Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

IMPACTO DE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA BASADA EN ROBÓTICA DE COMPETICIÓN MINI-SUMO SOBRE LA MOTIVACIÓN Y EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LAS MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

IMPACT OF A DIDACTIC STRATEGY BASED ON MINI-SUMO COMPETITION ROBOTICS ON MOTIVATION AND MEANINGFUL LEARNING OF MATHEMATICS IN ENGINEERING STUDENTS

Rey David Ronquillo Arvizu
Tecnológico Nacional de México, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5.26209

Impacto de una Estrategia Didáctica basada en Robótica de Competición mini-sumo sobre la Motivación y el Aprendizaje Significativo de las Matemáticas en Estudiantes de Ingeniería

Rey David Ronquillo Arvizu[1]
daavizz88@gmail.com
https://orcid.org/0009-0004-3203-7972
Tecnológico Nacional de México
México

RESUMEN

La desmotivación y la limitada participación estudiantil continúan representando desafíos relevantes en la enseñanza de las ciencias exactas dentro de la educación superior tecnológica. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de una estrategia didáctica basada en robótica de competición Mini-Sumo sobre la motivación y el aprendizaje significativo de las matemáticas en estudiantes de ingeniería. La investigación se desarrolló en la asignatura de Matemáticas Aplicadas del Tecnológico Nacional de México, Campus Iztapalapa II, mediante un diseño cuasiexperimental con enfoque cualitativo, sustentado en los principios del aprendizaje significativo, el socioconstructivismo y el aprendizaje basado en la construcción de artefactos tecnológicos. La intervención se implementó en un grupo de 30 estudiantes, quienes transitaron de un modelo tradicional de enseñanza centrado en la exposición magistral durante el semestre 2025-2 hacia una metodología inductiva basada en el diseño, construcción y modelado matemático de robots Mini-Sumo autónomos durante el ciclo escolar 2026-1. Como resultado de la intervención, la totalidad de los estudiantes participó en la cumbre InnovaTecNM 2026, desarrollando diez proyectos en la categoría de Innobótica, de los cuales dos obtuvieron acreditación para la etapa regional. Con el propósito de analizar la percepción de los participantes, se realizaron entrevistas semiestructuradas a una muestra intencional de cinco estudiantes con diferentes niveles de desempeño académico previo. La información fue examinada mediante análisis temático de contenido, identificándose categorías asociadas con el incremento de la motivación intrínseca, una mayor implicación en las actividades formativas, el fortalecimiento del trabajo colaborativo y una mejor comprensión de conceptos matemáticos abstractos a través de su aplicación en contextos reales de ingeniería. Los hallazgos sugieren que la robótica de competición Mini-Sumo constituye una estrategia didáctica eficaz para promover el aprendizaje significativo de las matemáticas, fortalecer la motivación académica y favorecer la integración entre teoría, práctica e innovación tecnológica en la formación de ingenieros.

Palabras clave: aprendizaje significativo, socio constructivismo, robótica educativa, robótica de competición, motivación académica

[1] Autor principal.
Correspondencia: daavizz88@gmail.com

Impact of a Didactic Strategy based on Mini-sumo Competition Robotics on Motivation and Meaningful Learning of Mathematics in Engineering Students

ABSTRACT

Student demotivation and limited participation continue to represent significant challenges in the teaching of exact sciences within technological higher education. This study aimed to evaluate the impact of a teaching strategy based on Mini-Sumo competitive robotics on motivation and meaningful learning of mathematics among engineering students. The research was conducted in the Applied Mathematics course at the Tecnológico Nacional de México, Campus Iztapalapa II, using a quasi-experimental design with a qualitative approach grounded in meaningful learning, social constructivism, and constructionist learning principles. The intervention was implemented with a group of 30 students who transitioned from a traditional lecture-based instructional model to an inductive methodology centered on the design, construction, and mathematical modeling of autonomous Mini-Sumo robots. As a result of the intervention, all participating students took part in the InnovaTecNM 2026 summit, developing ten projects in the Innovation Robotics category, two of which advanced to the regional stage. To analyze participants' perceptions, semi-structured interviews were conducted with an intentional sample of five students representing different levels of prior academic performance. Data were examined using thematic content analysis. The findings revealed increased intrinsic motivation, greater engagement in learning activities, strengthened collaborative work skills, and improved understanding of abstract mathematical concepts through their application to real-world engineering problems. The results suggest that Mini-Sumo competitive robotics constitutes an effective teaching strategy for promoting meaningful mathematics learning, enhancing academic motivation, and fostering the integration of theory, practice, and technological innovation in engineering education.

Keywords: meaningful learning, social constructivism, educational robotics, competitive robotics, academic motivation

Artículo recibido 10 agosto 2026
Aceptado para publicación: 21 septiembre 2026

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas en los programas de ingeniería continúa representando uno de los principales desafíos en la educación superior tecnológica. Diversas investigaciones han reportado que una proporción importante de estudiantes percibe las matemáticas como una disciplina abstracta, compleja y difícil de vincular con situaciones reales de su futura práctica profesional, situación que puede repercutir negativamente en la motivación, la participación y el desempeño académico (Tall, 2013; OECD, 2023). Además, las altas tasas de reprobación y deserción asociadas a asignaturas matemáticas en carreras STEM evidencian la necesidad de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante enfoques pedagógicos innovadores (UNESCO, 2021).

Durante las últimas décadas, la incorporación de tecnologías educativas ha favorecido el desarrollo de metodologías activas centradas en el estudiante. Entre estas, la robótica educativa ha adquirido una relevancia creciente debido a su capacidad para integrar contenidos de matemáticas, física, electrónica, mecánica, programación e ingeniería dentro de entornos de aprendizaje basados en proyectos y resolución de problemas reales (Alimisis, 2013; Benitti, 2012). Estas características permiten transformar conceptos abstractos en experiencias tangibles que facilitan la comprensión, aplicación y transferencia del conocimiento hacia contextos profesionales.

Desde el punto de vista teórico, la presente investigación se fundamenta en la teoría del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel (2000), quien sostiene que el aprendizaje ocurre cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera sustancial y no arbitraria con los conocimientos previos del estudiante. Bajo esta perspectiva, la comprensión profunda de los contenidos depende de la capacidad del aprendiz para establecer conexiones entre los nuevos conceptos y su estructura cognitiva existente. Cuando los estudiantes logran identificar aplicaciones concretas de los contenidos matemáticos, aumenta la probabilidad de que el aprendizaje sea duradero y transferible a nuevas situaciones (Novak, 2010).

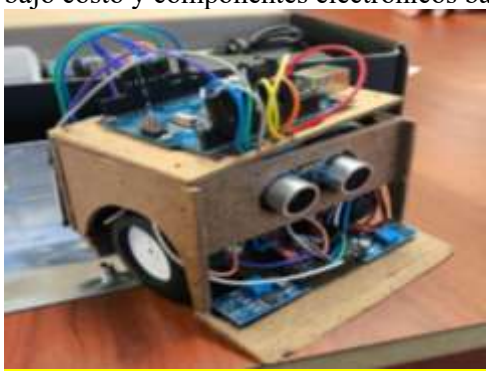
Asimismo, el estudio retoma los principios del socioconstructivismo desarrollados por Vygotsky (1978), los cuales enfatizan que el aprendizaje es un proceso social mediado por la interacción entre individuos y el uso de herramientas culturales. Desde esta visión, el trabajo colaborativo, la comunicación entre pares, la discusión de ideas y la resolución conjunta de problemas constituyen elementos fundamentales

para el desarrollo cognitivo y la construcción del conocimiento. En consecuencia, los ambientes de aprendizaje que promueven la interacción entre estudiantes favorecen la apropiación significativa de conceptos científicos y matemáticos.

De forma complementaria, las aportaciones de Papert (1980) sobre el constructionism plantean que los estudiantes aprenden con mayor profundidad cuando participan activamente en la creación de objetos significativos. En este enfoque, la construcción de artefactos tecnológicos favorece procesos de experimentación, reflexión, análisis y resolución de problemas que fortalecen el aprendizaje conceptual. La robótica educativa representa una de las aplicaciones más representativas de esta perspectiva pedagógica debido a que permite aprender mediante el diseño, construcción y programación de dispositivos físicos que responden a situaciones concretas de ingeniería.

En este sentido, la robótica de competición ofrece un entorno particularmente atractivo para el aprendizaje, ya que incorpora elementos de desafío, innovación, creatividad y aplicación práctica del conocimiento. La Figura 1 muestra el robot Mini-Sumo denominado **Atom** durante su primera etapa de desarrollo, construido con madera como material estructural y equipado con componentes electrónicos básicos para el control y la detección de obstáculos. Este prototipo constituye una evidencia tangible del proceso de construcción de conocimiento promovido por el enfoque constructionista, ya que los estudiantes transformaron conceptos matemáticos, geométricos y físicos en un artefacto funcional susceptible de ser mejorado mediante procesos iterativos de diseño e ingeniería. Asimismo, el desarrollo del robot requirió la aplicación de conceptos de medición, proporcionalidad, modelado geométrico, análisis de movimiento y optimización de recursos, favoreciendo la contextualización de los contenidos matemáticos abordados en el curso.

Figura 1. Robot Mini-Sumo *Atom* durante su primera etapa de construcción empleando materiales de bajo costo y componentes electrónicos básicos.



La literatura reciente señala que la robótica educativa puede favorecer el aprendizaje de las matemáticas y otras disciplinas STEM al incrementar la participación, el interés, la motivación y la comprensión conceptual de los estudiantes (Nugent et al., 2016; Eguchi, 2014). Asimismo, diversos estudios reportan beneficios asociados al desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas complejos y el trabajo colaborativo, competencias consideradas esenciales para la formación de los ingenieros del siglo XXI (World Economic Forum, 2023; Bers, 2020).

No obstante, gran parte de las investigaciones sobre robótica educativa se han concentrado en niveles de educación básica y media superior, existiendo una menor cantidad de estudios enfocados específicamente en la utilización de robótica de competición como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de ingeniería. Esta situación evidencia la necesidad de generar evidencia empírica que permita comprender el potencial de este tipo de intervenciones dentro de la educación superior tecnológica, particularmente en contextos latinoamericanos y en instituciones tecnológicas públicas.

En congruencia con las directrices del Tecnológico Nacional de México orientadas al fortalecimiento de la innovación, la investigación aplicada y el aprendizaje basado en proyectos, la presente investigación se desarrolló en la asignatura de Matemáticas Aplicadas del TecNM Campus Iztapalapa II. La intervención consistió en la implementación de una estrategia didáctica basada en la construcción, programación y modelado matemático de robots Mini-Sumo autónomos, involucrando a un grupo de 30 estudiantes de ingeniería. La propuesta buscó vincular conceptos matemáticos abstractos con situaciones reales de diseño y competición robótica, promoviendo simultáneamente el aprendizaje colaborativo, la creatividad y la innovación tecnológica.

La hipótesis de trabajo plantea que la implementación de una estrategia didáctica basada en robótica de competición Mini-Sumo incrementa la motivación académica y favorece el aprendizaje significativo de las matemáticas en estudiantes de ingeniería.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto de una estrategia didáctica basada en robótica de competición Mini-Sumo sobre la motivación y el aprendizaje significativo de las matemáticas en estudiantes de ingeniería.

METODOLOGÍA

Contexto de estudio

La investigación se desarrolló en la asignatura de Matemáticas Aplicadas del Tecnológico Nacional de México, Campus Iztapalapa II.

Como parte de la intervención, los estudiantes diseñaron, construyeron y programaron robots Mini-Sumo autónomos sujetos a las especificaciones oficiales de competencia, incluyendo dimensiones máximas de 10 × 10 cm y un peso máximo de 500 g. A lo largo del proyecto se abordaron contenidos relacionados con álgebra, geometría, trigonometría, cálculo diferencial, ecuaciones diferenciales y modelado matemático aplicado a sistemas físicos de ingeniería.

Durante el proceso de diseño, los estudiantes analizaron diferentes alternativas de construcción mecánica, selección de sensores, sistemas de alimentación y estrategias de control. Estas actividades permitieron relacionar conceptos matemáticos abstractos con problemas reales de ingeniería, favoreciendo la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en el aula.

La Figura 2 muestra los principales componentes electrónicos y mecánicos integrados en el robot Mini-Sumo Atom desarrollado por los estudiantes. Entre ellos destacan el microcontrolador ESP32, el controlador de motores TB6612FNG, el regulador Mini360, el convertidor lógico HW-221, sensores ultrasónicos JS40F para la detección del oponente, sensores infrarrojos TCRT5000 para la identificación de los límites del dojo, motores N20 de 500 RPM y una batería LiPo de 7.6 V. La selección, integración y configuración de estos dispositivos requirió el uso de conceptos matemáticos relacionados con sistemas de medición, geometría espacial, modelado de trayectorias, análisis de señales y optimización de recursos.

Figura 2. Principales componentes del robot atom.



Asimismo, la interacción con los distintos sensores permitió a los estudiantes comprender la relación entre variables físicas y representaciones matemáticas. Por ejemplo, la detección de distancias mediante sensores ultrasónicos implicó la interpretación de funciones y relaciones proporcionales, mientras que el control de velocidad y dirección de los motores demandó el análisis de parámetros asociados al movimiento, las tasas de cambio y el comportamiento dinámico del sistema. De esta manera, los componentes del robot funcionaron como mediadores didácticos que facilitaron la construcción de significados matemáticos contextualizados.

La construcción gradual del robot también favoreció procesos de aprendizaje basados en la experimentación, la prueba y error, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas técnicos. En consecuencia, el robot Mini-Sumo no constituyó únicamente un producto tecnológico final, sino un entorno de aprendizaje a través del cual los estudiantes desarrollaron competencias matemáticas, tecnológicas y profesionales alineadas con los principios del aprendizaje significativo, el socioconstructivismo y el constructionism.

Figura 2. Componentes electrónicos y mecánicos del robot Mini-Sumo Atom utilizados durante las fases

de diseño, construcción, programación y validación del prototipo desarrollado por los estudiantes.

La experiencia culminó con la participación de los estudiantes en la cumbre InnovaTecNM 2026 dentro de la categoría de Innobótica, donde los prototipos construidos fueron presentados como evidencia de los procesos de aprendizaje, innovación y aplicación de conocimientos matemáticos desarrollados durante la intervención didáctica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que la estrategia didáctica basada en robótica de competición Mini-Sumo favoreció la comprensión contextualizada de conceptos matemáticos, incrementó la motivación académica y fortaleció la capacidad de argumentación técnica de los estudiantes. Los testimonios analizados evidencian que la interacción con un artefacto físico permitió establecer conexiones significativas entre la teoría matemática y los problemas reales de ingeniería.

Estos hallazgos son consistentes con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2000), quien plantea que los nuevos conocimientos adquieren sentido cuando pueden relacionarse de manera sustancial con experiencias previas y contextos significativos. En este estudio, los estudiantes dejaron de percibir conceptos como inecuaciones, derivadas, integrales y ecuaciones diferenciales como procedimientos abstractos para interpretarlos como herramientas necesarias para comprender y optimizar el comportamiento del robot.

De igual manera, los resultados coinciden con la perspectiva socioconstructivista de Vygotsky (1978), según la cual el aprendizaje se construye mediante la interacción social y la resolución colaborativa de problemas. La construcción, programación y validación de los prototipos favoreció procesos permanentes de negociación de significados, intercambio de conocimientos y toma conjunta de decisiones, fortaleciendo tanto la comprensión conceptual como las competencias de trabajo en equipo.

Asimismo, los hallazgos guardan relación con el enfoque constructionista propuesto por Papert (1980), quien sostiene que el aprendizaje se potencia cuando los estudiantes construyen artefactos significativos. En la presente investigación, el robot Mini-Sumo operó como un objeto de aprendizaje tangible que permitió vincular conceptos matemáticos con aplicaciones reales de ingeniería, generando un entorno donde la experimentación, el error y la retroalimentación se transformaron en elementos centrales del proceso formativo.

En cuanto a los antecedentes específicos de la robótica educativa, los resultados concuerdan con los planteamientos de Bravo y Forero (2012), quienes identifican la robótica móvil como una herramienta capaz de favorecer el aprendizaje interdisciplinario mediante la integración de conocimientos teóricos y prácticos. Del mismo modo, los hallazgos son consistentes con Barrera (2015), quien reporta que la interacción con sistemas robóticos contribuye a incrementar la motivación, la participación activa y el interés por el aprendizaje de contenidos científicos y tecnológicos.

No obstante, la principal aportación de este estudio radica en la inversión del flujo didáctico tradicional, propuesta que denominamos STEAM Inversa. A diferencia de los enfoques convencionales, donde el docente presenta inicialmente los modelos matemáticos para posteriormente mostrar aplicaciones, la estrategia implementada partió de la interacción con un fenómeno físico tangible para generar la necesidad de comprender los modelos matemáticos que explican su comportamiento. En este sentido, la matemática dejó de ser el punto de partida y se convirtió en una herramienta de explicación y optimización derivada de la experiencia práctica.

Los testimonios obtenidos sugieren que este cambio metodológico tuvo especial relevancia en estudiantes con antecedentes de bajo rendimiento académico, quienes manifestaron una transformación positiva en su percepción de las matemáticas. Paralelamente, los estudiantes con desempeños académicos altos desarrollaron mayores capacidades de argumentación, modelado y comunicación técnica, lo que evidencia que la estrategia benefició perfiles de aprendizaje diversos.

Aplicaciones prácticas y prospectiva

La pertinencia de esta investigación dentro de la línea de educación en ingeniería radica en su potencial de replicabilidad y bajo costo de implementación. El uso de materiales accesibles, plataformas de hardware libre y microcontroladores de amplia disponibilidad demuestra que la enseñanza de asignaturas como Matemáticas Aplicadas no depende exclusivamente de infraestructura especializada, sino de propuestas metodológicas capaces de vincular la teoría con problemas auténticos de ingeniería.

Los resultados permiten considerar la extensión de esta estrategia hacia otras asignaturas del área STEM, particularmente aquellas relacionadas con física, programación, control automático y modelado matemático. Asimismo, futuras investigaciones podrían complementar el enfoque cualitativo con instrumentos cuantitativos que permitan medir de manera más precisa el impacto de la robótica de

competición sobre variables como rendimiento académico, permanencia estudiantil y desarrollo de competencias profesionales.

CONCLUSIONES

La presente investigación evidencia que la implementación de una estrategia didáctica basada en robótica de competición Mini-Sumo favorece la motivación académica y el aprendizaje significativo de las matemáticas en estudiantes de ingeniería. Los resultados obtenidos muestran que la vinculación entre conceptos matemáticos y problemas reales de diseño, programación y validación de sistemas robóticos permitió superar la percepción de abstracción que tradicionalmente caracteriza a las ciencias exactas en la educación superior tecnológica.

Los hallazgos indican que la comprensión de conceptos matemáticos complejos no dependió exclusivamente de la exposición teórica previa, sino de la necesidad funcional de emplearlos para resolver desafíos concretos asociados al desarrollo del robot. En este contexto, contenidos como inecuaciones, relaciones funcionales, control de señales, derivadas y ecuaciones diferenciales dejaron de ser percibidos como procedimientos descontextualizados para convertirse en herramientas de análisis, predicción y toma de decisiones técnicas. Este resultado coincide con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2000), la cual sostiene que los nuevos conocimientos adquieren sentido cuando pueden relacionarse de manera sustancial con experiencias relevantes para el estudiante, ver figura 4.

Figura 4. Se observa la alegría de los estudiantes al ver competir sus robots



Asimismo, la participación activa en actividades de diseño, construcción, experimentación y resolución colaborativa de problemas favoreció procesos de construcción colectiva del conocimiento, en concordancia con los principios socioconstructivistas de Vygotsky (1978). La interacción entre pares, la discusión técnica y la evaluación continua de soluciones contribuyeron al fortalecimiento de competencias cognitivas y profesionales que trascienden el aprendizaje puramente disciplinar,

Desde la perspectiva del constructionismo propuesto por Papert (1980), los resultados confirman que la construcción de artefactos tecnológicos constituye un entorno propicio para la generación de aprendizajes profundos y contextualizados. El robot Mini-Sumo actuó como un mediador entre la experiencia práctica y la formalización matemática, permitiendo que los estudiantes desarrollaran una comprensión más significativa de los modelos que explican el comportamiento de sistemas físicos reales.

Uno de los hallazgos más relevantes fue la transformación observada en estudiantes con antecedentes de bajo rendimiento académico, quienes manifestaron una mejora en su disposición hacia el aprendizaje de las matemáticas al encontrar aplicaciones directas de los contenidos estudiados. Paralelamente, los estudiantes con mejor desempeño desarrollaron mayores capacidades de argumentación técnica, modelado y comunicación de conceptos complejos, evidenciando que la estrategia benefició perfiles académicos diversos.

La participación del 100 % del grupo en la cumbre InnovaTecNM 2026 y la acreditación de dos proyectos a la fase regional constituyen indicadores institucionales que respaldan el nivel de involucramiento alcanzado por los estudiantes durante la intervención. Más allá de los resultados competitivos, esta experiencia permitió fortalecer la capacidad de los participantes para comunicar, justificar y defender técnicamente sus propuestas de ingeniería ante evaluadores externos.

La principal aportación de este estudio radica en la propuesta conceptual denominada **STEAM Inversa**, entendida como un enfoque pedagógico en el cual el aprendizaje se inicia mediante la interacción con un objeto tecnológico funcional para generar posteriormente la necesidad de comprender los fundamentos matemáticos que explican su comportamiento. Esta inversión del flujo didáctico tradicional ofrece una alternativa innovadora para la enseñanza de las ciencias exactas, especialmente en contextos donde los estudiantes presentan dificultades para encontrar significado a los contenidos

abstractos.

La acreditación de dos prototipos a la etapa regional de InnovaTecNM 2026 (Figura 5) constituye una evidencia tangible de que la estrategia basada en robótica de competición no solo favoreció la comprensión conceptual de las matemáticas, sino también el desarrollo de competencias de innovación, diseño tecnológico y comunicación técnica propias de la formación en ingeniería.

Figura5. Dos robots de sumo finalistas de la etapa local que calificaron a la etapa regional del Innovatec 2026



Finalmente, se concluye que la robótica de competición Mini-Sumo representa una estrategia didáctica viable, de bajo costo y potencialmente replicable dentro del Tecnológico Nacional de México y en otros programas de educación en ingeniería. Su implementación contribuye a fortalecer la motivación, promover el aprendizaje significativo y favorecer la formación de profesionistas capaces de integrar conocimientos matemáticos, científicos y tecnológicos en la solución de problemas reales. En este sentido, la matemática deja de ser concebida únicamente como un conjunto de procedimientos algorítmicos para convertirse en una herramienta de modelación, análisis y transformación de la realidad, en concordancia con la perspectiva crítica propuesta por Skovsmose (1999).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alimisis, D. (2013). *Educational robotics: Open questions and new challenges*. *Themes in Science and Technology Education, 6*(1), 63-71.

Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Springer.

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education, 58*(3), 978-988. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin.

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). Sage.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(11), 1-11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. En R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317-334). Cambridge University Press.

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *InterViews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (3rd ed.). Sage.

Moustakas, C. (1994). *Phenomenological research methods*. Sage.

Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.

OECD. (2023). *PISA 2022 Results*. OECD Publishing.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research and evaluation methods* (4th ed.). Sage.

Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.

Tall, D. (2013). *How humans learn to think mathematically*. Cambridge University Press.

UNESCO. (2021). *Engineering for Sustainable Development: Delivering on the Sustainable Development Goals*. UNESCO Publishing.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. World Economic Forum.