

Geometría digital: innovación en el aprendizaje con dibujo asistido por computadora

Digital Geometry: Innovation in Learning with Computer-Aided Drawing

DOI: 10.64325/0kmfw665

Francisco Rodolfo Trejo Nieto
CUT LAGUNA UNIVERSIDAD

fco_trejon@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-8026-1140>

Eduardo Antonio Vázquez Aldaco
CUT LAGUNA UNIVERSIDAD

vazquezaldaco@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-1753-3662>

Verónica Martínez Villafuerte
CUT LAGUNA UNIVERSIDAD

vmvillafuerte@outlook.com, <https://orcid.org/0009-0007-9094-0109>

Como citar: Trejo Nieto, F. R., Vázquez Aldaco, E. A., & Martínez Villafuerte, V. (2026). Geometría digital: innovación en el aprendizaje con dibujo asistido por computadora. In M. Chacón Castro (Ed.), *Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas*. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/0kmfw665>



Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).

Resumen

Este artículo muestra la aplicación de una innovación didáctica en la materia de Dibuja piezas mecánicas asistido por computadora (CAD) contenida en el bachillerato tecnológico de Educación Media Superior (EMS), en la carrera de Electromecánica. El fin de esta innovación fue la de reforzar la comprensión geométrica y el razonamiento espacial apoyado por proyectos prácticos y colaborativos, aplicados en un software de diseño digital. Se aplicó un diseño cualitativo-descriptivo con una muestra no probabilística de estudiantes de quinto semestre, quienes ya tienen un antecedente en dibujo técnico y matemáticas aplicadas. La aplicación fue desde el diseño de figuras y proyecciones básicas hasta piezas electromecánicas más complejas, incluyendo documentos técnicos e interpretación de resultados. En la evaluación, se aplicaron rúbricas y listas de cotejo, para obtener un mejor dominio de conceptos, resolución de problemas, creatividad y trabajo en equipo. Los resultados muestran mejoras en los cuatro criterios, además se generó una mayor motivación y confianza para aplicar lo aprendido en un diseño real. Se concluye que el avance va de lo simple a lo complejo, con el apoyo de un software accesible, esto contribuyó al aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias transversales. Asimismo, se usaron elementos de la metodología de resolución de problemas de Pólya, como guiar al estudiante en la interacción del problema, la planificación de la solución, la ejecución y la verificación de resultados, esto fortaleció la crítica autónoma de los alumnos.

Palabras clave: innovación educativa, resolución de problemas, CAD, electromecánica, educación media superior.

Abstract

Abstract. This article presents the application of a didactic innovation in the subject of Computer-Aided Design (CAD) for Mechanical Parts, part of the Technological Baccalaureate program in Electromechanical Engineering. The aim of this innovation was to reinforce geometric understanding and spatial reasoning through practical and collaborative projects using digital design software. A qualitative-descriptive design was employed with a non-probabilistic sample of fifth-semester students with prior experience in technical drawing and applied mathematics. The application ranged from the design of basic figures and projections to more complex electromechanical parts, including technical documentation and interpretation of results. Rubrics and checklists were used for evaluation to assess students' mastery of concepts, problem-solving skills, creativity, and teamwork. The results show improvements in all four criteria and also generated greater motivation and confidence to apply what they had learned to real-world designs. It is concluded that the progression from simple to complex, supported by accessible software, contributed to meaningful learning and the development of transversal skills. Furthermore, elements of Pólya's problem-solving methodology were used, such as guiding students through problem interaction, solution planning, implementation, and results verification, which strengthened students' independent critical thinking.

Keywords: educational innovations, problem solving, CAD, electromechanics, upper secondary education.

Introducción

El uso de la geometría es una parte importante en la formación de las matemáticas en la Educación Media Superior (EMS), ya que en las carreras técnicas es donde se requiere conocimiento, precisión, razonamiento del espacio y la capacidad de interpretar de planos. En la especialidad de Electromecánica, la geometría resulta esencial para diseñar y ensamblar piezas con exactitud. Y cuando esta es limitada y solo se aplican procedimientos básicos y sin contextualización, los estudiantes muestran desinterés y dificultades para aplicar los contenidos a situaciones reales de

su campo formativo (García & López, 2020).

Es por esto, que se han hecho estudios para proponer estrategias didácticas en las que se aplican metodologías activas y recursos de forma digital para poder interactuar y contextualizar en los aprendizajes. Como por ejemplo el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) esto para que trabajen de forma autónoma y construyan en gran medida a la solución a problemas (Prince & Felder, 2006), esto porque al realizar un trabajo en equipo fortalece la participación y lleva a una estimulación de las habilidades interpersonales (Johnson & Johnson, 2009). Y al utilizar un software de diseño asistido por computadora (CAD) ayuda a tener una representación de manera más exacta las geometrías y esto ayuda a la experimentación en entornos virtuales seguros (Salmerón, Rodríguez & Gutiérrez, 2021), y esto favorece al desarrollo de competencias que se pueden aplicar en la Industria 4.0 (Voronkova et al., 2023).

A pesar de estos logros, aún existe la necesidad de generar estrategias más sistematizadas para aplicar la geometría y así desarrollar un pensamiento lógico y fortalecer la resolución de problemas mediante el uso de herramientas digitales. Es por ello que la metodología de resolución de problemas de Pólya es una alternativa para desarrollar en los alumnos un razonamiento más específico acerca de la geometría a través de sus cuatro fases: comprensión, planificación, ejecución y verificación. Para así obtener una estrategia didáctica con el uso de esta la metodología y apoyada con el uso de un software de CAD, esto con el fin de fortalecer el aprendizaje significativo de la geometría en los estudiantes de la especialidad de Electromecánica de la Educación Media Superior.

Metodología.

Este artículo se basó en un enfoque cualitativo, con un diseño descriptivo con una muestra no probabilística por conveniencia, integrada por alumnos de quinto semestre de la especialidad de Electromecánica, con el fin de describir como los estudiantes aplican los conceptos de geometría en el desarrollo de proyectos de dibujo asistido por computadora, esto a través de su experiencia formativa.

Cabe mencionar que este diseño cualitativo–descriptivo se justifica porque permite comprender y describir las prácticas de los estudiantes a partir de los significados que ellos atribuyen a sus experiencias en contextos reales, sin manipulación de variables (Taylor y Bogdan, 2021). Este enfoque resulta pertinente para analizar cómo aplican los conceptos de geometría en el desarrollo de proyectos de dibujo asistido por computadora.

La población estuvo conformada por 33 estudiantes pertenecientes al Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 97, institución pública federal de nivel medio superior perteneciente a la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI), y adscrita a la Subsecretaría de Educación Media Superior de la Secretaría de Educación Pública. La muestra fue intencional, seleccionada por conveniencia, e integrada por 33 estudiantes de quinto semestre, de los cuales 24.24 % son mujeres y 75.76 % hombres, con edades entre 16 y 18 años. Cabe señalar que la confidencialidad de los estudiantes participantes, se obtuvo de forma verbal, así como el consentimiento informado del grupo, esto con fines académicos y de investigación.

Esta investigación, se llevó a cabo en un entorno educativo con acceso a tecnología computacional limitada, por lo que se emplearon diversos recursos y materiales, tales como: uso de aula, taller, hojas milimétricas, estuche de geometría y equipo de cómputo como elementos de recopilación de datos y esto ayudó a obtener una mejor triangulación de la información y análisis.

El diseño metodológico se basó en la investigación-acción de (Kemmis y McTaggart 1988), con fases de planificación, acción, observación y reflexión. En el diagnóstico inicial se aplicó un cuestionario para identificar conocimientos previos y experiencia en CAD. En la implementación, los estudiantes trabajaron en equipos de tres o cuatro integrantes en proyectos progresivos: desde figuras básicas hasta piezas electromecánicas como soportes, poleas y ejes.

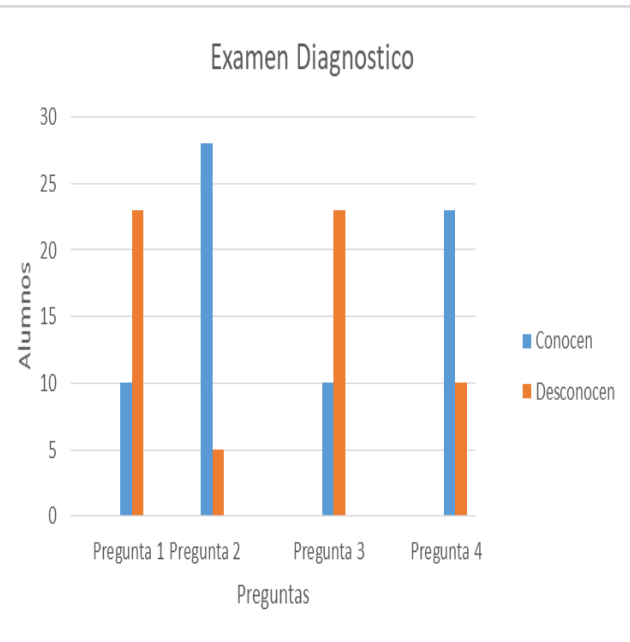
La estrategia se enriqueció con la metodología de Pólya, guiando a los equipos a identificar el problema de diseño (comprender), estructurar la secuencia de operaciones en CAD (planear), ejecutar el modelado (resolver) y finalmente verificar dimensiones y funcionalidad (comprobar). Los productos incluyeron capturas de pantalla de los diseños, listas de cotejo y reportes técnicos y entrevistas cortas. La evaluación se apoyó en rúbricas sobre precisión geométrica, creatividad, resolución de problemas y colaboración.

Resultados y Discusión.

Este estudio se realizó en el marco del módulo de Geometría Aplicada en la carrera de Electromecánica del CBTis No. 97. A lo largo del semestre se implementaron diversas actividades enfocadas en fortalecer la comprensión de los conceptos geométricos mediante el uso del dibujo asistido por computadora (CAD), con el propósito de favorecer la visualización espacial y la aplicación práctica del conocimiento matemático en el ámbito técnico.

Fase 1. Diagnostico.

En esta fase de diagnóstico se aplicó un pequeño examen diagnóstico de 4 preguntas abiertas para identificar conocimientos previos sobre el sistema CAD y la geometría. Los resultados revelaron que, aunque los estudiantes tenían nociones geométricas, no todos conocían los softwares de diseño y su aplicación, después de un análisis estadístico solo un 30 % sabía lo que era software CAD previamente.



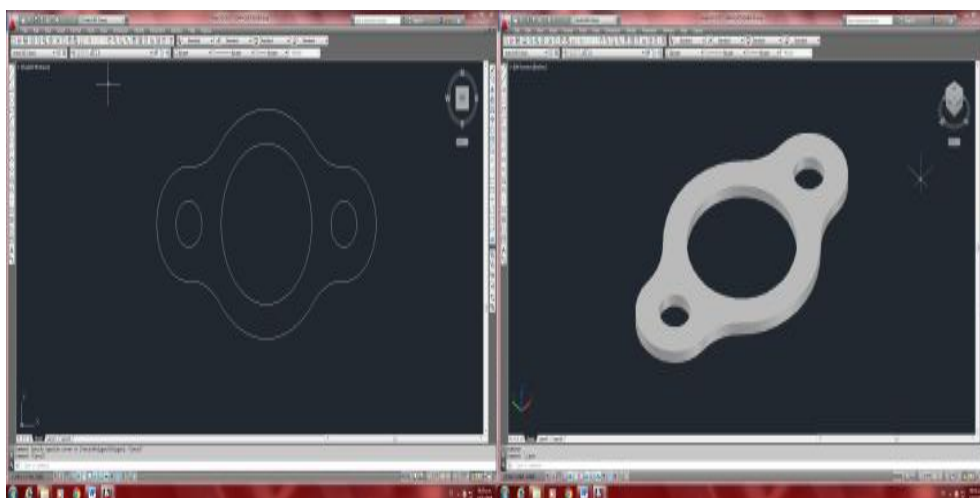
Fase 2. Implementación.

Durante la implementación, en esta fase se llevaron a cabo proyectos prácticos desde lo básico a lo complejo de la geometría, es así que los estudiantes elaboraron diseños desde lo básico hasta una mayor complejidad. La incorporación de la metodología de Pólya permitió que los equipos siguieran un proceso más ordenado y reflexivo: primero describían el problema de diseño, luego planificaban el uso de comandos CAD, ejecutaban el modelado y finalmente revisaban medidas y proporciones, esto con el fin de llevarlo a la práctica en pc y utilizar un software de CAD.

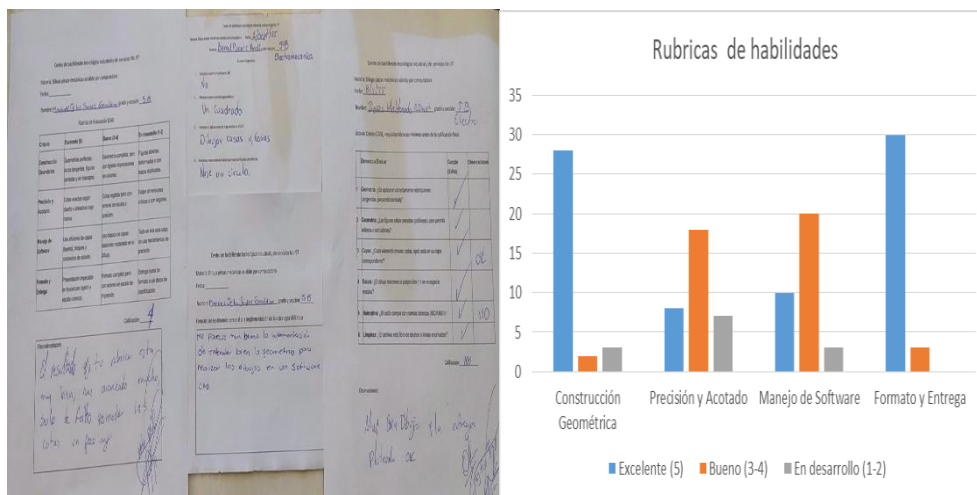


Fase 3. Resultados

Los resultados mostraron avances notables en el dominio conceptual y en la resolución de problemas. Los errores iniciales en proporciones disminuyeron gracias a la verificación sistemática, y también emergió creatividad en propuestas de diseños alternativos, como poleas con variaciones de diámetro o soportes con refuerzos adicionales, además de consolidarse la colaboración mediante roles definidos de diseñador, verificador y documentador.



Finalmente, los testimonios de los estudiantes subrayan que el software CAD les permitió visualizar mejor la geometría, relacionarla con situaciones reales y ganar seguridad en su formación técnica. Estos hallazgos coinciden con investigaciones que resaltan el valor del CAD en el desarrollo de competencias matemáticas y técnicas (Salmerón et al., 2021; Chacón-Castro et al., 2023).



Conclusiones

El uso de la geometría en el dibujo asistido por computadora (CAD) ayudo a obtener y alcanzar los objetivos generales de la materia para así fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, gracias al uso de actividades que relacionan la teoría con la práctica. Aunado a esto se lograron alcanzar los objetivos específicos de la materia y se desarrolló en los alumnos un pensamiento más crítico, y una autonomía que pueden aplicar en entornos reales, esto con la ayuda de la metodología de Pólya en los procesos de diseño. Esto apoya y fortalece la práctica docente, así como la de alcanzar el desarrollo de competencias específicas en la formación técnica.

Su importancia está ayudar el fortalecimiento del aprendizaje significativo y así preparar a los estudiantes para enfrentar los retos de la Industria 4.0, al utilizar herramientas digitales para desarrollar en ellos un razonamiento matemático. Como apoyo para futuras etapas, y así llevar esta estrategia hacia nuevos proyectos interdisciplinarios para integrar simulaciones, ensamblajes y componentes automatizados, para fortalecer la formación innovadora e integral de los estudiantes en el ámbito tecnológico. El estudio aplicado en el CBTis No. 97 dio muestra que la aplicación de la geometría con el uso de software CAD fortaleció en gran medida a la enseñanza en la formación técnica.

Esta unión entre teoría, práctica y tecnología impulsa el aprendizaje, la innovación y prepara a los estudiantes para hacer frente a los nuevos retos de la Industria 4.0.

Referencias

- Chacón-Castro, M., Buele, J., López-Rueda, A. D., & Jadán-Guerrero, J. (2023). Pólya's methodology for strengthening problem-solving skills in differential equations: A case study in Colombia. *Computers*, 12(11), 239. <https://doi.org/10.3390/computers12110239>
- García, M., & López, J. (2020). Estrategias para la enseñanza de la geometría en educación media superior. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 23(2), 45–60.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365–379. <https://doi.org/10.3102/0013189X09339057>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner*. Deakin University.
- Salmerón, L., Rodríguez, A., & Gutiérrez, R. (2021). Uso de software CAD en la formación de competencias espaciales en educación técnica. *Educación XX1*, 24(2), 177–198. <https://doi.org/10.5944/educxx1.28561>
- Voronkova, O., Kovalenko, K., & Petrova, S. (2023). Digital learning environments and Industry 4.0 competencies in technical education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 1–17.