

Integración del diseño industrial y la impresión 3d en la enseñanza de las matemáticas como parte del aprendizaje activo en la educación superior

Integrating industrial design and 3d printing for active learning in higher education mathematics

Michell Paulina Restrepo Segura¹

Jessica Lorena Henao Ortiz²

Angélica María Guapacha³

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Resumen

Este estudio busca transformar la enseñanza de conceptos matemáticos abstractos en experiencias de aprendizaje para la vida académica y vida universitaria unadista, mediante la integración del diseño industrial y la tecnología de impresión 3D. El proceso se desarrolla a través de cuatro etapas metodológicas: enseñanza de conceptos, identificación de oportunidades para diseñar recursos didácticos, desarrollo de piezas impresas en 3D y evaluación preliminar de las herramientas didácticas, físicas y digitales de "Algebra Tiles". En este proceso se puede ver cómo se aplican piezas didácticas que facilitan la comprensión tangible de estructuras matemáticas complejas. Los resultados preliminares sugieren que el uso de modelos físicos, como los "Algebra Tiles", potencia las habilidades visoespaciales y cognitivas de los estudiantes, mejorando su aprendizaje de manera significativa.

Palabras clave: diseño industrial, educación matemática, impresión 3D, innovación didáctica.

Abstract

¹ Ingeniera mecánica, Mg. en Matemáticas. Docente UNAD, <https://orcid.org/0000-0002-4188-2674/> michell.restrepo@unad.edu.co

² Diseñadora industrial, Mg. en Educación y Entornos Virtuales de Aprendizaje. Docente UNAD, <https://orcid.org/0000-0003-2535-7623/> jessica.henao@unad.edu.co

³ Ingeniera física, Mg. en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Docente UNAD, <https://orcid.org/0000-0002-2648-9495/> angelica.guapacha@unad.edu.co

This study investigates aims to transform the teaching of abstract mathematical concepts into meaningful learning experiences for Academic Life and Unadista University Life by integrating industrial design and 3D printing technology. The process is developed through four methodological stages: concept teaching, identification of opportunities to design educational resources, development of 3D printed pieces, and preliminary evaluation of the "Algebra Tiles" educational tools, both physical and digital. This process demonstrates how educational pieces can facilitate tangible understanding of complex mathematical structures. Preliminary results suggest that using physical models, such as "Algebra Tiles," enhances students' visuospatial and cognitive skills, significantly improving their learning.

Keywords: Industrial design, mathematics education, 3D printing, didactic innovation.

1. Introducción

En el campo de la enseñanza de las matemáticas, uno de los principales desafíos es transformar los conceptos abstractos en experiencias de aprendizaje accesibles y significativas para los estudiantes. En este documento se propone un enfoque que integra el diseño industrial y la tecnología de impresión 3D como recursos para enriquecer la enseñanza de conceptos matemáticos. El desarrollo de piezas didácticas impresas en 3D busca complementar el proceso tradicional de enseñanza, facilitando el entendimiento tangible de estructuras matemáticas complejas. En esta experiencia, los estudiantes interactúan con modelos físicos, lo que potencia su comprensión al involucrar tanto habilidades visoespaciales como cognitivas en el proceso de aprendizaje. El proceso se desarrolla a través de cuatro etapas metodológicas: enseñanza de conceptos, identificación de oportunidades para diseñar recursos didácticos, desarrollo de piezas impresas en 3D y evaluación preliminar de las herramientas didácticas, físicas y digitales de "Algebra Tiles". A través de este enfoque, el estudio pretende aportar un modelo replicable y adaptable que integre la tecnología y el diseño en la educación matemática.

2. Metodología

La metodología del ejercicio presentado se desarrolló en cuatro momentos, que se describen a continuación:

2.1 Talleres de enseñanza de conceptos matemáticos

Entre 2018 y 2022, docentes de la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería (ECBTI) de la UNAD CIP Dosquebradas implementaron el taller de matemáticas "Matemáticas para todos", posteriormente renombrado como "Deja de odiar a Baldor". Este taller, dirigido a estudiantes de primera matrícula, empleó inicialmente juegos didácticos (laberintos, rompecabezas, gimkana) y GeoGebra para enseñar álgebra básica (operaciones algebraicas, resolución de ecuaciones). A partir de 2022, se incorporaron nuevas estrategias, como la representación visual de la factorización mediante figuras geométricas y el modelado del movimiento parabólico con Tracker y GeoGebra. Los resultados obtenidos en 2022 sugieren que la visualización de la factorización a través de áreas geométricas facilita el aprendizaje, superando la dificultad percibida con los métodos tradicionales basados en los casos de factorización.

2.2 Identificación de oportunidades para diseñar recursos didácticos

En el segundo momento, se realiza un análisis para reconocer las áreas en las que los estudiantes presentaban mayores dificultades o en las que los recursos tradicionales mostraban limitaciones, así como también se contemplan las preferencias presentadas por los estudiantes en los ejercicios anteriores. A partir de este análisis, se plantea la posibilidad de desarrollar recursos didácticos impresos en 3D buscando proporcionar una experiencia tangible, ya que como sugiere la investigación de Nolla *et al.* (2021) en la enseñanza de las matemáticas el uso de tecnología de impresión 3D puede potenciar las habilidades de visualización y razonamiento espacial, gracias a la manipulación de modelos tridimensionales que conecta de manera práctica varias áreas como el álgebra y la geometría (Segerman, 2016), y que a su vez, da la posibilidad de manipular los modelos creados una vez impresos.

2.3 Desarrollo y producción de piezas en impresión 3D

Partiendo de las necesidades identificadas y de las respuestas obtenidas a partir del ejercicio desarrollado con piezas en cartulinas de colores, se realizaron adaptaciones para la producción de modelos tridimensionales. Haciendo uso de software de modelado digital y tecnología de impresión 3D, se fabricó así la primera versión de los bloques "Algebra Tiles" que comprenden una colección de cuadrados y rectángulos, con sus respectivas áreas que simbolizan varios monomios algebraicos (Garzón & Bautista, 2018), estos bloques son útiles para explicar diferentes conceptos de la enseñanza matemática, tales como operaciones aritméticas, operaciones algebraicas, despeje de ecuaciones, multiplicación de binomios, factorización, entre otros.

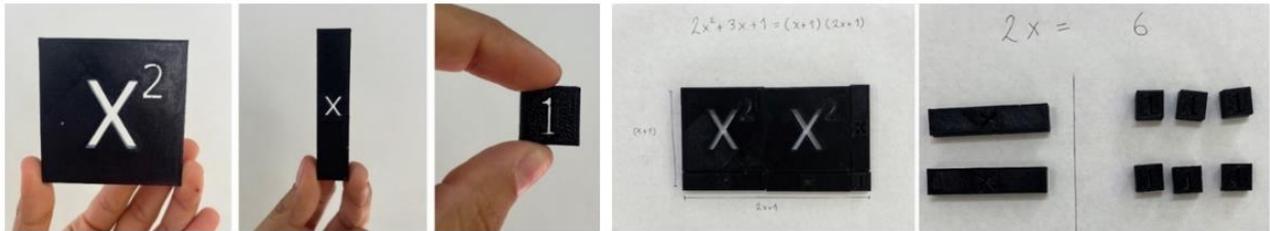


Figura 1. Piezas individuales impresas en 3D "Algebra Tiles".

Estos modelos fueron fabricados para representar conceptos matemáticos de manera tangible y facilitar una comprensión visual y espacial que, como se demuestra en la investigación desarrollada por Rúa *et al.* (2018) sirven como herramienta didáctica para la enseñanza de conceptos de ingeniería y diseño, siendo a su vez toda una experiencia didáctica que genera una tendencia de mejora en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Considerando lo anterior, se realiza también la fabricación de otro tipo de piezas representativas, con la finalidad de reconocer la aceptación que pueden llegar a tener los estudiantes frente a este tipo de proyectos, llevando así al desarrollo de modelos para la representación del teorema de Pitágoras y un modelo que represente las secciones cónicas (Figura 2).



Figura 2. Representación del teorema de Pitágoras y las secciones cónicas.

2.4 Evaluación preliminar de las herramientas didácticas

El encuentro presencial realizado en el 2023 (Figura 3), que constituyó la primera aplicación de la estrategia didáctica "Algebra Tiles", mostró resultados altamente satisfactorios. La encuesta de satisfacción del taller y los comentarios de los participantes fueron positivos.

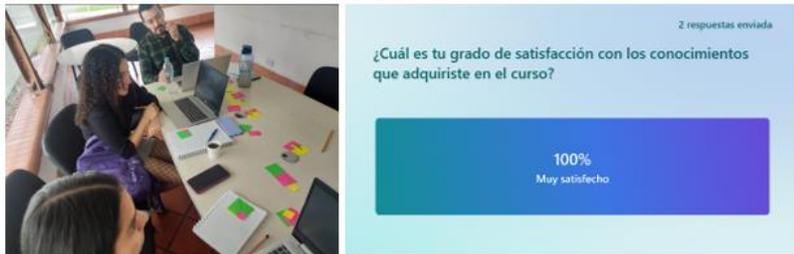


Figura 3. Taller “Deja de odiar a Baldor” del año 2023.

En el encuentro virtual realizado en el 2024, se empleó la herramienta digital "Algebra Tiles" (<https://mathsbot.com/manipulatives/tiles>) para la enseñanza de operaciones con expresiones algebraicas, resolución de ecuaciones y factorización (Figura 4). Los resultados indicaron una mayor comprensión por parte de los estudiantes en comparación con los métodos tradicionales. Sin embargo, se considera que la interacción directa con los bloques físicos, en un contexto presencial, potenciaría significativamente el proceso de aprendizaje.

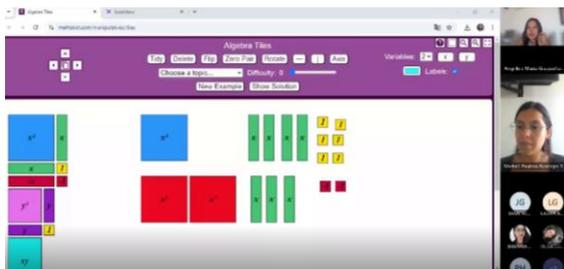


Figura 4. Taller virtual “Deja de odiar a Baldor” del año 2024.

De acuerdo con la literatura, las estrategias de enseñanza que utilizan elementos manipulativos pueden ser eficaces debido a la puesta en escena física. En otras palabras, la codificación y la posterior recuperación de la información objetivo pueden ocurrir a través de una codificación no verbal o un canal motor (Carbonneau, Marley, & Selig, 2013).

3. Discusión

Los hallazgos de esta investigación reflejan una mayor efectividad en la comprensión de conceptos matemáticos complejos cuando se emplean estrategias didácticas tangibles, en comparación con los métodos teóricos y digitales tradicionales. Partiendo desde la experiencia con los dos talleres, lo

recursos tridimensionales (fabricados en cartulina) generaron un aumento en la motivación y el compromiso de los estudiantes, quienes expresaron una preferencia por la modalidad de aprendizaje tangible en comparación con los métodos convencionales. El uso de la herramienta digital "Algebra Tiles" también mostró resultados positivos en la comprensión de conceptos matemáticos básicos, aunque sin alcanzar el mismo nivel de impacto que la manipulación física de los modelos impresos.

4. Conclusiones

Este estudio destaca el valor de las estrategias didácticas impresas en 3D como una herramienta innovadora y efectiva en la enseñanza de las matemáticas, ofreciendo un modelo replicable y adaptable que integre la tecnología y el diseño en futuros talleres de educación matemática.

La introducción de herramientas didácticas impresas en 3D no solo facilita la comprensión de conceptos abstractos sino también fomenta el interés y la participación de los estudiantes. Los resultados sugieren que el uso de recursos didácticos tridimensionales proporciona una ventaja significativa frente a los métodos tradicionales y digitales, especialmente en lo que respecta a la visualización espacial y la retención de conocimientos.

Este enfoque de enseñanza demuestra ser una herramienta prometedora que puede integrarse en currículos educativos para mejorar la calidad de la educación matemática y responder a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes de disciplinas técnicas y creativas. Además, de incentivar la vida académica y la vida universitaria unadista.

Referencias

- Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 380-400.
- Garzón, J., & Bautista, J. (2018). Virtual Algebra Tiles: A pedagogical tool to teach and learn algebra through geometry. *Journal of Computer Assisted Learning, 34*(6), 876-883.
- Nolla, Á., Benito, A., Madonna, C., Park, S., & Busatto, M. (2021). Impresión 3D como un recurso para desarrollar el potencial matemático. *Contextos Educativos. Revista de Educación, 28*, 87-102.
- Rúa, E. B., Jiménez, F., Gutiérrez, G. A., & Villamizar, N. I. (2018). Impresión 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de ingeniería y diseño. *Ingeniería, 23*(1), 70-83.

Segerman, H. (2016). *Visualizing Mathematics with 3D Printing*. Johns Hopkins University Press.