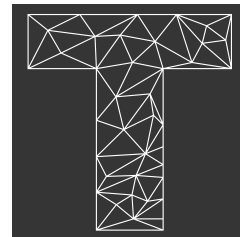


Fotografía:  
Adobe Express (IA)

# ACTITUDES DEL ESTUDIANTADO HACIA UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA MEDIADA POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN EL APRENDIZAJE DE FUNCIONES RACIONALES

Melvin Ramírez Bogantes/ Leonel Chaves Salas / Luis Gerardo Meza Cascante

# ACTITUDES DEL ESTUDIANTADO HACIA UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA MEDIADA POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN EL APRENDIZAJE DE FUNCIONES RACIONALES



## Students' Attitudes toward a Didactic Experience Mediated by Generative Artificial Intelligence in the Learning of Rational Functions

|                                                             |                                                             |                                                          |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Melvin Ramirez Bogantes<sup>1</sup></b>                  | <b>Leonel Chaves Salas<sup>2</sup></b>                      | <b>Luis Gerardo Meza Cascante<sup>3</sup></b>            |
| Instituto Tecnológico de Costa Rica<br>meramirez@itcr.ac.cr | Instituto Tecnológico de Costa Rica<br>leochaves@itcr.ac.cr | Instituto Tecnológico de Costa Rica<br>gemeza@itcr.ac.cr |

**Fecha de recepción:** 4-06-2025  
**Fecha de aceptación:** 21-11-2025

**DOI:** <https://doi.org/10.18845/tramarcsh.v15i2.8881>

<sup>1</sup> Docente e investigador. Escuela de Matemática. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Doctorando en Educación de la Universidad Católica de Costa Rica, Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0001-5516-0085>

<sup>2</sup> Docente e investigador. Escuela de Matemática. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Doctorando en Educación de la Universidad Católica de Costa Rica, Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0003-4517-2394>

<sup>3</sup> Docente, investigador y extensionista. Escuela de Matemática. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Doctor en Educación de la Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0002-5413-01724>

# RESUMEN

El uso de tecnologías emergentes en la educación matemática representa una oportunidad valiosa para fortalecer la comprensión conceptual de estructuras complejas. Este artículo analiza una experiencia didáctica de aprendizaje autónomo guiado mediada por inteligencia artificial generativa (IA-G), centrada en la comprensión estructural de las asíntotas en funciones racionales. La actividad fue diseñada con el objetivo de que el estudiantado dedujera reglas de clasificación de asíntotas verticales, horizontales y oblicuas a partir de la exploración gráfica, la formulación estratégica de preguntas y la interacción guiada con un sistema de IA, integrando validación numérica y razonamiento algebraico sin recurrir inicialmente a definiciones formales ni a la entrega de soluciones directas.

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, no experimental y descriptivo, con una muestra de 119 estudiantes pertenecientes a seis grupos del curso Matemática General del Instituto Tecnológico de Costa Rica (I semestre 2025). Para valorar la actitud del estudiantado hacia la experiencia, se aplicó una escala tipo Likert de 10 ítems, diseñada y validada psicométricamente. Los resultados evidenciaron una actitud global altamente positiva hacia la actividad, con una diferencia estadísticamente significativa respecto al valor medio teórico de la escala y un tamaño del efecto grande.

Los hallazgos sugieren que la IA-G, utilizada como mediadora cognitiva y no como sustituto del docente, puede favorecer la autonomía guiada, la reflexión crítica y la comprensión relacional de conceptos matemáticos. Desde una perspectiva pedagógica y tecnológica, la experiencia aporta orientaciones para diseñar actividades de indagación apoyadas en IA que promuevan el uso responsable de estas herramientas y fortalezcan procesos metacognitivos en educación matemática universitaria.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial generativa, asíntotas, funciones racionales, aprendizaje autónomo guiado, educación matemática.

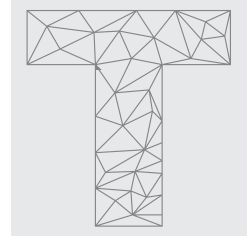
# ABSTRACT

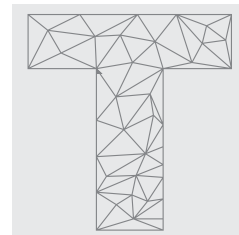
The use of emerging technologies in mathematics education represents a valuable opportunity to strengthen students' conceptual understanding of complex structures. This article analyzes a didactic experience of guided autonomous learning mediated by generative artificial intelligence (GAI), focused on the structural understanding of asymptotes in rational functions. The activity was designed with the aim of enabling students to deduce classification rules for vertical, horizontal, and oblique asymptotes through graphical exploration, strategic question formulation, and guided interaction with an AI system, integrating numerical validation and algebraic reasoning, without initially relying on formal definitions or the direct provision of solutions.

The study adopted a quantitative, non-experimental, descriptive research design with a sample of 119 students from six groups of the General Mathematics course at the Costa Rica Institute of Technology (first semester, 2025). To assess students' attitudes toward the experience, a 10-item Likert-type scale, psychometrically designed and validated, was administered. Results revealed a highly positive overall attitude toward the activity, with a statistically significant difference compared to the theoretical midpoint of the scale and a large effect size.

The findings suggest that generative AI, when used as a cognitive mediator rather than a substitute for the teacher, can foster guided autonomy, critical reflection, and the relational understanding of mathematical concepts. From a pedagogical and technological perspective, this experience provides insights into the design of inquiry-based activities supported by AI that promote the responsible use of these tools and strengthen metacognitive processes in university-level mathematics education.

**Keywords:** Generative artificial intelligence, asymptotes, rational functions, guided autonomous learning, mathematics education.





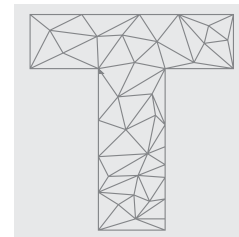
# 1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las funciones racionales en el nivel universitario presenta dificultades persistentes, particularmente en lo relacionado con la comprensión de las asíntotas verticales, horizontales y oblicuas. Aunque estos conceptos son fundamentales para el análisis del comportamiento funcional, su abordaje suele centrarse en procedimientos algebraicos y reglas formales que privilegian el cálculo mecánico por encima de la comprensión estructural. Como consecuencia, muchos estudiantes logran identificar asíntotas en ejercicios rutinarios, pero presentan dificultades para interpretar su significado, justificar su aparición o transferir el conocimiento a situaciones nuevas y no familiares.

Con el fin de atender esta problemática, se han propuesto diversas estrategias didácticas que buscan superar el enfoque exclusivamente procedimental. Entre ellas destacan el uso de la visualización gráfica, el análisis de múltiples representaciones y la exploración guiada mediante software dinámico, las cuales han mostrado potencial para favorecer la interpretación del comportamiento asintótico de las funciones racionales (Durán y Gavilán, 2021; Fernández et al., 2023). Estas propuestas han contribuido a enriquecer la enseñanza, al permitir que el estudiantado observe tendencias, contraste representaciones algebraicas y gráficas, y establezca relaciones conceptuales más profundas. No obstante, aun con estos aportes, persisten desafíos asociados al desarrollo de una comprensión verdaderamente autónoma y reflexiva, así como a la formulación y validación crítica de conjeturas matemáticas por parte del estudiante.

En este contexto, el uso pedagógico de la IA-G emerge como una alternativa con potencial para complementar las estrategias existentes. A diferencia de otras herramientas digitales, los sistemas basados en IA-G permiten establecer diálogos en lenguaje natural, ofrecer retroalimentación contextualizada y adaptarse dinámicamente a las preguntas del usuario, lo que amplía las posibilidades de mediación cognitiva en actividades de indagación (Holmes et al., 2021; Zawacki-Richter et al., 2022). Utilizada de manera intencional y crítica, la IA-G puede apoyar procesos de aprendizaje autónomo guiado, favoreciendo que el estudiante explore ideas, refine sus preguntas y contraste sus interpretaciones, sin sustituir el rol del docente ni promover una dependencia acrítica de la tecnología.

Desde esta perspectiva, el presente estudio se sitúa en la intersección entre la educación matemática y el uso pedagógico de la IA-G. En particular, se analiza una experiencia didáctica diseñada para que el estudiantado dedujera reglas de clasificación de asíntotas verticales, horizontales y oblicuas en funciones racionales, a partir de la exploración



gráfica, la formulación estratégica de preguntas y la interacción guiada con sistemas de IA-G, integrando razonamientos numéricos y algebraicos sin recurrir inicialmente a definiciones formales ni a la entrega directa de soluciones.

El objetivo de este artículo es analizar una experiencia didáctica de aprendizaje autónomo guiado mediada por IA-G, orientada a la comprensión estructural de las asíntotas en funciones racionales, y valorar la actitud del estudiantado universitario hacia esta modalidad de aprendizaje. A partir de este análisis, se busca aportar evidencia empírica y reflexiva sobre el potencial de la IA-G como recurso pedagógico para el diseño de actividades de indagación que promuevan la autonomía, la reflexión crítica y el uso responsable de tecnologías emergentes en la educación matemática universitaria.

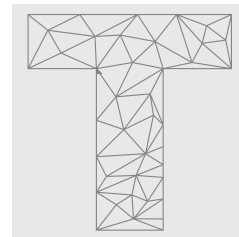
## 2. MARCO TEÓRICO

Este apartado presenta los fundamentos conceptuales que orientan la investigación. Se estructura en cuatro dimensiones interrelacionadas: *la comprensión de estructuras matemáticas en el estudio de funciones, el aprendizaje autónomo guiado en entornos digitales, el uso de la inteligencia artificial como asistente pedagógico, y las propuestas emergentes que posicionan a la IA-G como aliada en la apropiación autónoma de conceptos matemáticos complejos*. Esta articulación responde a la necesidad de replantear las prácticas de enseñanza en temas tradicionalmente abstractos, como las asíntotas, integrando herramientas tecnológicas que favorezcan procesos cognitivos de mayor profundidad y autonomía.

### 2.1 Comprensión conceptual de estructuras matemáticas en el aprendizaje de funciones.

La enseñanza de las funciones, particularmente de las racionales, constituye un eje central para el desarrollo del pensamiento matemático estructurado. En este contexto, la identificación y clasificación de asíntotas (verticales, horizontales y oblicuas) exige más que la aplicación de procedimientos: implica reconocer comportamientos límite, establecer conexiones entre representaciones simbólicas, gráficas y numéricas, y construir significados funcionales que permitan interpretar el comportamiento global de la función.

Diversos estudios han señalado que los enfoques predominantemente mecanicistas dificultan este tipo de comprensión, ya que privilegian el cálculo algorítmico por encima del razonamiento estructural (Fernández et al., 2023). En cambio, estrategias centradas en la visualización, la indagación guiada y la modelización progresiva permiten al



estudiante construir una comprensión relacional más sólida, al favorecer la identificación de regularidades y la formulación de conjeturas. En esa línea, Durán y Gavilán (2021) destacan la importancia de integrar múltiples representaciones para favorecer el razonamiento analítico y conceptual.

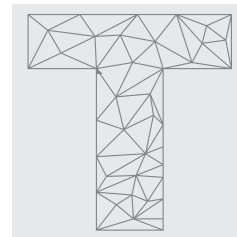
La actividad diseñada en esta investigación responde a estos planteamientos al proponer un entorno de exploración que permite al estudiante observar comportamientos gráficos, formular hipótesis, interactuar con herramientas de IA y, finalmente, deducir y validar reglas que dan sentido a las propiedades de las funciones racionales. Este enfoque sitúa al estudiantado en un rol activo dentro del proceso de aprendizaje, promoviendo una comprensión estructural basada en la exploración y el razonamiento, más que en la aplicación mecánica de criterios previamente establecidos.

## 2.2 Aprendizaje autónomo guiado y mediación tecnológica

El aprendizaje autónomo ha sido ampliamente reconocido como un componente fundamental en la formación universitaria, en tanto promueve la responsabilidad del estudiante sobre su propio proceso de aprendizaje y favorece el desarrollo de habilidades metacognitivas. Sin embargo, la autonomía no debe entenderse como un proceso de aprendizaje aislado o carente de orientación, sino como una construcción progresiva que requiere acompañamiento, retroalimentación y andamiaje pedagógico, especialmente en contextos de alta complejidad conceptual como la educación matemática.

Desde esta perspectiva, diversos enfoques han destacado la importancia del aprendizaje autónomo guiado, en el cual el estudiante asume un rol activo en la exploración y construcción del conocimiento, mientras el docente y, en ciertos casos, la tecnología, cumple una función mediadora. Este tipo de mediación permite orientar la actividad cognitiva del estudiante mediante preguntas, retroalimentación o tareas estructuradas, sin anular su iniciativa ni reducir el aprendizaje a la aplicación mecánica de procedimientos (Zimmerman, 2002; Hmelo-Silver et al., 2007).

En entornos digitales, la mediación tecnológica ha adquirido un papel relevante como complemento de la acción docente. Herramientas interactivas, plataformas de aprendizaje y recursos digitales han sido utilizadas para apoyar procesos de indagación, visualización y reflexión, ampliando las oportunidades de interacción con los contenidos matemáticos. No obstante, la eficacia de estas mediaciones depende en gran medida del diseño pedagógico que las sustenta, ya que la mera



disponibilidad de tecnología no garantiza aprendizajes profundos ni procesos autónomos de calidad (Holmes et al., 2021).

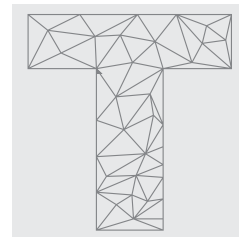
En el ámbito de la educación matemática, la mediación tecnológica orientada al aprendizaje autónomo guiado resulta especialmente pertinente cuando se busca promover la comprensión conceptual y relacional de los objetos matemáticos. La formulación de preguntas, la exploración de representaciones múltiples y la validación argumentada de conjeturas son procesos que requieren espacios de diálogo y retroalimentación, los cuales pueden verse potenciados por tecnologías diseñadas para acompañar el razonamiento del estudiante, más que para proporcionar respuestas cerradas.

En este marco, el aprendizaje autónomo guiado se concibe como un proceso en el que la mediación, ya sea humana o tecnológica, cumple una función estratégica: apoyar al estudiante en la regulación de su actividad cognitiva, favorecer la reflexión sobre sus propias ideas y promover una participación activa en la construcción del conocimiento. Esta concepción resulta coherente con el enfoque adoptado en el presente estudio, en el que la mediación tecnológica se integra de manera intencional para orientar procesos de indagación matemática, sin sustituir el rol formativo del docente ni la responsabilidad cognitiva del estudiantado.

## 2.3 Inteligencia artificial generativa y grandes modelos del lenguaje en educación

En los últimos años, el desarrollo de la inteligencia artificial generativa ha supuesto un punto de inflexión en el campo de la tecnología educativa, particularmente a partir de la irrupción de los grandes modelos del lenguaje (Large Language Models, LLMs). Estos modelos, entrenados sobre extensos corpus textuales y capaces de generar respuestas coherentes en lenguaje natural, han ampliado las posibilidades de interacción humano-máquina, desplazando el foco desde herramientas de automatización hacia sistemas con potencial para mediar procesos cognitivos complejos (Kasneci et al., 2023; Zawacki-Richter et al., 2022).

A diferencia de aplicaciones tradicionales de IA en educación, como los sistemas tutoriales inteligentes o las plataformas adaptativas basadas en reglas, los LLMs permiten establecer diálogos abiertos, contextuales y dinámicos, en los que el estudiante puede formular preguntas, recibir retroalimentación inmediata y reformular sus ideas en función de la interacción. Esta característica ha despertado un creciente interés académico por analizar su impacto en procesos como la autorregulación del aprendizaje, la metacognición y la construcción activa del conocimiento (Holmes et al., 2021; Lim et al., 2023).

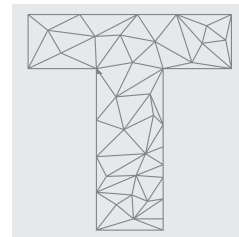


Diversos estudios recientes han señalado que, cuando se integran desde un diseño pedagógico intencional, los sistemas basados en IA generativa pueden favorecer experiencias de aprendizaje más personalizadas y flexibles, especialmente en contextos de educación superior. En este sentido, la literatura emergente destaca su potencial para apoyar procesos de aprendizaje autónomo guiado, en los que el estudiante asume un rol activo en la exploración conceptual, mientras la tecnología actúa como un mediador que orienta, cuestiona y acompaña, sin sustituir la intervención docente (Kasneci et al., 2023; Tlili et al., 2023).

No obstante, la incorporación de LLMs en educación también plantea desafíos relevantes. Diversos autores advierten sobre el riesgo de promover aprendizajes superficiales, dependencia excesiva de la tecnología o usos acríticos centrados en la obtención de respuestas inmediatas, especialmente cuando no existe una mediación pedagógica clara ni criterios de uso explícitos (Zawacki-Richter et al., 2022; Rudolph et al., 2023). Estas tensiones han llevado a enfatizar la necesidad de enfoques didácticos que sitúen a la IA generativa no como un sustituto del pensamiento del estudiante, sino como un recurso que fomente la reflexión, la formulación de preguntas y la validación argumentada de ideas.

En el ámbito de la educación matemática, la investigación sobre el uso de IA generativa aún se encuentra en una fase incipiente, pero creciente. Estudios recientes sugieren que los LLMs pueden aportar valor cuando se emplean para apoyar procesos de razonamiento, exploración conceptual y explicación de relaciones matemáticas, siempre que su uso esté cuidadosamente diseñado y orientado hacia la comprensión conceptual más que hacia la resolución mecánica de ejercicios (Borji, 2023; Kasneci et al., 2023). En este contexto, se vuelve especialmente relevante analizar experiencias didácticas concretas que permitan comprender cómo estas tecnologías pueden integrarse de manera responsable y pedagógicamente significativa en el aprendizaje matemático universitario.

Desde esta perspectiva, el presente estudio se inscribe en la línea de investigación que explora el potencial de la IA generativa como mediadora cognitiva en procesos de aprendizaje autónomo guiado. Más que evaluar la eficacia de los LLMs como herramientas de instrucción, se busca comprender su papel en el diseño de actividades de indagación que promuevan la formulación de preguntas, la exploración de representaciones y la construcción progresiva de conocimiento matemático, contribuyendo así a un debate emergente y de alta relevancia internacional para la educación superior.



## 2.4 Propuestas emergentes: IA-G como asistente para a comprensión autónoma de estructuras matemáticas complejas

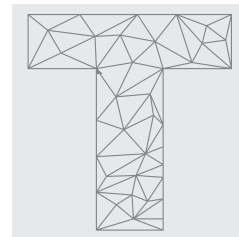
Las propuestas emergentes basadas en IA-G han contribuido a redefinir las posibilidades del aprendizaje autónomo y de la mediación tecnológica en contextos educativos. A diferencia de otras herramientas digitales de apoyo al aprendizaje, los modelos de IA-G permiten entablar interacciones conversacionales abiertas, generar explicaciones contextualizadas y adaptarse dinámicamente a las necesidades del usuario, lo que amplía su potencial como mediadores cognitivos en procesos formativos complejos.

Estas características han motivado a la comunidad académica a explorar el uso de la IA-G en procesos educativos que implican la apropiación de contenidos abstractos y de alta demanda cognitiva. En particular, estudios recientes destacan que los entornos de aprendizaje mediados por IA-G pueden favorecer el desarrollo del pensamiento crítico, la validación de conjeturas y la comprensión profunda de conceptos, siempre que su integración responda a criterios pedagógicos claros y a un diseño didáctico intencional (Bengio et al., 2023; Rodríguez-García y Reyes, 2023).

Desde esta perspectiva, el presente estudio se inscribe en esta línea emergente al implementar una actividad didáctica que sitúa a la IA-G como recurso de apoyo conceptual en el aprendizaje de las asíntotas de funciones racionales. A través de la interacción guiada con estos sistemas, el estudiantado tuvo la oportunidad de plantear preguntas auténticas, construir explicaciones con sentido y consolidar conocimientos matemáticos de manera autónoma pero acompañada. Este enfoque refuerza la idea de que la IA-G puede actuar como facilitadora de procesos metacognitivos complejos cuando se integra de forma crítica, pedagógica y situada, estableciendo así el marco conceptual que orienta el diseño metodológico del estudio.

## 3. MARCO METODOLÓGICO

Este apartado describe el enfoque metodológico de la investigación, incluyendo el diseño adoptado, la caracterización de los participantes, la estructura de la actividad didáctica implementada, el instrumento de recolección de datos y el procedimiento de análisis. La metodología responde a la necesidad de valorar la actitud del estudiantado hacia una experiencia de aprendizaje sobre asíntotas en funciones racionales, mediada por inteligencia artificial generativa.



### 3.1 Enfoque y diseño.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental de tipo descriptivo. Este enfoque permitió recoger y analizar datos sobre la percepción estudiantil sin manipular variables, enfocándose en describir tendencias y valorar el impacto de la intervención. El análisis se realizó siguiendo los lineamientos del Manual de Investigación Educativa de la carrera EMAC del Tecnológico de Costa Rica (Meza et al., 2016).

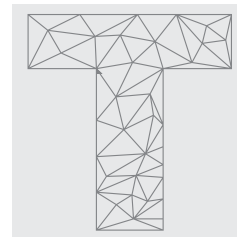
En coherencia con el objetivo del estudio, el procedimiento analítico se estructuró a partir de una secuencia didáctica compuesta por cinco fases, las cuales orientaron el diseño y la implementación de la actividad. Esta secuencia permitió observar cómo el estudiantado interactuó con las representaciones gráficas, formuló conjeturas, utilizó la IA-G como mediadora cognitiva y validó reglas relacionadas con la clasificación de asíntotas. La elección de este procedimiento responde a su adecuación para explorar procesos de comprensión estructural en contextos de aprendizaje autónomo guiado, sin intervenir de manera directa en el desarrollo habitual del curso.

### 3.2 Participantes

La población estuvo conformada por estudiantes de seis grupos del curso MA0101 Matemática General del Instituto Tecnológico de Costa Rica, durante el primer semestre del año 2025. La muestra fue no probabilística por conveniencia e incluyó a 119 estudiantes que participaron voluntariamente en la actividad y completaron el instrumento de valoración.

### 3.3 Actividad didáctica

La actividad, titulada “*Identificación y Clasificación de Asíntotas en Funciones Racionales utilizando IA Generativa*”, se diseñó con base en el enfoque de aprendizaje autónomo guiado. Su objetivo fue favorecer la comprensión conceptual de las asíntotas a partir de la observación gráfica, la formulación de hipótesis, la interacción con un sistema de IA y la validación de reglas funcionales. La actividad se desarrolló durante una sesión regular del curso Matemática General y sirvió como base para la aplicación posterior del instrumento de percepción descrito en el subapartado 3.5.



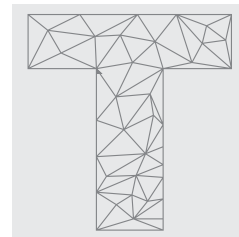
Antes de realizar la actividad, el estudiantado recibió orientaciones generales sobre el uso formativo de la inteligencia artificial generativa en el aprendizaje matemático. Estas orientaciones enfatizaban que la IA debía utilizarse como una herramienta de apoyo al razonamiento y no como un sustituto del pensamiento del estudiante. En particular, se recomendó intentar inicialmente el análisis del problema de manera autónoma y utilizar la IA para formular preguntas, contrastar ideas o verificar procedimientos, evitando solicitar directamente la solución completa de los ejercicios. Este enfoque buscó favorecer un uso estratégico de la IA como mediadora cognitiva, promoviendo la construcción activa del conocimiento y el desarrollo de habilidades metacognitivas.

Con el fin de orientar la interacción y evitar consultas superficiales, se proporcionó una guía de formulación de preguntas estructuradas asociadas a las distintas fases de la actividad. Esta guía incluía ejemplos de prompts orientados a la exploración conceptual y la validación de conjeturas. Por ejemplo, en la fase inicial sobre asíntotas verticales se sugerían preguntas como: “¿Qué debería analizar en la función  $f(x) = \frac{3}{x-2}$  para determinar si tiene una asíntota vertical?” o “¿Qué ocurre con la gráfica de una función racional cuando el denominador se aproxima a cero?”. De forma similar, en la exploración de asíntotas horizontales se proponían consultas como: “¿Qué ocurre cuando el grado del numerador es menor que el del denominador?” o “¿Cómo se comporta la función cuando la variable independiente toma valores muy grandes?”. Asimismo, en fases posteriores se promovieron preguntas de validación, tales como: “Según lo que deduje, esta función tiene una asíntota horizontal en  $y = 0$ , ¿esto es correcto?”. Algunos ejemplos representativos de estas interacciones se presentan en el Anexo A, con el fin de ilustrar el tipo de diálogo promovido y favorecer la replicabilidad de la experiencia.

La actividad se estructuró en cinco fases:

**Exploración inicial:** las personas estudiantes observaron gráficas de funciones racionales construidas en GeoGebra, y registraron comportamientos relevantes a partir de cambios en los valores del numerador y el denominador. Se les solicitó describir las tendencias de la función cuando la variable independiente tiende a una constante o tiende al infinito.

**Interacción guiada con IA generativa:** las personas estudiantes interactuaron individualmente con un modelo de IA-G (la escogencia de la IA fue elección libre del estudiante), formulando preguntas relacionadas con la aparición de asíntotas. Por ejemplo: “¿Qué ocurre con la gráfica cuando el denominador se hace cero?” o “¿Cómo puedo saber si una función tiene una asíntota oblicua?”. La IA actuó como asistente semántico, ayudando a clarificar conceptos y fomentar el desarrollo



de conjeturas sin proporcionar respuestas directas. En este sentido, la IA-G funcionó como un mediador cognitivo dentro del procedimiento didáctico, sin sustituir el razonamiento matemático ni la toma de decisiones del estudiantado.

**Formulación y validación de reglas:** a partir de la retroalimentación de la IA y el análisis de múltiples ejemplos, el estudiantado dedujo reglas generales para identificar los tres tipos de asíntotas. Estas reglas fueron luego contrastadas con casos atípicos o funciones modificadas para evaluar su validez.

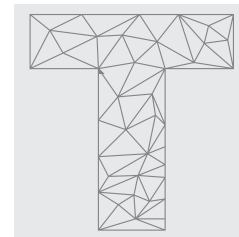
**Aplicación reflexiva:** Las personas estudiantes resolvieron ejercicios donde debían justificar, con base en su comprensión conceptual, la existencia o inexistencia de ciertos tipos de asíntotas. En esta fase se incorporaron ejemplos con divisiones polinomiales para explorar las asíntotas oblicuas.

**Informe individual:** Como producto final, cada estudiante elaboró un informe estructurado que incluía:

- Las reglas deducidas para cada tipo de asíntota.
- Ejemplos ilustrativos.
- Un resumen de su interacción con la IA (en términos de aportes conceptuales).
- Valoración personal de la actividad a través del instrumento tipo Likert aplicado.

Si bien estos informes formaron parte del cierre pedagógico de la actividad, no fueron considerados como fuente de análisis en el presente estudio.

El diseño de la actividad procuró promover una experiencia de aprendizaje activa, personalizada y autorregulada, donde la IA no sustituyera al docente, sino que funcionara como un recurso complementario de mediación cognitiva. Desde una perspectiva metodológica, esta actividad constituyó el contexto pedagógico para un estudio de carácter exploratorio centrado en la valoración del estudiantado sobre el uso de IA-G en el aprendizaje de funciones racionales, en coherencia con propuestas emergentes en educación matemática que integran IA generativa como facilitadora de procesos de comprensión conceptual compleja (Rodríguez-García y Reyes, 2023).



### 3.4 Validez y fiabilidad del instrumento de recolección de datos

Se diseñó una *escala tipo Likert* de 10 ítems, con opciones de respuesta de 1 (totalmente en desacuerdo) a 7 (totalmente de acuerdo), orientada a valorar la percepción estudiantil sobre la claridad, utilidad, motivación, dificultad, interacción con la IA y calidad del aprendizaje.

El instrumento fue sometido a análisis psicométrico utilizando SPSS versión 29. Los resultados confirmaron una excelente consistencia interna, con un *alfa de Cronbach* = 0,886 (Cea, 1999) y un *omega de McDonald* = 0,890 (Campo-Arias y Oviedo, 2008). Además, se verificó la *unidimensionalidad* mediante análisis factorial exploratorio (Jiménez y Montero, 2013), obteniéndose un *índice KMO* = 0,911 (Frías-Navarro y Pascual, 2012), *índice de Bartlett* ( $p < 0.05$ ) y el cumplimiento de tres criterios de unidimensionalidad: la presencia de un primer factor que explica el 53,71 % de la varianza total (Carmines y Zeller, 1979), la estructura de un factor dominante al comprobarse que la expresión  $\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_3} > 5$  es verdadera (Martínez, 1996) y el hecho de que el primer factor explica más del 30% de la varianza total y el segundo menos del 10% (Céspedes, Cortés y Madrigal, 2011 y Jiménez y Montero, 2013). Además, todos los ítems mostraron índices de discriminación, calculados mediante la correlación entre la puntuación obtenida en el ítem y la obtenida en el instrumento excluyendo la correspondiente al propio ítem para no aumentar de manera artificial el valor de la correlación entre ambas puntuaciones, superiores a 0,30, salvo uno que estuvo en el límite (0,294), siendo aún aceptable (Lozano y De la Fuente-Solana, 2013).

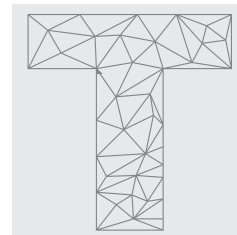
### 3.5 Procedimiento de análisis.

Con el fin de delimitar con claridad el alcance del análisis, es importante señalar que la actividad didáctica mediada por IA-G, descrita en el subapartado 3.3, constituyó el contexto formativo de la experiencia, mientras que el objeto de análisis del estudio se centró en la actitud del estudiantado hacia dicha experiencia. En consecuencia, el análisis se realizó exclusivamente a partir de las respuestas al instrumento tipo Likert aplicado al finalizar la actividad, con el propósito de describir y valorar la percepción estudiantil sobre la mediación de la IA-G en el aprendizaje de asíntotas.

Luego de implementar la actividad y recolectar los formularios digitales, se procedió al procesamiento de datos mediante el software SPSS (versión 29).

El análisis contempló:

- Estadística descriptiva (media, desviación estándar, asimetría y curtosis) para cada ítem de la escala, con el fin de caracterizar la



distribución de las respuestas.

- Prueba t para una muestra, para contrastar si el puntaje total medio difería significativamente del valor teórico neutral de la escala (40 puntos).

Estos análisis permitieron describir la actitud estudiantil hacia el uso de IA-G en el aprendizaje de funciones racionales, y respaldar con evidencia empírica la pertinencia de la estrategia pedagógica propuesta.

## 4. RESULTADOS

Este apartado presenta los hallazgos obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos recolectados mediante la escala tipo Likert. Se organizan en tres secciones: *análisis descriptivo de los ítems*, *análisis de la actitud global* y *clasificación del nivel de actitud*.

### 4.1 Análisis descriptivo de los ítems

Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión para los ítems de la escala. Las medias obtenidas fueron superiores a 5,5 en todos los ítems, lo que describe una tendencia positiva generalizada en la percepción estudiantil. La asimetría negativa en la mayoría de los ítems refleja una concentración de respuestas en los valores más altos de la escala, mientras que las curtosis muestran distribuciones moderadamente concentradas, lo cual sugiere homogeneidad en las valoraciones.

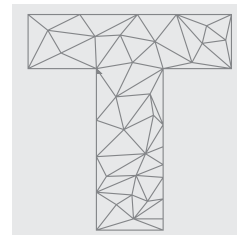
### 4.2 Análisis de la actitud global:

Con el fin de valorar la actitud general del estudiantado, se calcularon los puntajes totales individuales en la escala, cuyo rango teórico va de 10 a 70 puntos. Se estableció como valor medio de referencia los 40 puntos, correspondientes a una actitud neutral. A partir de ello, se planteó la siguiente hipótesis estadística:

- *Hipótesis nula ( $H_0$ ):* La media de la actitud estudiantil es igual a 40 puntos (actitud neutral).

Para contrastar estas hipótesis, se aplicó una prueba t para una muestra, obteniéndose los siguientes resultados:

- Media muestral = 58,59



- Desviación estándar: 9,23
- $t(119) = 25,15$
- $p < 0,001$
- Diferencia de medias = 18,59
- Intervalo de confianza al 95 %: [17,13; 20,05]
- Tamaño del efecto: 2,01

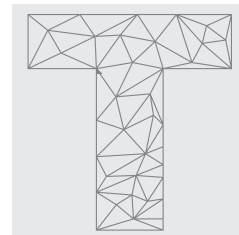
Dado que el valor de  $p$  es menor a 0,05, se rechaza la *hipótesis nula* y se concluye que la actitud del estudiantado fue *significativamente más positiva* que el nivel esperado bajo condiciones neutras. Esta diferencia, cercana a 19 puntos por encima del valor de referencia, refleja una valoración altamente favorable hacia la actividad basada en IA-G, lo que se evidencia en que el tamaño del efecto es grande (Morales, 2008 y Ripoll, 2011).

Además, el intervalo de confianza sugiere que, con un 95% de certeza, la media poblacional se encuentra entre 17 y 20 puntos por encima del umbral neutral, respaldando empíricamente que la actitud del estudiantado hacia la actividad mediada por IA-G fue significativamente más favorable que el nivel neutral esperado, lo cual evidencia una valoración positiva de esta experiencia formativa

### 4.3 Clasificación del nivel de actitud:

De acuerdo con el criterio establecido en el *Manual de Investigación Educativa* (Meza et al., 2016), se consideró que una actitud es alta cuando el puntaje total obtenido en la escala supera los 40 puntos. Con base en este criterio, el análisis de frecuencias mostró que la amplia mayoría del estudiantado se ubicó en la categoría de actitud alta, lo que resulta consistente con los resultados obtenidos en el análisis inferencial de la actitud global.

Esta distribución de frecuencias permite describir una valoración predominantemente positiva del estudiantado hacia la experiencia de aprendizaje mediada por IA-G. En particular, los puntajes observados reflejan una disposición favorable hacia el uso de este tipo de herramientas como apoyo en el aprendizaje de funciones racionales, en coherencia con el enfoque exploratorio del estudio y con el objetivo de analizar actitudes frente a la propuesta implementada.



## 4.4 Síntesis interpretativa:

Los resultados evidencian una actitud altamente favorable hacia el uso de IA-G como herramienta de apoyo en el aprendizaje matemático. En particular, se destacan tres aspectos centrales:

- *Comprensión conceptual:* los estudiantes lograron deducir reglas mediante análisis guiado, validando sus ideas con apoyo del modelo de IA.
- *Motivación e interés:* el componente exploratorio, el lenguaje natural y la posibilidad de controlar el ritmo de aprendizaje fortalecieron la participación activa.
- *Valor pedagógico de la IA-G:* la interacción con la IA no solo resolvió dudas, sino que estimuló procesos metacognitivos, promoviendo una reflexión más profunda sobre el contenido matemático.

En conjunto, estos hallazgos coinciden con estudios recientes que reconocen el potencial de la IA generativa como mediadora en procesos de comprensión autónoma de estructuras abstractas (Rodríguez-García y Reyes, 2023; Bengio et al., 2023), y abren nuevas posibilidades para el diseño de experiencias de aprendizaje adaptativas, centradas en el estudiante y potenciadas por tecnologías emergentes.

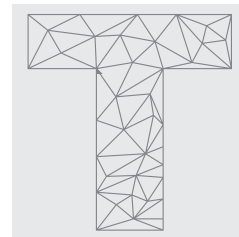
En coherencia con estos resultados, las valoraciones abiertas del estudiantado permiten profundizar en la comprensión de la experiencia de aprendizaje mediada por IA-G. En particular, se evidencia que la interacción con la IA no se limitó a la obtención de respuestas, sino que fue utilizada como un recurso para la exploración conceptual, la validación de ideas y la construcción progresiva del conocimiento.

En este sentido, un estudiante señala que:

*Esta actividad me ayudó a entender mejor el concepto de asíntotas desde un enfoque exploratorio. Al consultar con la IA y comparar la información, no solo comprendí las normas, sino que también cultivé la habilidad de argumentar y clarificar mis conclusiones.*

Asimismo, otras valoraciones destacan el carácter activo del aprendizaje promovido por la metodología, al requerir la formulación de preguntas y la verificación de la información obtenida:

*Me parece una alternativa interesante, ya que indirectamente obliga al estudiante a estar activo en el proceso, debido a que no se reciben las*



*respuestas directamente, sino que es necesario investigar, formular preguntas y verificar la información obtenida.*

De igual forma, se observa una comprensión crítica del papel de la IA en el aprendizaje, reconociendo su potencial como herramienta de apoyo, pero no como sustituto del razonamiento propio:

*Aprendí que, mediante un uso adecuado de la inteligencia artificial, es posible mejorar el conocimiento sobre un tema sin depender por completo de esta herramienta.*

En conjunto, estas evidencias cualitativas refuerzan los resultados obtenidos, al mostrar que la experiencia didáctica no solo generó una actitud positiva hacia el uso de la IA-G, sino que también promovió procesos de autorregulación, pensamiento crítico y construcción autónoma del conocimiento, en coherencia con el enfoque de aprendizaje autónomo guiado que sustenta la propuesta.

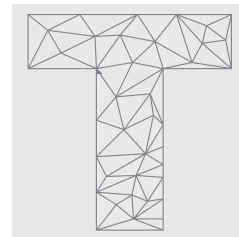
## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de esta investigación permiten apreciar que la incorporación de la IA-G en la enseñanza de funciones racionales representa una estrategia pedagógica innovadora y eficaz. La actividad diseñada propició un entorno de aprendizaje activo y autónomo, en el cual el estudiantado no solo pudo deducir y validar reglas matemáticas, sino también valorar positivamente su experiencia de aprendizaje.

En particular, se concluye que:

- La actitud del estudiantado fue significativamente más positiva que neutral, evidenciando un alto nivel de aceptación, interés y compromiso con la actividad.
- El diseño de la actividad, centrado en la indagación, la exploración gráfica y la retroalimentación por parte de la IA, facilitó la comprensión conceptual de las asíntotas.
- La IA generativa cumplió un rol complementario al del docente, actuando como mediadora cognitiva que estimuló procesos metacognitivos, pensamiento crítico y autorregulación del aprendizaje.

Estas conclusiones constituyen evidencia de la viabilidad y

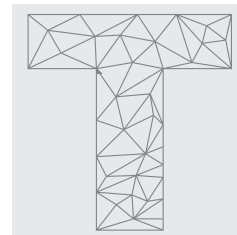


pertinencia del uso de IA-G como apoyo didáctico en el aprendizaje de contenidos matemáticos complejos, siempre que su integración esté guiada por propósitos pedagógicos claros y centrada en el desarrollo del pensamiento autónomo del estudiante. En síntesis, la experiencia educativa desarrollada aporta sustento empírico y reflexivo sobre el potencial de la IA generativa para enriquecer la enseñanza de las matemáticas desde un enfoque centrado en la comprensión, la autonomía y la innovación educativa.

## Recomendaciones

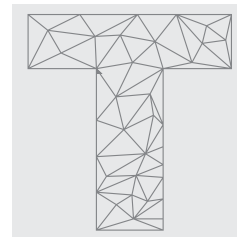
A partir de los resultados obtenidos, se proponen las siguientes recomendaciones para la práctica docente y la investigación futura:

1. Incorporar IA-G como apoyo estratégico en la enseñanza de contenidos complejos, especialmente aquellos que requieren comprensión estructural más allá del procedimiento mecánico.
2. Diseñar actividades que integren múltiples fases de exploración, formulación y validación, promoviendo así el aprendizaje basado en indagación y la reflexión crítica con apoyo de tecnologías emergentes.
3. Capacitar a las personas docentes en el uso pedagógico de herramientas de IA, no solo como recurso tecnológico, sino como catalizador para el desarrollo de competencias cognitivas y metacognitivas en matemáticas.
4. Fomentar investigaciones longitudinales y comparativas, que permitan evaluar el impacto de este tipo de estrategias en el rendimiento académico, la autoconfianza matemática y el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de diferentes niveles educativos.
5. Si bien el presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo descriptivo, centrado en el análisis de la actitud del estudiantado hacia una experiencia de aprendizaje mediada por IA-G, se reconoce que la incorporación de metodologías cualitativas podría enriquecer investigaciones futuras en esta línea. En particular, el uso de entrevistas, grupos focales o análisis de producciones escritas permitiría profundizar en las vivencias, percepciones y procesos de razonamiento de los estudiantes durante la interacción con la IA-G, aportando una comprensión más amplia y matizada de los mecanismos pedagógicos involucrados. Esta proyección se plantea como una línea de trabajo complementaria, sin desvirtuar el enfoque ni los alcances del estudio presentado.

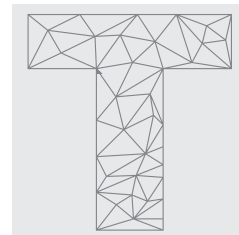


## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bengio, Y., Clune, J., & LeCun, Y. (2023). The generative AI revolution in education: Opportunities and risks. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(1), 45–61. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00327-x>
- Borji, A. (2023). A categorical archive of ChatGPT failures. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.03494>
- Campo-Arias, A., & Oviedo, H. C. (2008). Propiedades psicométricas de una escala: La consistencia interna. *Revista de Salud Pública*, 10(5), 831–839.
- Carmines, E. G., & Zeller, R. A. (1979). Reliability and validity assessment (Vol. 17). *Sage*. <https://doi.org/10.4135/9781412985642>
- Cea, M. A. (1999). *Metodología cuantitativa: Estrategias y técnicas de investigación social*. Síntesis.
- Céspedes, M., Cortés, J., & Madrigal, L. (2011). *Análisis de la unidimensionalidad en instrumentos psicométricos*. Editorial Universidad de Costa Rica.
- Durán, A., & Gavilán, J. (2021). Comprensión estructural de funciones: Un enfoque desde la visualización múltiple. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 35(2), 9–27.
- Fernández, A., Blanco, A., & Cordero, M. (2023). Estrategias cognitivas para la enseñanza de funciones racionales en bachillerato. *Educación Matemática*, 35(1), 88–104.
- Frías-Navarro, D., & Pascual, M. (2012). Prácticas del análisis factorial exploratorio (AFE) en la investigación sobre conducta del consumidor y marketing. *Suma Psicológica*, 19(1), 45–58. <https://www.uv.es/~friasnav/FriasNavarro-MarcopsSoler.pdf>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2021). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264692846-en>
- Jiménez, K., & Montero, E. (2013). Aplicación del modelo de Rasch en el análisis psicométrico de una prueba de diagnóstico en matemática. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, 13(1), 1–23. [https://tecdigital.tec.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS\\_V13\\_N1\\_2012/RevistaDigital\\_Montero\\_V13\\_n1\\_2012.pdf](https://tecdigital.tec.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS_V13_N1_2012/RevistaDigital_Montero_V13_n1_2012.pdf)
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. I., Pallant, J. L., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: ChatGPT and the opportunities and



- challenges for educators. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, **4**, 100079. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100079>
- Lozano, L., & De la Fuente-Solana, E. (2013). Diseño y validación de cuestionarios. En J. Pantoja-Vallejo (Ed.), *Manual básico para la realización de tesinas, tesis y trabajos de investigación* (pp. 251–274). EOS.
- Martínez, R. (1996). *Psicometría: Teoría de los tests psicológicos y educativos*. Síntesis.
- Meza, L. G., Suárez, Z., & Agüero, E. (2016). *Manual de investigación educativa*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Morales, P. (2008). *Estadística aplicada a las ciencias sociales*. Universidad Pontificia Comillas.
- Ripoll, J. (2011). *La d de Cohen como tamaño del efecto*. <https://clbe.wordpress.com/2011/10/26/la-d-de-cohen-como-tamano-del-efecto/>
- Rodríguez-García, M., & Reyes, C. (2023). La inteligencia artificial generativa en la educación matemática: Reflexiones, desafíos y propuestas. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, **19**(2), 55–70.
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning & Teaching*, **6**(1), 1–22. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Burgos, D. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, **10**, 15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2022). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Emerging patterns. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, **19**(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00310-w>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, **41**(2), 64–70. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)



## ANEXO A.

# EJEMPLOS DE INTERACCIÓN CON IA Y VALORACIONES DEL ESTUDIANADO

La actividad no contempló el registro sistemático de las interacciones entre el estudiantado y los sistemas de inteligencia artificial generativa. No obstante, se proporcionaron orientaciones explícitas sobre el tipo de preguntas que debían formularse a la IA en cada fase de la actividad, con el fin de promover procesos de exploración conceptual, formulación de conjeturas y validación de resultados.

En este anexo se presentan, por una parte, ejemplos representativos de las preguntas sugeridas y de las respuestas típicas generadas por la IA, derivados del diseño de la actividad. Por otra parte, se incluyen fragmentos de las valoraciones escritas por el estudiantado, las cuales permiten evidenciar de manera indirecta el tipo de interacción desarrollada con la IA y su papel como mediadora en el proceso de aprendizaje.

## A.1 Interacciones orientadas por el diseño de la actividad

### Ejemplo A1. Exploración de asíntotas verticales

#### Pregunta sugerida

¿Qué debería analizar en la función  $f(x) = \frac{3}{x-2}$  para saber si tiene una asíntota vertical? ¿Qué pasa con la gráfica de una función racional cuando el denominador es cero?

#### Respuesta típica de la IA

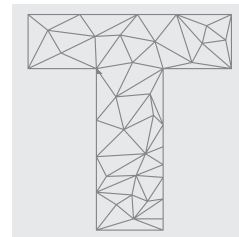
Para determinar si existe una asíntota vertical debes analizar los valores que hacen que el denominador sea cero. Si el numerador no se anula en ese mismo valor, la función presenta una asíntota vertical en ese punto. En este caso, el denominador se hace cero cuando  $x = 2$ , por lo que existe una asíntota vertical en  $x = 2$ .

### Ejemplo A2. Exploración de asíntotas horizontales

#### Pregunta sugerida

¿Qué debería revisar para saber si una función racional tiene una asíntota horizontal? ¿Qué ocurre cuando el grado del numerador es menor, igual o mayor que el del denominador?

#### Respuesta típica de la IA



Para determinar la asíntota horizontal debes comparar el grado del numerador y del denominador. Si el grado del numerador es menor, la asíntota es  $y = 0$ . Si ambos grados son iguales, la asíntota es el cociente de los coeficientes principales. Si el grado del numerador es mayor, no hay asíntota horizontal.

### **Ejemplo A3. Validación de conjeturas**

#### **Pregunta sugerida**

Según lo que deduje, una función tiene asíntota horizontal en  $y = 0$  cuando el grado del numerador es menor que el del denominador. ¿Esto es correcto?

#### **Respuesta típica de la IA**

Sí, esa afirmación es correcta. Cuando el grado del numerador es menor que el del denominador, el valor de la función se aproxima a cero cuando  $x$  crece en magnitud, por lo que la asíntota horizontal es  $y = 0$ .

### **Ejemplo A4. Limitaciones observadas en las respuestas de la IA**

En algunas interacciones, la IA tiende a proporcionar respuestas directas o a presentar reglas formales sin promover el proceso de indagación del estudiante. Asimismo, las respuestas pueden variar según la forma en que se formule la pregunta y, en algunos casos, pueden contener imprecisiones o requerir validación adicional.

Por esta razón, se orientó al estudiantado a reformular sus preguntas para solicitar explicaciones progresivas, pistas o verificaciones de razonamientos, evitando el uso de la IA como fuente directa de soluciones.

### **A.2 Evidencia cualitativa del uso de la IA por parte del estudiantado**

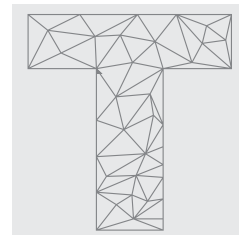
A partir de las valoraciones escritas por el estudiantado, es posible identificar el tipo de interacción desarrollada con la IA generativa durante la actividad, así como su papel en el proceso de aprendizaje. Los siguientes fragmentos corresponden a respuestas textuales del estudiantado, seleccionadas por su representatividad respecto a las tendencias observadas en los resultados.

#### **Ejemplo B1. Comprensión conceptual y argumentación**

Esta actividad me ayudó a entender mejor el concepto de asíntotas desde un enfoque exploratorio. Al consultar con la IA y comparar la información, no solo comprendí las normas, sino que también cultivé la habilidad de argumentar y clarificar mis conclusiones. Me agradó la metodología ya que promueve el pensamiento crítico y no se basa solo en la memorización de procedimientos. Pienso que estos tipos de ejercicios deberían realizarse con mayor frecuencia, ya que integran teoría, práctica y tecnología de forma altamente eficiente.

#### **Ejemplo B2. Aprendizaje activo mediado por preguntas**

Me parece una alternativa interesante, ya que indirectamente obliga



al estudiante a estar activo en el proceso, debido a que no se reciben las respuestas directamente, sino que es necesario investigar, formular preguntas y verificar la información obtenida.

### Ejemplo B3. Uso autónomo y crítico de la IA

Aprendí que, mediante un uso adecuado de la inteligencia artificial, es posible mejorar el conocimiento sobre un tema sin depender por completo de esta herramienta. Por el contrario, puede utilizarse como un recurso para adquirir información y luego aplicarla de forma individual, fomentando así un aprendizaje más autónomo y significativo.

Estas valoraciones evidencian que el estudiantado no solo utilizó la IA como fuente de información, sino como una herramienta para la construcción, validación y reflexión sobre el conocimiento, promoviendo además una actitud crítica frente a su uso.

### A.3 Ejemplo de material de apoyo para la formulación de preguntas

La Figura A1 muestra un fragmento del material proporcionado al estudiantado, en el cual se incluyen ejemplos de preguntas orientadas a la exploración conceptual mediante la interacción con la IA.

**Figura A1.** Ejemplo de preguntas sugeridas para la interacción con la IA

**Personas Funciones para analizar :**

- $f(x) = \frac{x^2+1}{x}$

**Personas Tu tarea:**

- Pregunta a la IA:
  - «¿Puede una función racional tener una asíntota que no sea vertical ni horizontal? ¿Cómo se llaman estas asíntotas?»
  - «¿Cuándo ocurre que aparece una asíntota oblicua?»
  - «¿Cómo puedo encontrar la ecuación de esa asíntota oblicua?»
  - «¿Debo realizar la división de polinomios? ¿Cómo se hace?»

En conjunto, los elementos presentados en este anexo permiten ilustrar el tipo de interacción promovida entre el estudiantado y la inteligencia artificial generativa, así como su papel como mediadora en procesos de exploración conceptual, validación de conjeturas y desarrollo de pensamiento crítico.

