

# MOOC

# Ingeniería

Referentes didácticos en la enseñanza  
de la ingeniería en el aula

En alianza con

## Introducción

Las siguientes referencias sobre didáctica de la enseñanza de la ingeniería en la educación secundaria tienen como intención proporcionar un listado de estudios y recursos relevantes publicados en los últimos años. El objetivo es contribuir al fortalecimiento de competencias de los docentes en algunas metodologías activas y, de manera más ambiciosa, lograr que los docentes puedan cambiar su forma de ver y entender la ingeniería en la escuela. Más allá de simplemente transmitir conocimientos técnicos, se propone que los docentes desarrollen habilidades para utilizar la ingeniería como eje integrador de las ciencias y las matemáticas, usando la tecnología como herramienta, dentro del enfoque STEM. Esto puede contribuir a que ellos fomenten en sus respectivos estudiantes la indagación, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo.

Otro punto importante para integrar la ingeniería en la educación secundaria radica en su capacidad para despertar el interés por las disciplinas STEM proporcionando a los estudiantes herramientas para comprender y transformar el mundo que les rodea.

En este sentido, las metodologías activas emergen como un enfoque pedagógico clave para la enseñanza de la ingeniería. Por ejemplo, a través del aprendizaje basado en proyectos, los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos y habilidades en la resolución de problemas del mundo real. Asimismo, el enfoque de indagación, promueve la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento a través de la exploración, la investigación y el descubrimiento.

Las referencias que se presentan a continuación ofrecen un panorama amplio de estrategias, herramientas y desafíos que enfrentan los educadores al integrar la ingeniería en el currículo escolar.

## Referencias

1. **Título:** Engineering education in elementary and secondary schools

**Temática general del texto:** El artículo resalta cómo la educación en ingeniería puede integrarse en los currículos de primaria y secundaria dentro del enfoque STEM. Además, se discuten los resultados de aprendizaje asociados a la mejora en



la resolución de problemas, la mejora del pensamiento crítico y el aumento de conocimiento en tecnología de los estudiantes en el contexto de K-12 de los Estados Unidos.

Los resultados del aprendizaje en proyectos de ingeniería muestran beneficios significativos no solo en matemáticas y ciencias, sino también en la motivación y compromiso de los estudiantes. Los enfoques prácticos y colaborativos permiten a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos a situaciones reales, potenciando su capacidad para resolver problemas complejos de manera creativa. Además, los docentes juegan un papel clave en el éxito de estas estrategias, requiriendo marcos claros y formación específica para implementar la ingeniería como un integrador del currículo.

Este documento ofrece pautas esenciales acerca de lo que implica vincular la ingeniería como elemento articulador del enfoque STEM, sin embargo, es importante recordar que, para el desarrollo de un diseño curricular con este fin, es necesario contextualizar estos modelos a las realidades locales pues la investigación del documento se refiere a un contexto asociado a los Estados Unidos. Incluir la ingeniería como una herramienta interdisciplinaria no sólo mejorará el aprendizaje académico, sino que también preparará a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo real mediante la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

#### **Citación APA:**

Dudin, A., Latip, A., & Supriatna, A.K. (2023). Strategy of Project Based Learning (PJBL) Based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in Growing Active and Creative Students. Jurnal Iqra' : Kajian Ilmu Pendidikan.

#### **Link de acceso abierto:**

<https://www.semanticscholar.org/reader/57a2891cbc814c410b4d9402078f5309c95bc38a>

2. **Título:** Strategy of Project Based Learning (PJBL) Based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in Growing Active and Creative Students

**Temática general del texto:** El artículo analiza cómo la combinación de aprendizaje basado en proyectos (ABP) con un enfoque STEM promueve el

desarrollo de estudiantes activos y creativos en el contexto de la educación secundaria. A través de un estudio cualitativo realizado en una escuela secundaria, los autores describen cómo la metodología (ABP-STEM) fomenta la participación activa de los estudiantes en la resolución de problemas y en la creación de proyectos reales, aumentando su motivación y su capacidad para aplicar conocimientos científicos y tecnológicos.

El estudio destaca que esta estrategia educativa no solo mejora las competencias técnicas de los estudiantes, sino que también potencia habilidades blandas como la creatividad, el trabajo en equipo y la toma de decisiones. Los resultados obtenidos muestran un aumento significativo en la participación de los estudiantes, así como en su capacidad para completar proyectos complejos de forma colaborativa y eficaz.

Este artículo es especialmente relevante, ya que se destacan las etapas clave del (ABP) que son: pre-aprendizaje, implementación y post-aprendizaje. Estas etapas pueden ser utilizadas para capacitar a los docentes en la planificación y evaluación de proyectos que promuevan un aprendizaje activo. Además, su énfasis en la colaboración interdisciplinaria y la formación continua de los docentes aporta un enfoque práctico y adaptable al contexto educativo local, lo que lo convierte en un recurso valioso para fortalecer la enseñanza de la ingeniería en las escuelas.

#### Citación APA:

Dudin, A., Latip, A., & Supriatna, A.K. (2023). Strategy of Project Based Learning (PJBL) Based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in Growing Active and Creative Students. Jurnal Iqra' : Kajian Ilmu Pendidikan.

#### Link de acceso abierto:

<https://www.semanticscholar.org/reader/02eee10d26825e7b1566f95987022efff9d82bcf>

### 3. Titulo: The Effectiveness of Blended Learning on STEM Achievement of Secondary School Students

**Temática general del texto:** Este documento habla del impacto del aprendizaje combinado (blended learning) en la educación STEM para estudiantes de secundaria. Este enfoque pedagógico une elementos de la educación tradicional

presencial con recursos y actividades en línea, proporcionando un marco más flexible y adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes. El documento sugiere que esta metodología puede mejorar significativamente los resultados académicos en materias STEM, al fomentar la personalización del aprendizaje, el acceso a una variedad de recursos digitales, y el uso de actividades interactivas que refuerzan la comprensión de conceptos complejos.

Además, se resalta que el aprendizaje combinado no solo potencia el rendimiento académico, sino que también ayuda a desarrollar habilidades clave en los estudiantes, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. El documento discute los desafíos propios de la implementación del “blended learning”, como la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada y la capacitación de los docentes. Sin embargo, subraya que el modelo tiene un potencial transformador en la educación STEM, preparando a los estudiantes para el mundo laboral y las exigencias de la sociedad contemporánea.

Este artículo es importante porque habla de la eficacia del aprendizaje combinado en la enseñanza de STEM. El enfoque de “blended learning” no solo facilita la personalización y flexibilidad, sino que también ofrece una manera de integrar tecnologías y recursos digitales, lo cual es clave para crear experiencias de aprendizaje dinámicas e interactivas. Este enfoque puede permitir a los docentes experimentar con técnicas diferentes a las convencionales que optimicen el aprendizaje y fomenten el desarrollo de nuevas competencias en sus estudiantes.

#### **Citación APA:**

Almarzuqi, A.A., & Mat, H. (2024). The Effectiveness of Blended Learning on STEM Achievement of Secondary School Students. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences.

#### **Link de acceso abierto:**

<https://www.semanticscholar.org/reader/b9fb166b0015598b602190307d1eb2a4b75381c7>

4. **Título:** Developing and Piloting a Pedagogy for Teaching Innovation, Collaboration, and Co-Creation in Secondary Education Based on Design Thinking, Digital Transformation, and Entrepreneurship

**Temática general del texto:** Este documento aborda una propuesta pedagógica innovadora que integra el pensamiento de diseño, la transformación digital y el emprendimiento en la enseñanza de estudiantes de secundaria. El enfoque pedagógico se centra en desarrollar habilidades del siglo XXI, como la innovación, la colaboración y la co-creación, mediante la resolución de problemas del mundo real a través de métodos experimentales y centrados en el usuario. La metodología incluye ciclos iterativos de ideación, retroalimentación de usuarios y refinamiento de soluciones, donde los estudiantes diseñan productos o servicios digitales en colaboración con empresas, organizaciones y usuarios potenciales.

La pedagogía propuesta busca superar las limitaciones de los enfoques tradicionales al incorporar la co-creación y el emprendimiento como pilares fundamentales del proceso de enseñanza. Se destaca la importancia de preparar a los estudiantes para los desafíos del futuro, promoviendo una mentalidad innovadora y emprendedora, y proporcionando un entorno colaborativo que involucra tanto a los usuarios como a los agentes del mercado. Este enfoque permite a los estudiantes desarrollar competencias clave para abordar problemas complejos en un contexto económico y social real.

Este documento es relevante, ya que proporciona un marco pedagógico basado en habilidades que se alinea con los objetivos de fortalecer la enseñanza de la ingeniería en la educación secundaria. El enfoque en la co-creación, la colaboración y el uso de herramientas digitales es particularmente útil para diseñar contenidos que promuevan una enseñanza más activa y centrada en la resolución de problemas. La inclusión de métodos como el pensamiento de diseño y el emprendimiento también son útiles pues pueden brindar a los docentes las herramientas necesarias para fomentar la innovación en el aula y preparar a los estudiantes para enfrentar nuevos desafíos.

#### **Citación APA:**

Androutsos, A.A., & Brinia, V. (2019). Developing and Piloting a Pedagogy for Teaching Innovation, Collaboration, and Co-Creation in Secondary Education Based on Design Thinking, Digital Transformation, and Entrepreneurship. Education Sciences.

#### **Link de acceso abierto:**

<https://www.semanticscholar.org/reader/4c6a7dd15f4dceac2deef52b70fb124072d73bfa>

**5. Título:** Design Thinking in Secondary Education: Required Teacher Skills

**Temática general del texto:** El documento habla sobre la incorporación del pensamiento de diseño (Design Thinking, DT) en la educación secundaria y las habilidades que los docentes necesitan para aplicar esta metodología. El pensamiento de diseño es un enfoque iterativo y colaborativo centrado en la solución creativa de problemas que fomenta habilidades como la empatía, la creatividad, la toma de decisiones y la formulación de prototipos. El documento indica cómo el pensamiento de diseño puede ser implementado en los planes de estudio, a través de un modelo de formación docente que ayude a los maestros a guiar a los estudiantes en actividades prácticas y conceptuales que promuevan el aprendizaje activo. También se indican las etapas del pensamiento de diseño (empatizar, definir, idear, prototipar y probar) y sugiere cómo se pueden implementar.

En el artículo se hace especial énfasis en cómo el DT no solo ayuda a desarrollar habilidades técnicas, sino que también tiene un impacto positivo en el bienestar emocional y social de los estudiantes, ayudando a reducir el abandono escolar. Las conclusiones sugieren que el DT puede transformar la enseñanza al empoderar tanto a los profesores como a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real de manera creativa y colaborativa.

Este documento es relevante porque aporta una metodología como el pensamiento de diseño que se centra en la resolución de problemas y el aprendizaje activo por parte de los estudiantes, además, ayuda a fortalecer las competencias didácticas de los profesores en temas asociados a la enseñanza de la ingeniería y otras disciplinas STEM.

**Citación APA:**

Novo, C., Tramonti, M., Dochshanov, A.M., Tuparova, D., Garkova, B., Eroglan, F., Uğraş, T., YÜCEL-TOY, B., & Vaz de Carvalho, C. (2023). Design Thinking in Secondary Education: Required Teacher Skills. Education Sciences.

**Link de acceso abierto:**

<https://www.mdpi.com/2227-7102/13/10/969>

6. **Título:** Design of STEM Activities: Experiences and Perception of Prospective Secondary School Teachers

**Temática general del texto:** El documento indica cómo algunos futuros profesores de matemáticas de secundaria en Israel diseñan e implementan actividades STEM, y cómo sus experiencias y percepciones influyen en este proceso. El estudio se centra en dos aspectos clave del diseño de actividades STEM de acuerdo al nivel de indagación (desde la confirmación hasta la indagación abierta) y de acuerdo al tipo de integración de las materias STEM (desde la combinación de dos materias con una dominante hasta la combinación de varias materias con al menos dos dominantes).

Los resultados indican que los futuros profesores tienden a diseñar actividades con niveles de indagación más estructurados y con una integración limitada de las materias STEM, lo que refleja sus propias formaciones académicas y pedagógicas, así como su experiencia previa en la enseñanza. También se destaca la importancia del desarrollo profesional para que los profesores puedan diseñar actividades STEM que promuevan un aprendizaje más profundo y significativo, integrando las diferentes disciplinas de manera efectiva y fomentando la indagación abierta en los estudiantes.

Este artículo es relevante porque proporciona información sobre los desafíos que enfrentan los profesores al diseñar actividades STEM. Puede dar luces sobre las posibles limitaciones en la integración de las materias STEM y los niveles de indagación que los profesores tienden a implementar. Esto puede ayudar a abordar estas dificultades específicas en el contexto local, ofreciendo posibles estrategias y herramientas para que los profesores puedan crear actividades STEM más efectivas.

**Citación APA:**

Daher, W.M., & Shahbari, J.A. (2020). Design of STEM Activities: Experiences and Perceptions of Prospective Secondary School Teachers. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, 15, 112-128.

**Link de acceso abierto:**

<https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/11689/6543>

7. **Título:** Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0

**Temática general del texto:** El artículo describe el desarrollo e implementación de un taller llamado "Retos de Ingeniería" diseñado para acercar a los estudiantes de diferentes niveles educativos en México a los conceptos básicos de la ingeniería mediante un enfoque STEM+A. El taller utiliza materiales simples y accesibles, como palos de madera, cubos de madera y vasos de plástico, para que los estudiantes construyan estructuras que cumplan con ciertos desafíos y restricciones. A través de estos retos, se busca fomentar habilidades como el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas, que son fundamentales para enfrentar los desafíos de la cuarta revolución industrial. El artículo también analiza la experiencia de los estudiantes que participaron en el taller en diferentes ferias de ciencias, destacando su interés, entusiasmo y capacidad para generar soluciones innovadoras.

Este texto proporciona un ejemplo concreto de cómo se puede implementar un enfoque STEM+A en la enseñanza de la ingeniería en la escuela. El taller "Retos de Ingeniería" puede servir como modelo para que los docentes diseñen sus propias actividades, adaptando los materiales, las instrucciones y el nivel de complejidad a las necesidades locales de sus estudiantes.

**Citación APA:**

Osuna, P.M., Ruíz, M.A., Ortega, M.A., & Salas, B.V. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0.

**Link de acceso abierto:**

[https://www.researchgate.net/publication/333321557\\_Retos\\_de\\_ingenieria\\_enfoque\\_educativo\\_STEMA\\_en\\_la\\_revolucion\\_industrial\\_40](https://www.researchgate.net/publication/333321557_Retos_de_ingenieria_enfoque_educativo_STEMA_en_la_revolucion_industrial_40)

8. **Título:** Visión STEM+ Educación expandida para la vida

**Temática general del texto:** Este documento fue elaborado por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia y presenta un marco conceptual que integra las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Artes (STEM+) con la idea de dar lineamientos para transformar la educación del país. Este enfoque

busca desarrollar en los estudiantes competencias clave del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la capacidad de resolver problemas complejos, adaptándose a los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial. Además, enfatiza la importancia de la inclusión y la equidad en la educación STEM, promoviendo la reducción de brechas de género y el acceso equitativo a estas disciplinas. Este documento proporciona un marco teórico y prácticas recomendadas para enseñar ingeniería y STEM en la educación secundaria, con un enfoque en metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos.

#### Citación APA:

Ministerio de Educación Nacional. (2022). Visión STEM+: Educación expandida para la vida. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional. ISBN digital: 978-958-785-356-8.

#### Link de acceso abierto:

[https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files\\_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf](https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf)

#### 9. Título: Models and modelling in secondary technology and engineering education

**Temática general del texto:** El documento habla de la importancia de la enseñanza del modelado en la educación tecnológica y de ingeniería en la escuela secundaria. Se argumenta que la capacidad de crear, usar e interpretar diferentes tipos de modelos es esencial tanto para la alfabetización tecnológica general como para la preparación para estudios y trabajos futuros en ingeniería. El artículo propone un marco de modelado de seis pasos para la educación, que incluye la identificación, el aislamiento, la simplificación, la validación, la verificación y la presentación.

A través del análisis de planes de estudio y libros de texto suecos, se observa que la enseñanza del modelado a menudo se limita a modelos físicos y dibujos técnicos, sin un trabajo detallado sobre la naturaleza de los modelos o el proceso de modelado en sí mismo. En particular, se destaca la falta de atención a las etapas de validación y verificación, así como la necesidad de un mayor énfasis en la simplificación, un paso crucial que requiere decisiones complejas para equilibrar la simplicidad y el realismo del modelo.

Este artículo es muy útil, ya que da herramientas para enseñar el proceso de modelado en el aula, especialmente en el área de ingeniería. Además, resalta las habilidades que los estudiantes deben adquirir para poder crear y utilizar diferentes tipos de modelos (físicos, matemáticos, visuales).

**Citación APA:**

Norström, P., & Hallström, J. (2023). Models and modelling in secondary technology and engineering education. *International Journal of Technology and Design Education*, 33, 1797-1817.

**Link de acceso abierto:**

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10798-023-09808-y.pdf>

**10. Título:** Academic Collaborative Efforts to Promote STEM Equity in High Needs Schools

**Temática general del texto:** En este documento se describen algunas iniciativas STEM implementadas por una universidad en un distrito escolar urbano de alta necesidad en el noreste de Estados Unidos. El objetivo principal era promover la equidad en la educación STEM y aumentar el interés de los estudiantes en carreras STEM. Las iniciativas incluyeron desarrollo profesional para maestros, proyectos prácticos para estudiantes, eventos familiares de ingeniería, un laboratorio móvil y participación en competencias de robótica.

Los resultados de estas iniciativas fueron en general positivos, mostrando un aumento en el conocimiento STEM de los estudiantes, un mayor interés en las carreras STEM y una mayor confianza de los maestros en la enseñanza de temas STEM. Sin embargo, el artículo también señala desafíos como la falta de financiamiento, la necesidad de desarrollo profesional continuo para maestros y la importancia del compromiso tanto de los maestros como de los padres para el éxito de las iniciativas STEM.

Este artículo es relevante porque destaca la importancia de la colaboración entre las universidades y las escuelas para promover la equidad en la educación STEM. Estos ejemplos de Estados Unidos tienen características muy similares a los contextos locales de la educación en los colegios distritales de Bogotá y se pueden usar los resultados del estudio para enfatizar la importancia del desarrollo

profesional continuo para los maestros y la necesidad de involucrar a los padres en el proceso de aprendizaje STEM.

**Citación APA:**

DeJarnette, N., Deeb, R.S., & Pallis, J.M. (2021). Academic Collaborative Efforts to Promote STEM Equity in High Needs Schools. Education, Society and Human Studies.

**Link de acceso abierto:**

<https://www.semanticscholar.org/reader/b247060d2327d5890a6e96b4a9f9744d2d7e13e9>

**11. Título:** Enhancing Learning by Assessing More than Content Knowledge

**Temática general del texto:** En el documento se habla de la importancia de evaluar no solo los conocimientos de contenido en las disciplinas STEM, sino también las habilidades de proceso (o habilidades profesionales), como la comunicación, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. El documento describe cómo estas habilidades son fundamentales para el éxito en los campos de la ciencia y la ingeniería, pero a menudo no se evalúan de manera sistemática en el aula. El artículo propone el uso de rúbricas para evaluar dichas habilidades, desarrolladas y probadas en diversas disciplinas STEM.

Un aspecto importante que se menciona es la necesidad de desarrollo profesional para que los educadores puedan integrar estas rúbricas en sus prácticas de evaluación. Se encontró que incluso profesores con experiencia necesitan una visión más clara de cómo se manifiestan las habilidades de proceso en el aula y cómo evaluarlas.

Este documento es pertinente porque aborda la creación de herramientas de evaluación (rúbricas) que pueden ser integradas en la enseñanza STEM, el enfoque en habilidades como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la comunicación, es esencial para el desarrollo de competencias en los estudiantes de secundaria, lo que puede mejorar su rendimiento en proyectos colaborativos.

**Citación APA:**

Cole, R.S., Lantz, J.M., Ruder, S.M., Reynders, G., & Stanford, C. (2018). Board 25: Enhancing Learning by Assessing More than Content Knowledge.

Link de acceso abierto:

<https://peer.asee.org/board-25-enhancing-learning-by-assessing-more-than-content-knowledge.pdf>

