

Propuesta metodológica de un aula interactiva basada en una teoría constructivista para incrementar el interés en áreas STEM en estudiantes de educación primaria

Methodological proposal of an interactive classroom based on a constructionist theory to increase interest in STEM areas in students at elementary school

Jesús Eduardo Rodríguez-Martínez¹, Jesús Antonio Melchor-Sarabia¹, Cindy Paola Valenzuela-García¹,
Josué Abelardo Sánchez-Morales¹, Zeus Del Valle Castillo-Nájera

Facultad de Informática Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

Autor de Correspondencia: Zeus Del Valle-Castillo Nájera, email: zeus.delvalle@info.uas.edu.mx, ORCID: 0009-0000-8265-6035

Recibido: octubre 2025, **Aceptado:** octubre 2025, **Publicado:** noviembre 2025

Resumen:

La educación contemporánea enfrenta el desafío de motivar a los estudiantes en áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), a menudo obstaculizada por métodos tradicionales y falta de recursos. Este artículo aborda esta problemática mediante una propuesta de diseño para un aula interactiva con un enfoque construccionista, dirigida a estudiantes de 4to grado de primaria de la Escuela Primaria General Gabriel Leyva Velázquez. Basado en los principios de Seymour Papert, el modelo pedagógico propuesto utiliza tecnologías como la impresión 3D y la programación visual para fomentar el aprendizaje activo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, transformando conceptos abstractos en experiencias tangibles. La metodología de co-diseño e implementación se presenta estructurada en fases de diagnóstico, diseño, piloto y evaluación. La contribución principal es un modelo pedagógico validado por la literatura, que integra la fabricación digital y el pensamiento computacional para desarrollar competencias STEM, ofreciendo un marco innovador y transferible para la educación básica.

Palabras Clave:

Aula Interactiva, STEM, Construccinismo, Educación Básica, Impresión 3D, Pensamiento Computacional, Pensamiento Espacial.

Abstract:

Contemporary education faces the challenge of motivating students in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) areas, often hindered by traditional methods and a lack of resources. This project addresses this problem through a design proposal for an interactive classroom based on a constructionist approach, aimed at 4th-grade elementary school students at the General Gabriel Leyva Velázquez Elementary School. Based on the principles of Seymour Papert's theory, the proposed pedagogical model will use technologies such as 3D printing and visual programming to foster active learning, critical thinking, and problem-solving, transforming abstract concepts into tangible experiences. The methodology is divided into diagnostic, pedagogical co-design, pilot implementation, and evaluation phases. The main contribution is a literature-validated pedagogical model that integrates digital fabrication and computational thinking to develop STEM competencies, offering an innovative and transferable framework for basic education.

Keywords:

Interactive Classroom, STEM, Constructionism, Basic Education, 3D Printing, Computational Thinking, Spatial ability.

1. Introducción

La educación contemporánea enfrenta el desafío crucial de preparar a los estudiantes para desenvolverse en un mundo cada vez más tecnológico, donde las competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) son fundamentales para el desarrollo individual y social. Sin embargo, la persistencia de métodos de enseñanza tradicionales, a menudo pasivos y teóricos, junto con la escasez de recursos tecnológicos adecuados en muchas escuelas, genera un desinterés progresivo en las áreas STEM desde edades tempranas [1]. Esta falta de motivación representa una barrera significativa para el fomento de futuras vocaciones científicas y tecnológicas.

Este proyecto propone abordar directamente esta problemática mediante una propuesta de diseño de un aula interactiva con un enfoque pedagógico constructorista. Inspirados en los principios de Seymour Papert, quien postula que el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes están activamente involucrados en la construcción de productos de aprendizaje significativos [2], esta aula busca ser un "paraíso constructorista" [3]. Se teoriza implementar una experiencia piloto en la Escuela Primaria General Gabriel Leyva Velázquez en Culiacán, Sinaloa, con estudiantes de 4to. grado, durante el periodo de agosto de 2025 a febrero de 2026. El objetivo principal es transformar el aprendizaje STEM de una actividad pasiva a una experiencia activa, creativa y tangible, fomentando no solo el interés, sino también el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el pensamiento computacional [4] y habilidades socioemocionales clave como la colaboración y la autoeficacia [5].

2. Trabajos Relacionados

El diseño de nuestra aula interactiva se fundamenta en una sólida base de investigación que explora la efectividad de los enfoques constructoristas y el uso de tecnologías emergentes en la educación STEM.

Constructorismo y Entornos Tecnológicos: La teoría constructorista de Papert [2] argumenta que la tecnología puede ser una herramienta poderosa para el aprendizaje cuando se utiliza para construir artefactos. Estudios como el de Rößler et al. [3] en aulas 1:1, aunque advierten que la tecnología por sí sola no garantiza un aprendizaje constructorista, validan que estos entornos son un "paraíso" potencial si se diseñan tareas auténticas que requieran la creación de "artefactos públicos".

Aulas Interactivas y Makerspaces: La necesidad de implementar espacios como aulas interactivas, *makerspaces* o laboratorios creadores que promuevan el aprendizaje activo y colaborativo es una tendencia creciente [5]. Estos entornos facilitan la aplicación del constructorismo al proporcionar herramientas para la fabricación digital y física.

Impresión 3D como Herramienta Constructorista: La impresión 3D emerge como un recurso valioso. Permite materializar conceptos abstractos, haciéndolos tangibles [5]. Estudios como el de García Elizondo et al. [5] demuestran que su uso en un "Laboratorio Creador 3D" no solo mejora la comprensión de conceptos, sino que aumenta significativamente la autoeficacia de los estudiantes. Metaanálisis como el de Sung & Kelley [6] confirman robustamente que la impresión 3D tiene un efecto positivo en el desarrollo de la habilidad espacial en estudiantes K-12 [6], una competencia clave para STEM. Munira et al. [7] también destacan su rol en la pedagogía de la ingeniería al facilitar la creación de prototipos y vincular la teoría con la práctica.

Pensamiento Computacional (PC) en STEM: Integrar el PC es fundamental. Hsieh & Lee [4] demostraron que un entorno constructorista que combina programación visual (como Scratch) y robótica tangible (como mBot) mejora significativamente el aprendizaje de conceptos de PC y aumenta la motivación [4]. Scratch permite comprender lógica de programación mediante bloques, mientras mBot lleva la programación al ámbito físico, reforzando el aprendizaje práctico [4]. Este enfoque, que integra PC dentro de STEAM, es más efectivo que enseñarlo de forma aislada.

Aprendizaje Activo y Manipulación Física: La revisión de Cachuput Gusñay et al. [8] sobre estrategias constructoristas en matemáticas refuerza la importancia de la manipulación de objetos físicos para comprender conceptos abstractos [8]. Argumentan que este aprendizaje activo fomenta la autonomía y la colaboración.

Evaluación y Co-Diseño: La evaluación debe ir más allá de las pruebas tradicionales, proponiendo formatos formativos y de bajo riesgo como los "Parson's problems" [9] o el análisis del comportamiento en línea (*engagement*) [10]. Asimismo, la investigación de Pell et al. [11] subraya el valor de co-diseñar *con* los niños, tratándolos como socios activos en el proceso de desarrollo tecnológico [11].

Estos trabajos proporcionan un marco sólido para el diseño, implementación y evaluación de nuestra propuesta.

3. Metodología

La propuesta metodológica para el desarrollo e implementación futura del proyecto se estructura en cuatro fases principales, diseñadas para asegurar un desarrollo iterativo y centrado en el usuario:

Fase de Diagnóstico (Agosto - Septiembre 2025): Se realizará un diagnóstico inicial en la Escuela Primaria General Gabriel Leyva Velázquez. Se aplicarán encuestas a estudiantes de 4to grado y entrevistas a docentes para evaluar el nivel actual de interés en STEM, la familiaridad con la tecnología y el acceso a recursos. Se analizarán

también los planes de estudio existentes. Esta fase busca confirmar la necesidad del proyecto y establecer una línea base para la evaluación posterior.

Fase de Co-Diseño Pedagógico y Tecnológico (Octubre - Noviembre 2025): Basándonos en los hallazgos del diagnóstico y los principios del construccionismo [2, 3], se diseñará la estructura pedagógica y tecnológica del aula interactiva. Crucialmente, esta fase incorporará talleres de co-diseño con un grupo representativo de los estudiantes de 4to grado y su docente [11]. Utilizando prototipos de baja fidelidad (dibujos, cartón, etc.), se buscará su participación activa en la definición de las actividades, la interfaz del software y los desafíos de impresión 3D. Se definirán los objetivos de aprendizaje (pensamiento computacional [4], habilidad espacial [6]) y se seleccionarán las herramientas de software (programación visual) y hardware (impresoras 3D, kits de robótica) adecuadas.

Fase de Implementación Piloto (Diciembre 2025 - Enero 2026): Se implementará el aula interactiva como una experiencia piloto con el grupo seleccionado. Se llevarán a cabo talleres centrados en proyectos STEM (ej. diseño de objetos 3D, programación de secuencias simples). El docente actuará como facilitador [3], guiando a los estudiantes. Se registrarán las interacciones de los estudiantes con la plataforma (comportamiento en línea) [10] y se recopilarán observaciones cualitativas.

Fase de Evaluación (Febrero 2026): Se evaluará el impacto del aula interactiva utilizando un enfoque mixto. Se aplicarán encuestas pre y post-intervención para medir cambios en el interés, motivación y autoeficacia [5] en STEM. Para ello, se propone utilizar una adaptación del instrumento S-STEM (Student Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Math) [12], que emplea una escala de Likert de 5 puntos. Este instrumento ha sido ampliamente validado en poblaciones K-12 y ha reportado una alta consistencia interna (ej., Alfa de Cronbach > 0.85) en estudios previos [12], asegurando el rigor metodológico en la evaluación de impacto. Adicionalmente, se utilizarán rúbricas para evaluar la calidad de los artefactos creados y pruebas adaptadas (posiblemente formatos "Parson's problems" [9]) para medir el desarrollo de habilidades específicas. Los resultados se compararán con la línea base del diagnóstico.

4. Resultados

La fase inicial de este proyecto consistió en una revisión sistemática de la literatura para fundamentar el diseño del aula interactiva y validar su enfoque pedagógico. Los principales resultados de esta investigación documental son los siguientes:

Validación del Enfoque Construccionista: La literatura confirma que los entornos de aprendizaje construccionistas, donde los estudiantes crean artefactos tangibles, son altamente efectivos [2]. Se identificó que la

simple presencia de tecnología no es suficiente; el diseño de tareas auténticas que requieran construcción activa es crucial [3]. La implementación de tecnologías en un ambiente lúdico, basado en esta teoría, genera condiciones óptimas para un aprendizaje sólido [1].

Eficacia de Tecnologías Específicas: *Impresión 3D*: Existe evidencia robusta (incluyendo metaanálisis) que demuestra que la impresión 3D mejora significativamente la habilidad espacial en estudiantes K-12 [6] y aumenta la autoeficacia al materializar conceptos abstractos [5].

Robótica Tangible y Programación Visual: La combinación de programación visual (bloques) con robótica tangible es una estrategia eficaz para desarrollar el pensamiento computacional (PC) e incrementar la motivación en principiantes [4].

Importancia de Habilidades Transversales: La investigación subraya la necesidad de integrar explícitamente el desarrollo del PC [4] y la habilidad espacial [6] dentro de las actividades STEM.

Estrategias Pedagógicas y de Evaluación: Se identificaron el Aprendizaje Basado en Proyectos [7] y la manipulación de objetos físicos [8] como esenciales. Para la evaluación, se destacaron enfoques formativos de bajo riesgo (ej. "Parson's Problems" [9]) y el análisis del *engagement* en línea [10].

Rol del Docente y Co-Diseño: La literatura enfatiza el rol fundamental del docente como facilitador [3] y la necesidad de su capacitación. Asimismo, se resalta el valor metodológico del co-diseño con los estudiantes para asegurar la pertinencia y efectividad de las herramientas [11].

5. Análisis de Resultados Esperados

El análisis de la literatura revisada permite anticipar los efectos de la implementación de la propuesta. Se espera que la evaluación (descrita en la Metodología) arroje los siguientes resultados:

Impacto Cuantitativo: Se anticipa un incremento estadísticamente significativo en las puntuaciones del instrumento S-STEM [12], reflejando una mejora en el interés, motivación y autoeficacia [5] hacia las áreas STEM. Se espera también una mejora medible en las pruebas de habilidad espacial [6] y pensamiento computacional [4], en comparación con la línea base del diagnóstico.

Impacto Cualitativo: Se prevé que el análisis de las rúbricas de los artefactos creados (diseños 3D, programas) evidencie una alta aplicación de creatividad y pensamiento lógico. Las observaciones de los talleres y las entrevistas a docentes se espera que revelen un alto nivel de *engagement* [10] y colaboración [8, 11].

La triangulación de estos datos (cuantitativos y cualitativos) permitirá validar la hipótesis central: que un aula interactiva, diseñada bajo un enfoque construccionista y de co-diseño [11], es una estrategia pedagógica efectiva para transformar conceptos abstractos [5, 8] en experiencias tangibles, promoviendo así las competencias y el interés en STEM en la educación primaria.

6. Conclusiones

La propuesta de diseño de un aula interactiva con enfoque construccionista representa una estrategia pedagógica pertinente, innovadora y necesaria para revitalizar la educación STEM en el nivel básico. Frente al desafío de motivar a los estudiantes, este proyecto propone un cambio de paradigma: pasar de la recepción pasiva de información a la construcción activa de conocimiento a través de la creación de artefactos tangibles y digitales [2, 8].

Se concluye, a partir de la extensa revisión de la literatura, que la implementación de esta propuesta tiene el potencial de aumentar significativamente el interés, la motivación y la autoeficacia de los estudiantes de 4to. grado hacia las disciplinas STEM [1, 5]. Más allá del interés, el modelo está diseñado para el desarrollo medible de competencias fundamentales del siglo XXI, incluyendo el pensamiento computacional [4] y la habilidad espacial [6].

Para los docentes, este proyecto ofrece un modelo pedagógico transferible que les permite transitar hacia un rol de facilitadores del aprendizaje [3]. A nivel institucional, esta iniciativa consolida la vinculación entre la Facultad de Informática Culiacán y la comunidad educativa local, promoviendo la transferencia de conocimiento.

7. Limitaciones y Trabajos Futuros

Limitaciones de la Propuesta: Se reconoce que esta propuesta, en su futura fase de implementación piloto, presentará limitaciones inherentes. El estudio se restringe a una muestra pequeña y no aleatoria en un solo centro educativo (General Gabriel Leyva Velázquez), lo que limitará la generalización de los resultados. Asimismo, el marco temporal planificado (agosto 2025 a febrero 2026) es corto para medir cambios longitudinales profundos en la vocación STEM, centrándose principalmente en el interés y la autoeficacia a corto plazo. La dependencia de un docente facilitador específico también introduce una variable que puede influir en los resultados.

Trabajos Futuros: Las futuras líneas de investigación se centrarán en la escalabilidad del modelo a otras escuelas del estado de Sinaloa con diferentes contextos socioeconómicos. Se buscará realizar estudios longitudinales para medir el impacto a largo plazo del aula interactiva en el rendimiento académico y la elección de carrera de los estudiantes. Adicionalmente, se explorará la adaptación del modelo para otros grados de educación

básica y la integración de otras tecnologías emergentes, así como el desarrollo de instrumentos de evaluación estandarizados para el pensamiento construccionista en este contexto.

8. Referencias

- [1] X. Zaldivar-Colado, U. Zaldivar-Colado, C. Marmolejo-Rivas, R. Bernal-Guadiana, and J. Hernández-Payán, "LEARNING AND TECHNOLOGY IN VIRTUAL ENVIRONMENTS WITH A CONSTRUCTIONISM THEORY," in EDULEARN13 Proceedings, 2013, pp. 6248-6253.
- [2] L. P. Zavaleta Mejia, "Desarrollo del pensamiento computacional y espacial en educación infantil mediante la robótica educativa," Tesis de maestría, Dept. de Educación, Univ. de Barcelona, Barcelona, España, 2019. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/2445/155177>
- [3] L. Rößler, A. Lachner, K. P. C. L. Phillipson, M. W. H. Bstieler, and R. N., "'We are in a constructionist's paradise': A study of a 1:1 laptop mathematics classroom," *British Journal of Educational Technology*, vol. 51, no. 2, pp. 545–560, Mar. 2020, doi: 10.1111/bjet.12870.
- [4] P. C. Hsieh and P. H. Lee, "Bringing computational thinking to STEAM education through a constructionist learning environment," *Computers & Education*, vol. 175, p. 104238, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.compedu.2021.104238.
- [5] A. Garcia Elizondo, A. T. Ortiz Bautista, M. Pompa Mansilla, M. Gimeno, and R. Garcia-Arrazola, "Laboratorio Creador 3D: una propuesta para enseñar, aprender y disfrutar de ciencias químicas con impresión en tres dimensiones," *Educación Química*, vol. 34, no. 4, pp. 50-63, Oct. 2023, doi: 10.22201/fq.18708404e.2023.4.83705.
- [6] E. Sung and T. R. Kelley, "Effect of 3D printing technologies on students' spatial ability in K-12 engineering education: A meta-analysis," *Computers & Education*, vol. 113, pp. 209–226, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.compedu.2017.06.012.
- [7] M. T. Munira, P. K. Jamwal, B. Li, S. Carter, and S. Hussain, "Revolutionising engineering pedagogy: The role of 3D printing in modern engineering education," *Innovations in Education and Teaching International*, pp. 1–19, Abr. 2024, doi: 10.1080/14703297.2024.2346554.
- [8] J. Cachuput Gusñay, M. O. Suárez Ibijés, S. G. Salguero Gualpa, and E. M. Reyes Vallejo, "Estrategias pedagógicas basadas en el enfoque constructivista para mejorar la comprensión de las matemáticas," *Reincisol*, vol. 3, no. 6, pp. 4718–4742, Nov. 2024, doi: 10.59282/reincisol.V3(6)4718-4742.
- [9] Q. Cutts, S. Esper, M. Fecho, S. Foster, and Simon, "Does the format matter? Improving learning

- through testing in introductory programming,” *Computers & Education*, vol. 113, pp. 195–208, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.compedu.2017.06.008.
- [10] Z. Sun, K. Xie, and L. H. Anderman, “An exploration of online behaviour engagement and achievement in flipped classroom supported by learning management system,” *Computers & Education*, vol. 118, pp. 99–112, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2017.06.013.
- [11] S. Pell, K. Smeaton, and A. Tlili, “Our Story: A Co-designed Narrative-Based App for Children to Author and Share their Own Stories,” in *Proc. 17th ACM Conf. Interaction Design and Children (IDC '18)*, 2018, pp. 583–588, doi: 10.1145/3197391.3197401.
- [12] A. Unfried, M. Faber, D. Stanhope, and E. N. Wiebe, “The Development and Validation of a Measure of Student Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Math (S-STEM),” *J. Psychoeducational Assessment*, vol. 33, no. 7, pp. 622–639, Oct. 2015, doi: 10.1177/0734282915571160.