article analyzes the implementation of active learning methodologies, with a particular focus on Problem-Based Learning (PBL), within the teaching of natural sciences. Based on the theory of Meaningful Learning, Significant Learning Experiences (SLE) are discussed as a means to promote a deep and contextualized understanding of scientific concepts. Furthermore, the integration of the STEM approach, which combines science, technology, engineering, and mathematics, into PBL is examined, highlighting how this approach facilitates the development of critical skills, such as computational thinking, and encourages the practical application of scientific knowledge. The use of emerging technologies and Digital Educational Resources (DER) is presented as a key tool to enrich the learning process, allowing students to conduct simulations, virtual experiments, and collaborate on research projects. The article also addresses the challenges and opportunities that these methodologies present, particularly concerning technological infrastructure and teacher training. Finally, the importance of transformative teaching practices and the creation of collaborative networks among educational institutions to maximize the impact of the STEM approach in education is emphasized. Projections indicate a promising future for these methodologies, with significant potential to prepare students not only for technical careers but also to be informed citizens capable of contributing to social and scientific progress.

Keywords: problem-based learning, education, meaningful learning, emerging technologies, natural sciences, digital educational resources, computational thinking.

Introducción

A lo largo de las últimas décadas, la educación ha experimentado una transformación significativa en cuanto a las metodologías de enseñanza. Este cambio ha sido impulsado por la necesidad de preparar a los estudiantes para enfrentar un mundo en constante evolución, donde las habilidades críticas y el pensamiento reflexivo son esenciales. Tradicionalmente, la educación se basaba en enfoques tecnocráticos, donde la transmisión de conocimientos se realizaba de manera unidireccional, con el docente como único emisor de información y el estudiante como receptor pasivo. Este modelo, aunque efectivo en ciertos contextos, limitaba la participación activa del alumno y su capacidad para aplicar el conocimiento de manera práctica y significativa.

En respuesta a las limitaciones del enfoque tecnocrático, surgieron nuevas metodologías activas de aprendizaje, siendo una de las primeras el aprendizaje cooperativo. Este enfoque promueve la interacción entre estudiantes, fomentando el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades sociales. Según Pachay,

Rodríguez y Vera (2020), el aprendizaje cooperativo no solo mejora la comprensión de los contenidos académicos, sino que también fortalece la convivencia armónica y la resolución de conflictos en el aula, preparando a los estudiantes para un entorno social más inclusivo y colaborativo.

Otra metodología activa que ha ganado relevancia es el aprendizaje basado en juegos. Este enfoque utiliza elementos lúdicos para motivar a los estudiantes y hacer que el aprendizaje sea más atractivo. A través de la gamificación, los estudiantes pueden desarrollar competencias clave de manera divertida y menos estructurada, lo que facilita la adquisición de conocimientos en un entorno menos formal. Además, este método ha demostrado ser eficaz en la retención de información y en el desarrollo de habilidades como la toma de decisiones y la resolución de problemas.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) también ha sido ampliamente adoptado como una metodología activa de gran impacto. Según García et al. (2020), el ABP permite a los estudiantes trabajar en proyectos que integran diferentes áreas del conocimiento, lo que no solo refuerza los contenidos académicos, sino que también fomenta el desarrollo de competencias transversales como la planificación, la investigación y la capacidad crítica. A través del ABP, los estudiantes se convierten en agentes activos de su propio aprendizaje, involucrándose profundamente en el proceso educativo.

Más recientemente, la gamificación ha emergido como una de las metodologías más populares y efectivas. A diferencia del aprendizaje basado en juegos, la gamificación no solo incorpora elementos lúdicos, sino que también estructura el proceso educativo como un sistema de recompensas y logros. Este enfoque ha demostrado ser especialmente efectivo en la educación digital, donde los estudiantes pueden seguir su progreso y obtener incentivos que refuerzan su motivación y compromiso con el aprendizaje.

En este contexto de innovación metodológica, el aprendizaje basado en problemas (ABP) se destaca como una metodología que integra muchos de los principios de las metodologías activas anteriores. El ABP, según Asunción (2019), no solo promueve la participación activa de los estudiantes, sino que también los incentiva a ser reflexivos y críticos, abordando problemas del mundo real que requieren soluciones creativas y colaborativas. A través del ABP, los estudiantes aprenden a enfrentarse a situaciones complejas y a desarrollar un pensamiento independiente, habilidades esenciales para su vida futura.

La importancia del ABP radica en su capacidad para transformar el rol del estudiante de un receptor pasivo a un constructor activo de su propio conocimiento. Este enfoque no solo mejora la comprensión y retención de los contenidos, sino que también prepara a los estudiantes para convertirse en ciudadanos participativos y reflexivos, capaces de enfrentar los desafíos de la sociedad actual. La metodología del ABP es, por tanto, crucial para la construcción de un sistema educativo que no solo transmita conocimientos, sino que también forme sujetos críticos y comprometidos con su entorno.

En este orden de ideas, el ABP y otras metodologías activas representan un cambio de paradigma en la educación, donde el aprendizaje se convierte en una experiencia significativa y contextualizada. Estas

metodologías no solo responden a las necesidades del siglo XXI, sino que también contribuyen al desarrollo integral del estudiante, preparando individuos capaces de aprender a lo largo de toda su vida y de contribuir positivamente a la sociedad.

Experiencias Significativas de Aprendizaje desde la Teoría del Aprendizaje Significativo

El concepto de Experiencias Significativas de Aprendizaje (ESA) se basa en la teoría del Aprendizaje Significativo propuesta por David Ausubel, quien subrayó la importancia de que los nuevos conocimientos se integren de manera sustantiva y no arbitraria en la estructura cognitiva del estudiante (Ausubel, 1978). Para que el aprendizaje sea verdaderamente significativo, debe estar relacionado con los conocimientos previos del estudiante, permitiendo la construcción de nuevos conceptos que se integran coherentemente en su esquema mental. En este sentido, las ESA son aquellas que logran conectar el contenido educativo con las experiencias y saberes previos de los estudiantes, facilitando una comprensión más profunda y duradera.

En el contexto de las ciencias naturales, las ESA se tornan especialmente relevantes cuando se implementan a través de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Esta metodología no solo permite que los estudiantes se enfrenten a situaciones reales, sino que también los posiciona como científicos naturales, estimulando su curiosidad y deseo de investigar. Según Baque y Portilla (2021), la enseñanza de las ciencias naturales mediante el ABP fomenta un aprendizaje más profundo, ya que los estudiantes se ven obligados a aplicar sus conocimientos teóricos en la resolución de problemas auténticos, lo que refuerza su comprensión y retención de los conceptos científicos.

El rol del estudiante en estas experiencias es fundamental. Al adoptar el papel de un científico natural, el estudiante no solo adquiere conocimientos teóricos, sino que también desarrolla habilidades prácticas y de investigación. Este enfoque promueve la construcción activa del conocimiento, donde el estudiante se convierte en el principal agente de su aprendizaje, explorando, experimentando y formulando hipótesis para resolver los problemas planteados. Según Khoiriyah et al. (2015), esta participación activa no solo mejora el aprendizaje, sino que también estimula el pensamiento crítico y la autogestión del conocimiento, habilidades esenciales en el ámbito científico.

Las ESA en ciencias naturales a través del ABP presentan una serie de retos y oportunidades. Un reto significativo es la necesidad de que los docentes estén capacitados para guiar a los estudiantes en este tipo de aprendizaje, lo que requiere un cambio en la concepción tradicional del rol del profesor. Sin embargo, esta metodología ofrece la oportunidad de que los estudiantes desarrollen una comprensión más profunda y significativa de los conceptos científicos, lo que les permite aplicar lo aprendido en situaciones reales y desarrollar un pensamiento científico sólido. Johnson y Hayes (2016) destacan que el ABP no solo

mejora el aprendizaje de conceptos complejos, sino que también aumenta la motivación de los estudiantes, ya que ven relevancia en lo que aprenden.

Otro reto importante es la evaluación del aprendizaje en el contexto del ABP. La evaluación tradicional, centrada en exámenes y pruebas estandarizadas, puede no captar adecuadamente el aprendizaje significativo que se produce en este enfoque. Por lo tanto, se hace necesario implementar estrategias de evaluación formativas que permitan medir el progreso de los estudiantes de manera integral, considerando no solo su conocimiento teórico, sino también sus habilidades prácticas y su capacidad para aplicar lo aprendido en contextos reales. Según Li (2018), la autoevaluación y la evaluación entre pares son herramientas eficaces en el ABP, ya que fomentan la reflexión crítica y el aprendizaje autónomo.

A pesar de estos retos, las oportunidades que ofrece el ABP en ciencias naturales son inmensas. Este enfoque no solo facilita el aprendizaje de los conceptos científicos, sino que también promueve el desarrollo de competencias transversales como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva. Al involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas reales, el ABP les permite experimentar de primera mano el proceso científico, lo que refuerza su comprensión y los prepara mejor para enfrentar desafíos futuros.

Finalmente, las ESA en ciencias naturales a través del ABP permiten a los estudiantes no solo aprender de manera significativa, sino también convertirse en ciudadanos reflexivos y responsables. Al enfrentarse a problemas reales y desarrollar soluciones basadas en el conocimiento científico, los estudiantes aprenden a valorar la ciencia como una herramienta poderosa para comprender y mejorar el mundo que los rodea. De esta manera, el ABP no solo contribuye a la formación académica de los estudiantes, sino también a su desarrollo personal y social, preparándolos para ser participantes activos y comprometidos en la sociedad.

Integración de Tecnologías Emergentes en Experiencias Significativas de Aprendizaje (ESA) en Ciencias Naturales

En la actualidad, la integración de tecnologías emergentes en el aula ha transformado radicalmente la manera en que los estudiantes experimentan el aprendizaje. Esta transformación es particularmente evidente en el campo de las ciencias naturales, donde las metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se ven potenciadas por el uso de tecnologías digitales. Estas herramientas no solo facilitan la comprensión de conceptos complejos, sino que también permiten a los estudiantes simular fenómenos científicos, realizar experimentos virtuales y colaborar en proyectos de investigación de manera más efectiva. Según Hursen (2019), el uso de tecnologías en el ABP aumenta la percepción de autoeficacia de los estudiantes en cuanto a la investigación y la indagación, lo que contribuye significativamente a su desarrollo como científicos naturales.

Los Recursos Educativos Digitales (RED) juegan un papel crucial en la creación de Experiencias Significativas de Aprendizaje dentro del ABP. Estos recursos, que incluyen desde videos y simulaciones hasta laboratorios virtuales y plataformas de aprendizaje en línea, proporcionan a los estudiantes acceso a una amplia variedad de materiales que pueden utilizar para explorar y resolver problemas científicos. Jeong y Hmelo-Silver (2010) señalan que el uso productivo de estos recursos en entornos de ABP en línea fomenta un aprendizaje más profundo y contextualizado, ya que los estudiantes pueden interactuar con los contenidos de manera activa y significativa.

El conectivismo, una teoría del aprendizaje propuesta por Siemens (2002), ofrece un marco referencial relevante para entender cómo las tecnologías digitales y los RED facilitan el aprendizaje en el ABP. Según esta teoría, el conocimiento se construye a través de la red de conexiones que los estudiantes establecen con diferentes fuentes de información y con otros estudiantes. En el contexto del ABP, el conectivismo permite que los estudiantes desarrollen una red de aprendizaje más amplia y diversa, aprovechando tanto las conexiones humanas como digitales para resolver problemas complejos y construir conocimientos significativos.

Las Prácticas Educativas Abiertas (PEA), que incluyen el uso y la creación de recursos educativos accesibles y adaptables, complementan de manera efectiva el enfoque del ABP en las ciencias naturales. Estas prácticas permiten a los estudiantes y docentes compartir y reutilizar recursos educativos, fomentando una cultura de colaboración y aprendizaje compartido. Según Wong (2013), el compromiso de los estudiantes con los recursos en línea y su impacto en los resultados de aprendizaje se ve significativamente mejorado cuando se integran prácticas educativas abiertas, ya que estas prácticas permiten un acceso más amplio a materiales de alta calidad y promueven un aprendizaje más equitativo.

Sin embargo, la integración de tecnologías emergentes y RED en el ABP también presenta una serie de desafíos. Uno de los principales desafíos es garantizar que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a las tecnologías necesarias para participar plenamente en las actividades de aprendizaje. Esto requiere no solo infraestructura adecuada, sino también capacitación tanto para estudiantes como para docentes en el uso de estas herramientas. Además, es esencial que los docentes seleccionen y diseñen cuidadosamente los recursos digitales para que realmente complementen y mejoren el proceso de aprendizaje en lugar de simplemente añadir complejidad.

Otro desafío importante es la evaluación del aprendizaje en un entorno digitalizado y basado en problemas. Las evaluaciones tradicionales pueden no ser adecuadas para captar el aprendizaje significativo que se produce en estos contextos, por lo que es necesario desarrollar nuevas estrategias de evaluación que consideren tanto el proceso como el producto del aprendizaje. Mohd et al. (2017) destacan la importancia de las características del ABP, como la evaluación continua y la retroalimentación formativa, para asegurar

que los estudiantes estén adquiriendo no solo conocimientos, sino también habilidades prácticas y de resolución de problemas.

Para superar estos desafíos, es recomendable que las instituciones educativas implementen estrategias integrales que incluyan tanto la capacitación continua de los docentes en el uso de tecnologías y metodologías activas, como la mejora de la infraestructura tecnológica. Además, es fundamental que se promueva un enfoque de evaluación formativa y colaborativa, donde los estudiantes puedan reflexionar sobre su propio aprendizaje y recibir retroalimentación constructiva de sus pares y docentes.

De esta manera, la integración de tecnologías emergentes y RED en el ABP en ciencias naturales, dentro del marco del conectivismo y las PEA, ofrece una oportunidad sin precedentes para crear experiencias significativas de aprendizaje que preparen a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. Sin embargo, para que estas experiencias sean realmente efectivas, es necesario abordar los desafíos de acceso, capacitación y evaluación, asegurando que todos los estudiantes puedan beneficiarse de estas innovaciones educativas.

Integración del Enfoque STEM en Experiencias Significativas de Aprendizaje en Ciencias Naturales

El enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) ha emergido como un paradigma educativo transformador, especialmente relevante en la enseñanza de las ciencias naturales. Este enfoque, que promueve la integración de disciplinas para resolver problemas reales, se alinea perfectamente con las metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Las Experiencias Significativas de Aprendizaje (ESA) en ciencias naturales se enriquecen considerablemente cuando se abordan desde una perspectiva STEM, ya que permiten a los estudiantes aplicar conocimientos científicos y matemáticos, utilizando tecnologías avanzadas y principios de ingeniería para enfrentar desafíos complejos. Ramos-Lizcano et al. (2022) señalan que uno de los elementos centrales de las experiencias educativas con enfoque STEM es la capacidad de los estudiantes para conectar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas, lo que facilita un aprendizaje más profundo y contextualizado.

En el contexto del ABP, el enfoque STEM ofrece una estructura que no solo promueve la comprensión de los fenómenos científicos, sino que también desarrolla habilidades críticas como el pensamiento computacional. Este tipo de pensamiento, que incluye la capacidad de descomponer problemas, reconocer patrones y diseñar algoritmos, es fundamental para abordar los desafíos modernos en las ciencias naturales. Según Domènech-Casal (2020), la enseñanza de la programación y el uso de simuladores en proyectos STEM permiten a los estudiantes experimentar con modelos matemáticos y científicos, lo que enriquece su capacidad para comprender y prever el comportamiento de los sistemas

naturales. Estas herramientas no solo facilitan la resolución de problemas, sino que también preparan a los estudiantes para un mundo cada vez más digitalizado.

Las prácticas transformativas docentes son esenciales para el éxito de las experiencias STEM en el aula. Los docentes deben adoptar un rol facilitador, guiando a los estudiantes en su proceso de aprendizaje y proporcionando los recursos necesarios para que puedan explorar y resolver problemas de manera autónoma. Coello et al. (2018) destacan que los docentes deben estar preparados para integrar la tecnología y la ingeniería en la enseñanza de las ciencias, y para ello, es fundamental que reciban formación continua en estos campos. Esta preparación permite a los docentes diseñar experiencias educativas que no solo transmitan conocimientos, sino que también transformen la manera en que los estudiantes perciben y abordan los problemas científicos.

Uno de los principales retos de integrar el enfoque STEM en las ESA mediante el ABP es la necesidad de infraestructura y recursos tecnológicos adecuados. Las instituciones educativas deben contar con laboratorios equipados, software de simulación y acceso a herramientas digitales que permitan a los estudiantes desarrollar sus proyectos de manera efectiva. Cano y Ángel (2020) subrayan la importancia de que las políticas educativas y las inversiones en infraestructura apoyen la implementación del enfoque STEM, especialmente en contextos donde los recursos son limitados. Sin esta infraestructura, la implementación de experiencias significativas basadas en STEM podría verse comprometida, limitando el potencial de los estudiantes para desarrollar habilidades críticas.

A pesar de estos retos, las proyecciones para el enfoque STEM en la educación son extremadamente positivas. Se espera que el énfasis en la enseñanza de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas continúe creciendo, no solo por su relevancia en el mundo laboral, sino también por su capacidad para fomentar un aprendizaje integral y significativo. Ramos-Lizcano et al. (2022) argumentan que la educación STEM no solo prepara a los estudiantes para carreras en campos técnicos, sino que también los capacita para ser ciudadanos informados y capaces de tomar decisiones basadas en evidencia científica. Esto es especialmente relevante en un mundo donde los problemas globales, como el cambio climático y las pandemias, requieren soluciones científicas innovadoras.

Otra proyección importante es el desarrollo continuo del pensamiento computacional en la educación básica y media. La inclusión de la programación y la lógica computacional desde edades tempranas permite que los estudiantes no solo adquieran competencias técnicas, sino que también desarrollen una mentalidad analítica y resolutoria. Domènech-Casal (2020) resalta que el uso de simuladores y herramientas de programación en proyectos STEM prepara a los estudiantes para enfrentar problemas del mundo real con un enfoque riguroso y sistemático.

Finalmente, es esencial que las instituciones educativas y los docentes adopten una visión a largo plazo para la integración del enfoque STEM en el ABP. Esto implica no solo la mejora continua de la

infraestructura y la capacitación docente, sino también la creación de redes de colaboración entre escuelas, universidades y empresas. Estas redes pueden facilitar el intercambio de recursos, conocimientos y experiencias, fortaleciendo el impacto del enfoque STEM en la educación. Como concluyen Cano y Ángel (2020), el éxito de estas iniciativas dependerá de un compromiso continuo con la innovación educativa y de una visión compartida de la importancia del enfoque STEM para el desarrollo sostenible y el progreso social.

Conclusiones

A lo largo de este análisis, se ha examinado cómo las metodologías activas de aprendizaje, como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y los enfoques modernos como STEM, están transformando la educación en ciencias naturales. Estas metodologías promueven la participación activa de los estudiantes, quienes dejan de ser receptores pasivos de información para convertirse en actores dinámicos y reflexivos que construyen su propio conocimiento a partir de experiencias significativas (Ausubel, 1978). El ABP, en particular, ha demostrado ser esencial para el desarrollo de competencias críticas, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos de un mundo en constante evolución (Hursen, 2019).

El Aprendizaje Significativo, propuesto por Ausubel (1978), subraya la importancia de conectar nuevos conocimientos con lo que los estudiantes ya conocen, lo que permite crear experiencias educativas que realmente transforman su comprensión del mundo. En este contexto, las Experiencias Significativas de Aprendizaje (ESA) en ciencias naturales, cuando se implementan a través del ABP, permiten a los estudiantes aplicar teorías científicas en la resolución de problemas reales, fortaleciendo tanto su conocimiento teórico como sus habilidades prácticas y de pensamiento crítico (Baque y Portilla, 2021).

La integración de tecnologías emergentes y Recursos Educativos Digitales (RED) dentro del ABP ha ampliado las posibilidades de enseñanza y aprendizaje en ciencias naturales. Estas herramientas permiten a los estudiantes acceder a una vasta cantidad de información, realizar simulaciones y experimentos virtuales, y colaborar en proyectos de investigación de manera más efectiva, lo que enriquece su proceso de aprendizaje (Jeong y Hmelo-Silver, 2010).

El enfoque STEM, al combinar ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, se alinea perfectamente con las metodologías activas como el ABP, proporcionando una estructura que no solo promueve la comprensión de los fenómenos científicos, sino que también desarrolla habilidades críticas como el pensamiento computacional (Ramos-Lizcano et al., 2022). Este enfoque no solo facilita la resolución de problemas complejos, sino que también prepara a los estudiantes para un mundo cada vez más digitalizado, en el que las competencias técnicas son esenciales (Domènech-Casal, 2020).

Las prácticas transformativas docentes son fundamentales para el éxito de estas metodologías, ya que los docentes deben adoptar un rol facilitador y estar preparados para integrar la tecnología y la

ingeniería en la enseñanza de las ciencias (Coello et al., 2018). Esto implica no solo la mejora continua de la infraestructura y la capacitación docente, sino también la creación de redes de colaboración entre instituciones educativas, universidades y empresas, que permitan el intercambio de recursos y conocimientos (Cano y Ángel, 2020).

Finalmente, se concluye que, a pesar de los desafíos asociados con la implementación de estas metodologías, las proyecciones para el enfoque STEM en la educación son extremadamente positivas. Este enfoque no solo prepara a los estudiantes para carreras en campos técnicos, sino que también los capacita para ser ciudadanos informados y capaces de tomar decisiones basadas en evidencia científica, contribuyendo al desarrollo sostenible y al progreso social (Ramos-Lizcano et al., 2022).

Referencias

- Ausubel, D. P. (1978). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (Vol. 3). Editorial Trillas.
<https://docs.google.com/file/d/0B7leLBF7dL2vQUtIT3ZNWjdmTlk/edit?resourcekey=0-7rZQYXIVeCQaBs1MHiCVCg>
- Baque, G. R., & Portilla, G. I. (2021). El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento*, 6(5), 75-86.
<http://dspace.opengeek.cl/handle/uvsc1/2030>
- Cano, L. M., & Ángel, I. C. (2020). *Medellín Territorio STEM+H: Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad*. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. <https://doi.org/10.18566/978-958-764-837-9>
- Coello, S. M., Crespo, T., Hidalgo, J., & Díaz, D. (2018). El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(2), e2306.
- Domènech-Casal, J. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), e3202.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3202
- García, V. A., Villaverde, V. A., Benito, V. D., & Muñoz, R. C. (2020). Aprendizaje basado en proyectos y estrategias de evaluación formativas: Percepción de los estudiantes universitarios. *Revista iberoamericana de evaluación educativa*, 13(1), 93-110.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7408493>

- Hursen, C. (2019). The effect of technology supported problem-based learning approach on adults' self-efficacy perception for research-inquiry. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1131–1145. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9822-3>
- Jeong, H., & Hmelo-Silver, C. E. (2010). Productive use of learning resources in an online problem-based learning environment. *Computers in Human Behavior*, 26(1), 84–99. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.08.001>
- Johnson, M., & Hayes, M. J. (2016). A comparison of problem-based and didactic learning pedagogies on an electronics engineering course. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 53(1), 3–22. <https://doi.org/10.1177/0020720915592012>
- Khoiriyah, U., Roberts, C., Jorm, C., & Van Der Vleuten, C. P. M. (2015). Enhancing students' learning in problem-based learning: Validation of a self-assessment scale for active learning and critical thinking. *BMC Medical Education*, 15(1), 140. <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0422-2>
- Li, H. (2018). Facilitating learning through PBL in a Chinese context: Students' learning outcomes and attitudes. *International Journal of Educational Research*, 17(7), 80–93.
- Mohd, H., Darus, N. M., Saip, M. A., Baharom, F., Puteh, N., & Husin, M. Z. (2017). Success factors of problem-based learning for IT courses: Measurements on PBL characteristics, PBL assessments, and PBL practices. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(21), 5514–5517.
- Pachay, M. J., Rodríguez, M., & Vera, L. M. (2020). Aprendizaje cooperativo una metodología activa innovadora. *Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo*, (agosto). <https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/08/aprendizaje-cooperativo.html>
- Pinos, K. E., García, D. G., Cárdenas, N. M., & Erazo, J. C. (2020). Aprendizaje Colaborativo como estrategia para fomentar la convivencia armónica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(1), 635–653. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7610743>
- Ramos-Lizcano, C., Ángel-Urbe, I. C., López-Molina, G., & Cano-Ruiz, Y. M. (2022). Elementos centrales de experiencias educativas con enfoque STEM. *Revista Científica*, 45(3), 345–357. <https://doi.org/10.14483/23448350.19298>
- Rocha, J. C. R. (2021). Importancia del aprendizaje significativo en la construcción de conocimientos. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, 63–75. <https://camjol.info/index.php/FAREM/article/view/11608>
- Siemens, G. (2002). *Connectivism: A learning theory for the digital age*.