REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA

ISSN: 1815-0640
Número 73. Abril 2025
Páginas 01-13

Tareas de una trayectoria hipotética de aprendizaje para la construcción de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones

Teresa Castro Castro

Fecha de recepción: 29-10-2024
Fecha de aceptación: 28-04-2025

Resumen	En esta investigación, se describen las tareas de una trayectoria hipotética de aprendizaje (THA) sobre la construcción de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones en el nivel universitario, luego de un segundo ciclo de enseñanza. Consideramos como fundamento teórico la heurística de diseño de los modelos emergentes (Gravemeijer, 1999). Como metodología usamos la investigación basada en el diseño. Los resultados del segundo ciclo de enseñanza proporcionan evidencias de que estas tareas contribuyeron a que nuestros estudiantes progresaran del *modelo-de* conjunto solución de ecuaciones trigonométricas con soluciones finitas en intervalos acotados hacia el *modelo-para* conjunto solución de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones. **Palabras clave**: trayectoria hipotética de aprendizaje; ecuaciones trigonométricas; educación superior; trigonometría; modelos emergentes.
Abstract	In this research, we will describe the tasks of a hypothetical learning trajectory (HLT) on the construction of trigonometric equations with infinite solutions at the university level, following a second teaching cycle. We consider the design heuristic of emergent models (Gravemeijer, 1999) as our theoretical foundation. As a methodology, we use design-based research. The results from the second teaching cycle provide evidence that these tasks helped our students progress from the *model-of* solution set for trigonometric equations with finite solutions in bounded intervals to the *model-for* solution set for trigonometric equations with infinite solutions. **Keywords**: Hypothetical Learning Trajectory; Trigonometric Equations; Higher Education; Trigonometry; Emerging Models.
Resumo	Nesta pesquisa, descreveremos as tarefas de uma trajetória hipotética de aprendizagem (THA) sobre a construção de equações trigonométricas com infinitas soluções no nível universitário, após um segundo ciclo de ensino. Consideramos como fundamento teórico a heurística de desenho dos modelos emergentes (Gravemeijer, 1999).

Como metodologia, usamos a pesquisa baseada em desenho. Os resultados do segundo ciclo de ensino fornecem evidências de que essas tarefas contribuíram para que nossos estudantes progredissem do *modelo-de* conjunto solução de equações trigonométricas com soluções finitas em intervalos limitados para o *modelo-para* conjunto solução de equações trigonométricas com infinitas soluções.
Palavras-chave: Trajetória Hipotética de Aprendizagem; Equações Trigonométricas; Educação Superior; Trigonometria; Modelos Emergentes

1. Introducción

La importancia de la trigonometría en la educación matemática radica en sus múltiples aplicaciones, ya sea en la tecnología, en la ciencia, la ingeniería y en la resolución de problemas reales (Andrade et al., 2020).

Andrade et.al. (2020) indican que integrar la trigonometría en el plan de estudios en educación superior de matemáticas es esencial para preparar a los estudiantes de carreras en campos como la navegación, la física, la topografía y la ingeniería, donde el conocimiento de las funciones trigonométricas es indispensable.

Por otra parte, Brito y Morey (2004) afirman que la trigonometría se convierte en un desafío tanto para los estudiantes de diversas disciplinas incluyendo la ingeniería, que es donde desarrollaremos nuestro estudio. Por ello, se han realizado variados estudios que exploran diversas estrategias de enseñanza para abordar esta dificultad. Estos estudios han empleado multiples enfoques pedagógicos para mejorar la comprensión y dominio de la trigonometría por parte de los alumnos.

En los últimos años en educación matemática, se han desarrollado estudios exitosos que utilizan una trayectoria hipotética de aprendizaje (THA) Simon (1995) y la heurística de los modelos emergentes (Gravemeijer, 1999) en el nivel universitario.

Por ejemplo, Cárcamo et al. (2021) emplearon una THA para el caso del Álgebra lineal, centrándose específicamente en el conjunto generador y el espacio generado. Trigueros y Possani (2013) investigaron la enseñanza de los conceptos de combinación lineal e independencia lineal dentro del contexto del Álgebra Lineal. En cuanto a la trigonometría, Weber (2005) y Demir y Heck (2013) exploraron el aprendizaje de las funciones trigonométricas.

La THA según Simon (1995) tiene tres componentes: el objetivo de aprendizaje, las tareas de aprendizaje y el proceso de aprendizaje hipotético. En este estudio nos centraremos en la construcción de las tareas de aprendizaje para un segundo ciclo de enseñanza.

Dado que no hemos encontrado investigaciones previas sobre el diseño y uso de una THA, y el uso de la heurística de los modelos emergentes, enfocada en ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones en el ámbito de la Educación Matemática universitaria, nuestro objetivo, es crear y evaluar las tareas de una THA específica para este tipo de ecuaciones.

Nuestra meta es mejorar la enseñanza de la Geometría en la educación universitaria mediante una THA que sea una herramienta efectiva para abordar este contenido matemático. Además, buscamos profundizar en la comprensión de cómo los estudiantes desarrollan su conocimiento matemático a través de la implementación de esta THA.

2. Metodología

Considerando que el objetivo general de esta investigación es el diseño y evaluación de una THA, optamos por utilizar la metodología de investigación basada en el diseño (IBD). Esta elección se basa en que la IBD tiene como uno de sus objetivos principales, estudiar las posibilidades de mejora en la educación a través de la creación y la indagación de nuevas formas de aprendizaje (Gravemeijer & van Eerde, 2009).

En la IBD, Cobb y Gravemeijer (2008) distinguen tres fases: preparación y diseño, experimento de enseñanza y análisis retrospectivo. A continuación describimos cómo se implementaron estas fases en nuestra investigación.

2.1 Fase 1: Preparación y diseño

Para la preparación y el diseño de la THA, consideramos los pasos propuestos para el diseño de una THA preliminar (Cárcamo y Fuentealba, 2023). Primero, elegimos el marco teórico, la heurística de los modelos emergentes (Gravemeijer, 1999), la cual nos permitió estructurar las cuatro tareas de aprendizaje en los cuatro niveles de actividad: situacional, referencial, general y formal. Luego, elegimos el objetivo de aprendizaje de nuestra THA, que es que los estudiantes de primer año de ingeniería adquieran la capacidad de resolver ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones.

Asimismo, revisamos estudios previos sobre la enseñanza y el aprendizaje del concepto matemático de interés, ecuaciones trigonométricas (Hall et al., 1981; Gelfand y Saul, 2012) y textos de estudio presentes en la bibliografía del programa de la asignatura donde se realizó nuestro estudio (Swokowski, 1996; Larson y Hostetler, 2008) en donde aparece el contenido de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones. Además, consideramos el programa del curso de Geometría para Ingeniería donde se desarrolló este estudio.

Con esta información, se realizó un análisis de contenido sobre la relación del concepto de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones con otros conceptos matemáticos. Esto nos sirve para tener una visión general del concepto matemático de interés de nuestra THA.

2.2 Fase 2: Experimento de enseñanza

Los participantes de nuestro experimento de enseñanza fueron 15 estudiantes de primer año de ingeniería que cursaban la asignatura de Geometría para Ingeniería (entre 17-19 años de edad). Ellos habían estudiado previamente los tópicos asociados a trigonometría tales como: ángulos y sus mediciones, ángulo en posición normal, función circular, definiciones de las funciones seno y coseno, definiciones de otras funciones trigonométricas, propiedades de las funciones trigonométricas, relaciones trigonométricas en el triángulo rectángulo, definición de identidad trigonométrica, identidades básicas, suma de ángulos, ángulos dobles, ángulos medios y ecuaciones trigonométricas en intervalos acotados. Estos 15 estudiantes resolvieron las tareas de aprendizaje de la THA de forma escrita e individual, en cuatro sesiones de una hora, en estas sesiones, el rol del docente fue actuar de guía, en el caso que los estudiantes preguntaran sobre los enunciados de las tareas de aprendizaje.

2.3 Fase 3: Análisis de datos

Para el análisis de los datos recopilados, construimos una planilla en la que transcribimos los protocolos escritos de las respuestas de los estudiantes a las tareas propuestas de la THA. Con esta información de cada estudiante, reconstruimos la trayectoria real de aprendizaje (Leikin y Dinur, 2003), e concreto, el proceso de aprendizaje real (PAR).

Para esto, se utilizó como marco la heurística de los modelos emergentes (Gravemeijer, 1999) para diseñar las tareas de aprendizaje y evaluar el progreso de los estudiantes dentro de una trayectoria hipotética de aprendizaje (Simon, 1995). Esta trayectoria está orientada hacia la construcción de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones. La heurística de los modelos emergentes facilita que los estudiantes avancen desde actividades matemáticas informales, que les resultan familiares, hasta un razonamiento matemático más formal. Esta formalización de los conceptos matemáticos surge como una generalización de su propio conocimiento (Gravemeijer, 2007).

Para el progreso del razonamiento informal a un razonamiento matemático formal, Gravemeijer (1999) establece cuatro niveles de actividad: situacional, referencial, general y formal. Estos niveles guiarán a los estudiantes en la transición de un *modelo-de* hacia un *modelo-para*. Cada nivel de actividad implica realizar distintos procesos. Así, la actividad situacional involucra que los estudiantes trabajen hacia objetivos matemáticos a través de una experiencia que tenga sentido para ellos. En tanto, la actividad referencial utiliza *modelos-de* descripciones y procedimientos que se relacionan con la actividad situacional.

Posteriormente, en la actividad general incorpora *modelos-para* explorar, reflexionar y generalizar sobre lo aprendido en el nivel anterior, pero sin hacer referencia a ello y finalmente, la actividad formal guía a los estudiantes a reflejar el surgimiento de una nueva realidad matemática para ellos, donde ya se trabaja con los procedimientos y notación matemática usual (Gravemeijer, 1999).

A continuación, en la Figura 1 mostraremos un esquema que relaciona los niveles de aprendizaje de Gravemeijer (1999) con lo que se espera que el estudiante realice en cada una de las tareas propuestas en nuestra THA.

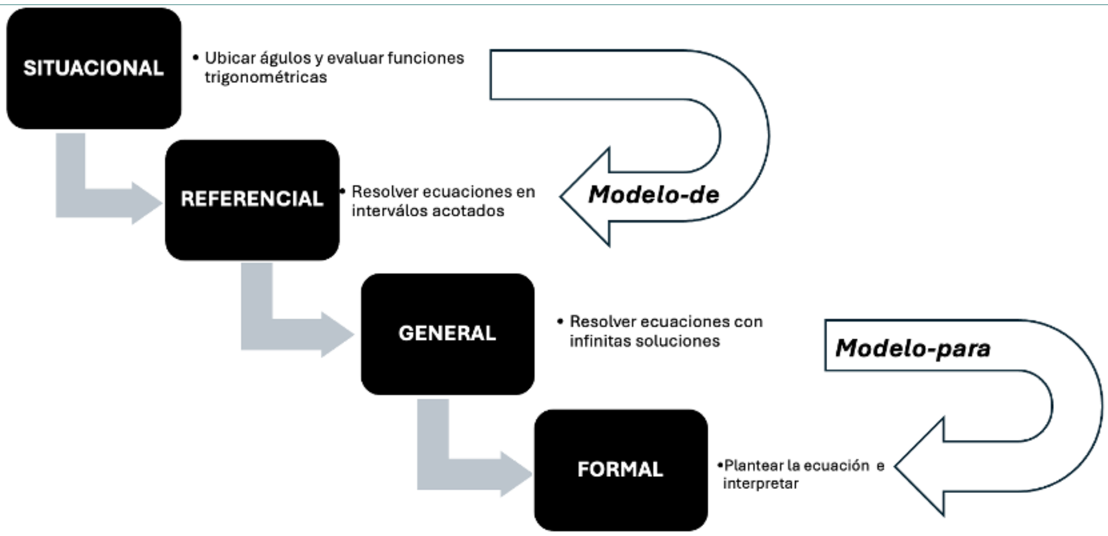


Fig.1 Esquema de los niveles de actividad para las tareas planteadas

2.4 Resultados

En este apartado se realiza una descripción de las tareas de aprendizaje y su relación con los modelos emergentes.

2.4.1 Tarea 1: Activación de conocimientos previos sobre ángulos en la circunferencia unitaria.

NIVEL SITUACIONAL

En la Tarea 1 se presenta una tabla compuesta de cuatro columnas. (Fig. 2), en las cuales se les pide a los estudiantes completar los datos faltantes, al final de esta pregunta, se les pide a los estudiantes relacionar los resultados obtenidos.

a) Completa la siguiente tabla:

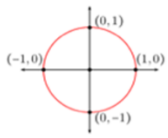
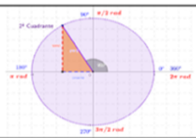
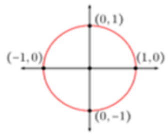
Ángulo (α)	Cuadrante	Sen (α)	Cos(α)
1) $\frac{\pi}{3}$	 (0, 1) (−1, 0) (1, 0) (0, −1)		
2) $\frac{2\pi}{3}$		$\frac{\sqrt{3}}{2}$	
3) $\frac{7\pi}{3}$	 (0, 1) (−1, 0) (1, 0) (0, −1)		$\frac{1}{2}$

Fig. 2 Tarea 1 a)

Esta tarea se encuentra en un ***nivel situacional,*** debido a que los estudiantes activan sus conocimientos previos con respecto a los ángulos coterminales y ángulos de referencia, esto se logra mediante la ubicación de los ángulos solicitados (conocidos por ellos), en la circunferencia unitaria o en su defecto indicando a que cuadrante pertenecen (Tarea 1, columna 2).

Posteriormente, se espera que los estudiantes procedan a calcular los valores de las funciones trigonométricas pedidas (tarea 1, columnas 3 y 4)

Comparando los resultados la parte a) de la tarea 1, los estudiantes deberían llegan a la conclusión que los valores de las funciones trigonométricas de ángulos distintos en algunos casos son iguales. Para así concluir utilizando los conceptos de ángulos coterminales y ángulos de referencia para contestar la pregunta b).

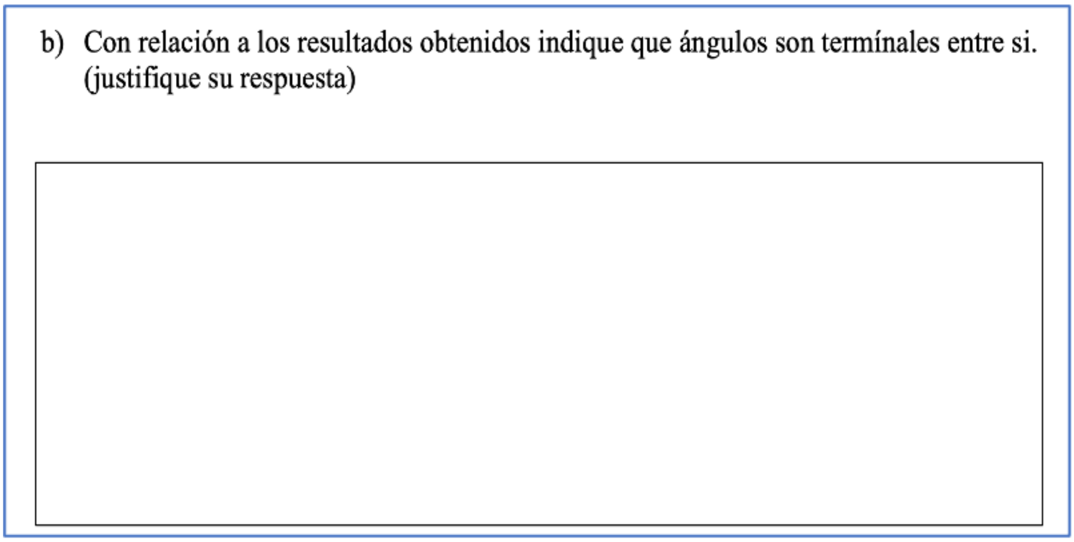

b) Con relación a los resultados obtenidos indique que ángulos son termínales entre si. (justifique su respuesta)

Fig. 3 Tarea 1 b).

En el proceso de aprendizaje real podemos ver que en este ciclo del experimento de enseñanza los estudiantes sí ubicaron en ángulo pedido en la circunferencia unitaria, respondiendo así de manera gráfica a la pregunta y abordaron la pregunta b) de relacionar sus resultados obtenidos. A continuación en la Fig. 4 se presentan ejemplos de respuestas de estudiantes a la tarea 1, donde se puede apreciar que los estudiantes respondieron de la manera que se esperaba.

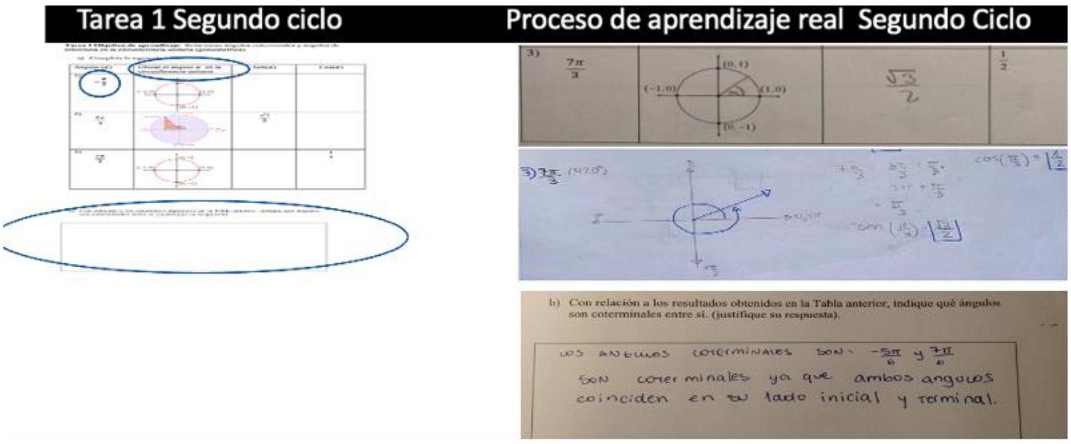


Fig. 4. Ejemplo de respuesta a la tarea 1

2.4.2 Tarea 2: Resolución de ecuaciones trigonométricas en intervalos acotados.

NIVEL REFERENCIAL

En la tarea 2 los estudiantes son deben reconocer el tipo de ecuación a resolver, las resuelven, activan sus conocimientos previos de ecuaciones trigonométricas en intervalos acotados, establecen existencia de soluciones, y expresan su solución en diferentes sistemas de representación. (solución gráfica y/o conjuntista), esta tarea se encuentra en un ***nivel referencial*** ya que se espera que los estudiantes utilicen los resultados de la tarea 1 para conjeturar sus respuestas.

Tarea 2. Objetivo de aprendizaje: Resolver ecuaciones trigonométricas en intervalos acotados y verificar existencia de soluciones.
Encontrar el conjunto solución de las siguientes ecuaciones trigonométricas y además muestre estas soluciones de manera gráfica.

1) $sen(x) = \frac{1}{2}$, entre $[0,2\pi[$
2) $2\cos(x) = 1$, entre $\left[\frac{-\pi}{2}, 2\pi\right[$

Fig.5 Tarea 2

En esta tarea 2 los estudiantes, desarrollaron las ecuaciones trigonométricas, relacionando sus respuestas con la tarea anterior (ver Fig. 6) donde el estudiante utiliza los resultados de la tarea previa y los relaciona para obtener sus resultados. A continuación, en la Fig. 6 mostramos un ejemplo del segundo ciclo del experimento de enseñanza.

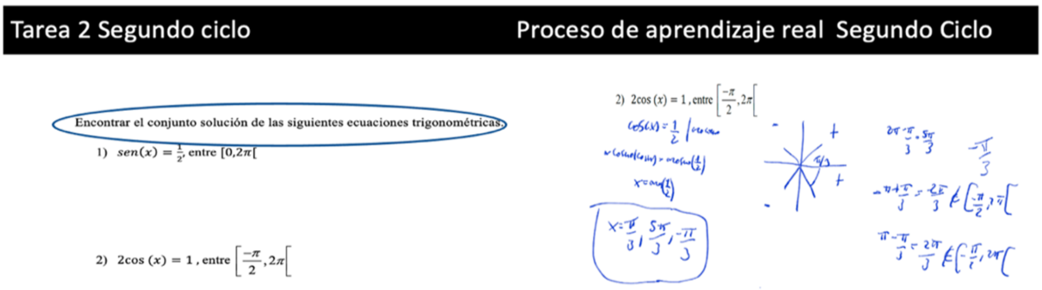


Fig. 6 Ejemplo de respuesta a la tarea 2

2.4.3 Tarea 3: Resolución de ecuaciones trigonométricas en intervalos no acotados.

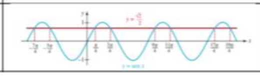
NIVEL GENERAL

Tarea 3 se encuentra en el ***nivel general*** los estudiantes:

3.1) Los estudiantes aplican sus conocimientos previos de periodo de las funciones trigonométricas para poder asociar este concepto a la solución general de la ecuación trigonométricas planteada y graficada. Luego identifican las soluciones de la ecuación trigonométrica, a partir de la gráfica de esta. 3.2) Resuelven la ecuación trigonométrica y luego, haciendo uso de las respuestas anteriores y considerando el período de la función identifican las infinitas soluciones de esta ecuación trigonométrica.

Tarea 3.
Objetivo de aprendizaje: Resuelven ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones.

I) Considerando el periodo de las funciones trigonométricas, determinar todos los números reales que satisfacen la siguiente ecuación trigonométrica, para ello te puede ayudar la gráfica adjunta.

Ecuación	Gráfica	Solución General
1) $senx = \frac{\sqrt{2}}{2}$		

II) Encontrar el conjunto solución de las siguientes ecuaciones trigonométricas.

1) cos (x)=1/2

2) cos (2x)=0

Fig. 7 Tarea 3

En esta tarea 3 se puede observar que los estudiantes utilizaron la gráfica planteada, para poder identificar las respuestas a la ecuación planteada utilizando los resultados obtenidos en la tarea anterior.

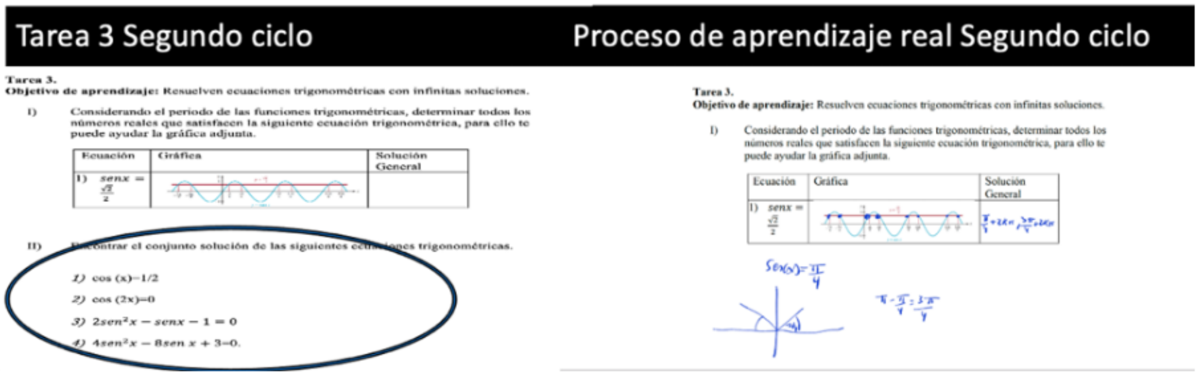


Fig. 8 Ejemplo de respuesta a la tarea 3

2.4.4 Tarea 4: Identificación de una ecuación trigonométrica con infinitas soluciones en un contexto real.

NIVEL FORMAL

La Tarea 4 se encuentra en el ***nivel formal,*** ya que se espera que los estudiantes planteen la ecuación trigonométrica igualando la función entregada a 1, luego reconozcan que están en presencia de una ecuación trigonométrica con infinitas soluciones, resuelvan la ecuación trigonométrica, relacionen sus resultados a los ángulos para los cuales tiene sentido dar solución al problema, aplican sus conocimientos del periodo de las funciones trigonométricas, representando las soluciones de manera conjuntista.

Por consiguiente, se espera que los estudiantes, interpreten sus resultados respondiendo en el contexto del problema.

Tarea 4

Objetivo de aprendizaje: Identifican, plantean y resuelven la ecuación trigonométrica con infinitas soluciones.

Una persona se encuentra practicando un ejercicio de Crossfit como se muestra en la imagen.
La onda que se propaga por una de las cuerdas esta dada por la siguiente función:
$h(t)= 1-\cos(-8t+\frac{3}{2}\pi)$, donde t es el tiempo en segundos y h(t) es la altura en metros que alcanza la cuerda.
Suponiendo que la cuerda es de longitud infinita, indique todos los instantes de tiempo (en segundos) en que la altura de la cuerda es igual a 1 metro.

Fig.9 Tarea 4

En la tarea 4, se puede ver que los estudiantes lograron plantear la ecuación trigonométrica, para luego resolver de manera analitica y llegar a entregar el conjunto solución, sin embargo los estudiantes no respondieron en el contexto del problema.

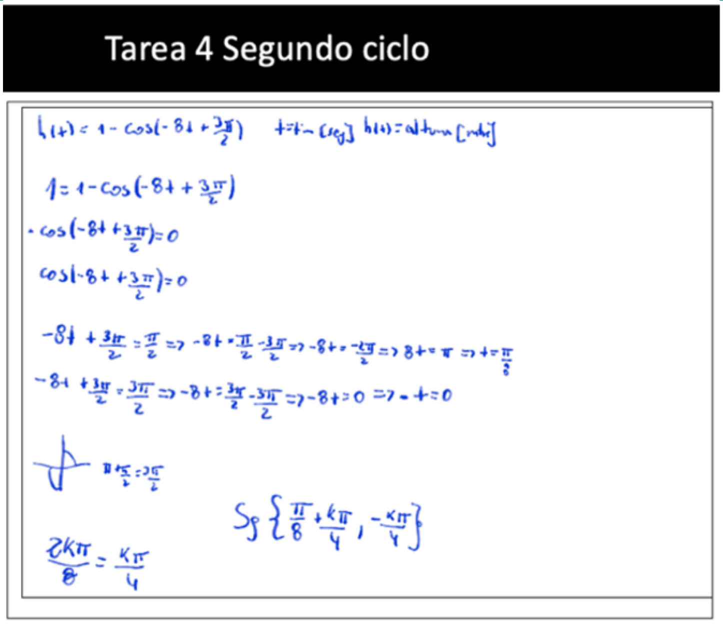


Fig. 10 Ejemplo de respuesta a la tarea 4

3. Conclusión

Los resultados del segundo ciclo de enseñanza fueron mejores que en el primero, ya que los estudiantes abordaron en su mayoría todas las tareas, y pudieron escribir sus conclusiones en la tarea 1. Las dificultades se mantuvieron en el problema de contexto, por lo cual para un tercer ciclo se complementarán las tareas con elementos de visualización ayudado de alguna aplicación que facilite su uso a los estudiantes.

Los resultados obtenidos en la implementación de esta THA basada en la heurística de los modelos emergentes muestran el potencial que esta propuesta ofrece para contribuir a la construcción de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones. Los estudiantes dieron indicios de estar en el nivel de actividad situacional cuando activaron sus concepciones previos de ángulos coterminales, ángulos de referencia y valores de las funciones trigonométricas en ángulos conocidos. Además, los estudiantes transitaron hacia el nivel de actividad referencial porque utilizaron sus resultados de la Tarea 1 y sus concepciones previas sobre resolución de ecuaciones trigonométricas en intervalos acotados, gráficas de funciones trigonométricas y periodo de las funciones trigonométricas, para resolver la tarea 2.

Posteriormente, los estudiantes mostraron su progreso hacia el nivel de actividad general, ya que resolvieron ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones. Finalmente, en el segundo ciclo tuvimos estudiantes que pudieron transitar hacia el nivel de actividad formal, al plantear e identificar las infinitas soluciones de una ecuación trigonométrica planteada en un contexto real, aunque muy pocos estudiantes lograron dar un contexto real a sus respuestas. Nuestros estudiantes fueron capaces de progresar del modelo-de conjunto solución de ecuaciones trigonométricas con soluciones finitas en intervalos acotados hacia el modelo-para conjunto solución de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones.

Por lo tanto, creemos pertinente para un tercer ciclo del experimento de enseñanza desarrollar una aplicación web de modo que los estudiantes puedan ver de manera gráfica el problema y poder sacar sus propias conclusiones del mismo.

Finalmente, debemos destacar que los resultados de esta investigación pueden contribuir al desarrollo del contenido relacionado con las ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones. A medida que los estudiantes avanzan en las tareas planteadas, utilizan los conocimientos adquiridos para construir este nuevo concepto matemático. Creemos que, tras las modificaciones identificadas durante este estudio, la trayectoria hipotética de aprendizaje diseñada será un valioso aporte en la planificación de cursos que involucren el contenido de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones.

En concordancia con los resultados obtenidos, consideramos que las tareas propuestas facilitan la construcción del concepto matemático de ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones y puede ser una herramienta útil para los docentes en la planificación de este contenido a nivel universitario. Además, es importante destacar que esta investigación representa una innovación en la enseñanza de la trigonometría en el ámbito universitario, un área que ha sido poco explorada hasta ahora.

La implementación de esta THA en otros contextos educativos podría promover una comprensión más profunda y generalizada de las ecuaciones trigonométricas con infinitas soluciones, beneficiando tanto a estudiantes como a educadores.

En resumen, esta investigación no solo aporta un nuevo enfoque pedagógico para la enseñanza de la trigonometría a nivel universitario, sino que también abre nuevas vías para la innovación educativa en matemáticas. Los docentes pueden utilizar los hallazgos y la THA propuesta para mejorar la planificación y ejecución de sus cursos, contribuyendo así al avance del conocimiento matemático y a la formación de estudiantes con una comprensión sólida y aplicada de conceptos complejos.

4.- Referencias Bibliográficas

Andrade, C., Alcívar, Y., Palma, L. M., y Ampuero, 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. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 5(2), 62-69.

Brito, A., y Morey, B. (2004). Trigonometría: dificultades dos professores de matemática do ensino fundamental. *Revista Horizontes*, *22*(1), 65-70.

Cárcamo, A., Fortuny, J., y Fuentealba, C. (2023). Identificando una progresión de aprendizaje para un sistema de ecuaciones lineales con infinitas soluciones. *Formación Universitaria*, *16*(1), 77-86.

Cárcamo, A., Fortuny, J., y Fuentealba, C. (2021). Las trayectorias hipotéticas de aprendizaje: un ejemplo en un curso de álgebra lineal. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.

Cobb, P., y Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to support and understand learning processes. En A. E. Kelly, R. A. Lesh, y J. Y. Baek (Eds.), *Handbook of design research methods in education. Innovations in science, technology, engineering and mathematics learning and teaching* (pp. 68-95). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Demir, Ö., y Heck, A. (2013). A new learning trajectory for trigonometric functions. En *Proceedings of the 11th International Conference on Technology in Mathematics Teaching* (pp. 119-124). Bari, Italy.

Gelfand, I. M., y Saul, M. (2012). *Trigonometry*. Springer Science & Business Media.

Gravemeijer, K. (1999). How emergent models may foster the constitution of formal mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*, *1*(2), 155-177.

Gravemeijer, K. (2007). Emergent modelling as a precursor to mathematical modelling. En W. Blum, P. Galbraith, H. Henn, y M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: the 14th ICMI study* (pp. 137-144). Nueva York: Springer.

Gravemeijer, K., y Van Eerde, D. (2009). Design research as a means for building a knowledge base for teachers and teaching in mathematics education. *The Elementary School Journal*, *109*(5), 510-524.

Hall, H., Knight, S., y Vásquez, H. (1981). *Trigonometría elemental*. México: UTEHA.

Larson, R., y Hostetler, R. (2008). *Precálculo* (7.ª ed.). México D.F.: Reverté Ediciones.

Leikin, R., y Dinur, S. (2003). Patterns of flexibility: Teachers' behavior in mathematical discussion. En *Proceedings of the 3rd Conference of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1-11).

Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, *26*, 114-145.

Swokowski, E. (1996). *Álgebra y trigonometría con geometría analítica*. México, D.F.: Grupo Editorial Iberoamérica.

Trigueros, M., y Possani, E. (2013). Using an economics model for teaching linear algebra. *Linear Algebra and Its Applications*, *438*(4), 1779-1792.

Weber, K. (2005). Student's understanding of trigonometric functions. *Mathematics Education Research Journal*, *102*(2), 144-147.

Teresa Castro Castro : Estudiante de Doctorado en Educación: Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
Profesora de Matemática, Licenciada en Matemática Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Máster Universitario en Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
Profesora de matemática Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería https://orcid.org/0000-0002-7136-4659
Este trabajo ha sido realizado en el marco del programa de Doctorado en Educación de la Universitat Autònoma de Barcelona