



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,
Volumen 10, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS MEDIANTE CONSTRUCCIONES GEOMÉTRICAS EN EL CÍRCULO UNITARIO

**METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR TEACHING TRIGONOMETRIC
FUNCTIONS THROUGH GEOMETRIC CONSTRUCTIONS ON THE
UNIT CIRCLE**

Yereini Surisadai Segura Pinzón

Universidad de Panamá

Iselgis De Diego Vásquez

Universidad de Panamá

Daniel Sánchez Díaz

Universidad de Panamá

Edilma Judith Díaz Bonilla

Universidad de Panamá

Propuesta metodológica para la enseñanza de las funciones trigonométricas mediante construcciones geométricas en el círculo unitario

Yereini Surisadai Segura Pinzón¹

yereini.segura@up.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0003-3923-9462>

Universidad de Panamá

Panamá

Iselgis De Diego Vásquez

iselgis.dediego@up.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0001-9651-7324>

Universidad de Panamá

Panamá

Daniel Sánchez Díaz

daniel-a.sanchez@up.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0008-4326-5734>

Universidad de Panamá

Panamá

Edilma Judith Díaz Bonilla

edilma.diaz@up.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0003-3949-9462>

Universidad de Panamá

Panamá

RESUMEN

La enseñanza tradicional de la trigonometría en la educación media continúa presentando dificultades profundas relacionadas con la comprensión conceptual de las funciones seno, coseno y tangente. En respuesta a esta problemática, el presente estudio propone y evalúa una metodología didáctica basada en construcciones geométricas con regla y compás en el círculo unitario, orientada a fortalecer la visualización, el razonamiento espacial y la interpretación funcional de dichas razones trigonométricas. La intervención se desarrolló con 17 estudiantes de undécimo grado del Colegio Monseñor Francisco Beckmann (Panamá) durante el tercer trimestre de 2024, bajo un enfoque mixto y un diseño cuasiexperimental de pretest–posttest sin grupo de control. Los instrumentos utilizados incluyeron pruebas diagnósticas y finales, análisis de producciones geométricas y una encuesta de percepción. La confiabilidad del instrumento principal fue satisfactoria ($\alpha = 0.76$). La prueba de Wilcoxon evidenció diferencias significativas entre los resultados del pretest y posttest ($p = 0.003$), lo que indica mejoras sustanciales en la precisión gráfica, la argumentación geométrica y la comprensión funcional. Los resultados sugieren que las construcciones geométricas constituyen un recurso didáctico pertinente y eficaz para la enseñanza de la trigonometría en la educación media.

Palabras clave: funciones trigonométricas; círculo unitario; construcción geométrica; visualización; enseñanza de la matemática.

¹ Autor principal

Correspondencia: yereini.segura@up.ac.pa

Methodological proposal for teaching trigonometric functions through geometric constructions on the unit circle

ABSTRACT

This paper presents a methodological proposal for teaching trigonometric functions based on geometric constructions with straightedge and compass on the unit circle, implemented with eleventh-grade students at Colegio Monseñor Francisco Beckmann (Panama). An intentional sample of 17 science-track students participated during the third term of the 2024 school year. The study followed a mixed-methods approach and a quasi-experimental pretest-posttest design without a control group. A diagnostic test, a final test structured in sections (basic concepts, function computation, geometric applications and unit-circle interpretation), the analysis of written and graphical productions, and a perception survey were used as instruments. Internal consistency of the main test was estimated using Cronbach's alpha ($\alpha = 0.76$). Statistical analysis with the Wilcoxon test revealed significant differences between pretest and posttest scores ($p = 0.003$), showing clear improvements in student's understanding of sine, cosine and tangent and their geometric interpretation. Students reported positive perceptions of the methodology. The findings suggest that geometric constructions on the unit circle enhance visualization, spatial reasoning and functional understanding of trigonometric functions in secondary education.

Keywords: trigonometric functions; unit circle; geometric construction; visualization; mathematics education.

*Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

La trigonometría constituye un eje fundamental en el currículo de matemáticas de la educación media, no solo por su aplicación directa en la geometría y la física, sino también por su rol estructural en la transición hacia el cálculo, la modelización y el pensamiento funcional. Sin embargo, numerosos estudios coinciden en que su aprendizaje suele presentar dificultades persistentes asociadas a la comprensión limitada de conceptos esenciales como la periodicidad, el cambio de signos en los cuadrantes, la relación entre representaciones y la naturaleza funcional de seno, coseno y tangente.

En el contexto latinoamericano y específicamente en Panamá predomina un enfoque centrado en el triángulo rectángulo y en el uso mecánico de tablas y calculadoras. Este abordaje restringe las posibilidades de razonamiento geométrico y conduce a aprendizajes fragmentados basados en procedimientos memorísticos que no permiten comprender la estructura profunda de las funciones trigonométricas. De este modo, la introducción tardía o superficial del círculo unitario limita la articulación entre geometría, álgebra y gráfica, dejando de lado un recurso que permite integrar dichas representaciones de forma significativa.

El círculo unitario opera como una herramienta conceptual privilegiada, ya que permite reinterpretar las funciones trigonométricas como coordenadas y proyecciones de puntos en movimiento angular. Esta perspectiva posee un alto potencial visual y cognitivo, pues hace posible observar la dinámica del signo, la periodicidad, las simetrías y la relación entre las definiciones geométrica y funcional. No obstante, su aprovechamiento pedagógico requiere estrategias que coloquen al estudiante en interacción activa con las representaciones.

En ese sentido, las construcciones geométricas con regla y compás constituyen un recurso didáctico que promueve la exploración, la conjetura y la argumentación. Mediante la construcción física de circunferencias, radios, ángulos y segmentos asociados a seno, coseno y tangente, el estudiante desarrolla una comprensión más intuitiva y profunda de las funciones, reforzando la conexión entre lo geométrico, lo numérico y lo algebraico.

El propósito de esta investigación fue evaluar el impacto de una propuesta metodológica centrada en construcciones geométricas en el círculo unitario para potenciar la comprensión de las funciones trigonométricas en estudiantes de undécimo grado de un centro educativo oficial de Panamá. Para ello,



se implementó una secuencia didáctica estructurada y se analizaron los avances conceptuales y procedimentales a partir de un pretest y un postest, complementados con análisis cualitativos de producciones y percepciones estudiantiles.

METODOLOGÍA

El estudio adoptó un enfoque mixto, integrando técnicas cuantitativas y cualitativas con el fin de obtener una caracterización amplia del impacto de la intervención. Desde el componente cuantitativo, se utilizó un diseño cuasiexperimental de pretest–postest sin grupo de control, adecuado para contextos escolares donde la asignación aleatoria de grupos no es viable. Este diseño permitió identificar cambios significativos en el desempeño de los estudiantes atribuibles a la secuencia didáctica aplicada.

La población correspondió a estudiantes de undécimo grado del Colegio Monseñor Francisco Beckmann. La muestra estuvo compuesta por 17 estudiantes del bachillerato en ciencias, seleccionados mediante muestreo intencional. La intervención se desarrolló durante seis sesiones de clase de 35 minutos cada una, en el tercer trimestre de 2024.

Los instrumentos de recolección de datos fueron cuatro:

- Pretest, orientado a diagnosticar la comprensión inicial sobre conceptos y procedimientos trigonométricos y su relación con el círculo unitario.
- Postest, diseñado con la misma estructura del pretest para evaluar avances.
- Análisis de producciones geométricas, que permitió examinar precisión gráfica, argumentación y uso del círculo unitario.
- Encuesta de percepción, para identificar niveles de valoración y comprensión subjetiva de la experiencia.

La confiabilidad del instrumento principal se estableció mediante el alfa de Cronbach ($\alpha = 0.76$), considerado adecuado para estudios en educación matemática. El análisis estadístico consistió en la aplicación de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas, mientras que el análisis cualitativo se basó en categorización de errores, patrones de mejora y apreciaciones estudiantiles.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los resultados cuantitativos evidenciaron mejoras estadísticamente significativas en la comprensión de las funciones trigonométricas tras la implementación de la propuesta. El incremento de los puntajes en



el posttest, junto con el valor $p = 0.003$ obtenido mediante la prueba de Wilcoxon, demostró un avance real en el dominio conceptual y procedimental, especialmente en áreas vinculadas al reconocimiento de signos, la interpretación geométrica y la relación entre ángulo y coordenadas en el círculo unitario.

A nivel cualitativo, las producciones gráficas mostraron una evolución notable. Al inicio, predominaban errores en la ubicación de ángulos, la representación de segmentos asociados a seno y coseno y la identificación de cuadrantes. Posteriormente, las construcciones adquirieron mayor precisión, acompañadas de explicaciones más fundamentadas en propiedades geométricas como simetrías y correspondencias entre cuadrantes.

La discusión con la literatura especializada confirma que el uso de representaciones visuales y de herramientas manipulativas favorece la superación de obstáculos conceptuales propios de la trigonometría escolar. Este estudio coincide con investigaciones previas que destacan la eficacia de enfoques activos y visuales para fortalecer la comprensión funcional, al tiempo que aporta evidencia empírica contextualizada en el entorno panameño.

Asimismo, la percepción estudiantil fue ampliamente favorable. Los estudiantes señalaron que las construcciones con regla y compás les permitieron comprender con mayor claridad la naturaleza de las funciones trigonométricas y visualizar relaciones que antes percibían como abstractas. Este componente afectivo y motivacional constituye un elemento clave para avanzar hacia prácticas pedagógicas más significativas.

CONCLUSIONES

La propuesta metodológica basada en construcciones geométricas en el círculo unitario demostró ser una alternativa didáctica eficaz para la enseñanza de las funciones trigonométricas en educación media. Los análisis cuantitativos y cualitativos corroboran que los estudiantes desarrollaron una comprensión más sólida y profunda de las funciones seno, coseno y tangente, reforzando habilidades de visualización, interpretación y argumentación geométrica.

Además, la intervención mostró un efecto positivo en la actitud hacia la matemática, aspecto de gran relevancia para promover aprendizajes duraderos. Se recomienda replicar y ampliar esta propuesta en otros contextos educativos, y explorar su integración con tecnologías como software de geometría dinámica para potenciar su impacto.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. **Adhikari, T. N.** (2021). Difficulties of Grade X students in learning trigonometry. *Saptagandaki Journal*, 12(1), 69–82. <https://doi.org/10.3126/sj.v12i1.39243>
2. **Adhikari, T. N., & Bhattarai, T.** (2021). Difficulties in learning trigonometry and their relation to classroom practices. *International Journal of Research in Education and Science*, 7(4), 1123–1142.
3. **Aray, C., Guerrero, Y., Montenegro, L., & Navarrete, S.** (2020). La superficialidad en la enseñanza de la trigonometría en el bachillerato y su incidencia en el aprendizaje del cálculo en el nivel universitario.
4. **Arhin, J., & Hokor, R.** (2021). Analysis of high school students' errors in solving trigonometry problems. *Journal of Mathematics and Science Teacher*, 1(1), 1–16
5. **Brousseau, G.** (2002). *Theory of didactical situations in mathematics*. Kluwer Academic.
6. **Clemente, Á. D.** (2015). Funciones trigonométricas en triángulos rectángulos y sus aplicaciones para la vida.
7. **Core & Dynamic Geometry Group.** (2019). *Teaching trigonometry with dynamic geometry*. University of Ottawa. <https://core.ac.uk/download/326275610.pdf>
8. **Demir, Ö., & Heck, A.** (2011). A new learning trajectory for trigonometric functions. En M. Pytlak, T. Rowland, & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of CERME 7* (pp. 660–669). European Society for Research in Mathematics Education.
9. **Demir, Ö., & Heck, A.** (2013). Designing tasks for connecting triangle trigonometry, the unit circle and graphs of trigonometric functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(7), 1041–1055.
10. **Dhungana, S.** (2023). Students' experience in learning trigonometry in high school. *Mathematics Teaching Research Journal*, 15(4), 185–206.
11. **Dhungana, S., & Adhikari, T. N.** (2023). Exploring students' beliefs and anxiety in learning trigonometry. *Mathematics Teaching Research Journal*, 15(3), 155–174.
12. **Díaz Bustamante, F.** (2022). Interpretación conceptual de las funciones trigonométricas a través de GeoGebra.



13. **Escalante Godoy, D. O.** (2018). El uso comprensivo de las razones trigonométricas en el planteamiento y resolución de problemas.
14. **Orhun, N.** (2004). Student's mistakes and misconceptions on teaching of trigonometry. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty*, 24(1), 135–146.
15. **Orhani, S.** (2024). Addressing students' challenges in acquiring trigonometric function concepts: A didactic approach to education for sustainable development. *Journal of Education for Sustainable Development Studies*, 2(1), 1–19.
16. **Owusu, E.** (2025). Students' academic struggles in solving trigonometry problems in senior high schools. *Cogent Education*, 12(1), 2563166. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2563166>
17. **Pérez-Díaz, H. M.** (2020). Las funciones trigonométricas y sus aplicaciones con-ciencia.
18. **Rosjanuardi, R., Noto, M. S., & Hidayat, R.** (2020). Didactical design on drawing and analysing trigonometric functions graph through a unit circle. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2), em0589.
19. **Tapia Alvarado, D., & Morocho Morocho, J.** (2023). Funciones trigonométricas: el impacto del trabajo de campo como estrategia didáctica en el aprendizaje de la trigonometría.
20. **Tello, T.** (2021). Estrategias para la enseñanza virtual del contenido de razones trigonométricas para estudiantes de décimo grado del IPT El Silencio.

