

# ***De la evaluación diagnóstica a la gamificación: una propuesta pedagógica para el álgebra superior en ingeniería***

## ***From Diagnostic Assessment to Gamification: A Pedagogical Proposal for Advanced Algebra in Engineering***

**Barbara Irlanda Ortiz Martínez**

Facultad de Ingeniería Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California, México  
ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0004-1751-8583>  
Email: [barbara.ortiz@uabc.edu.mx](mailto:barbara.ortiz@uabc.edu.mx)

**Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas\***

Facultad de Ingeniería Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California, México  
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2223-9234>  
Email: [aguilar.wendolyn@uabc.edu.mx](mailto:aguilar.wendolyn@uabc.edu.mx)

**Maximiliano De Las Fuentes Lara**

Facultad de Ingeniería Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California, México  
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1001-4663>  
Email: [maximilianofuentes@uabc.edu.mx](mailto:maximilianofuentes@uabc.edu.mx)

Recibido / Received: 14/01/2026  
Aceptado / Accepted: 10/04/2026

**Resumen:** La comprensión de los conceptos de Álgebra Superior es esencial en la formación de los estudiantes de ingeniería, pero suele asociarse con altos índices de reprobación y baja motivación. El objetivo de este estudio fue identificar los contenidos de mayor dificultad en la asignatura y caracterizar los estilos de aprendizaje predominantes, con el fin de fundamentar la integración de la gamificación como estrategia pedagógica. La investigación siguió un diseño no experimental, cuantitativo y descriptivo, que incluyó el proceso de validación y confiabilidad de un instrumento diagnóstico aplicado a una muestra representativa de 300 estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. El cuestionario mostró adecuados índices psicométricos ( $KR20 = 0.846$ ; mitades partidas =  $0.878$ ; Delta Ferguson =  $0.979$ ). Los resultados revelaron dificultades significativas en operaciones con números complejos, polinomios de grado superior y sistemas de ecuaciones lineales. Asimismo, se identificó una marcada inclinación hacia los estilos de aprendizaje activo, sensorial, visual y secuencial. Estos hallazgos respaldan la pertinencia de diseñar experiencias gamificadas que integren actividades prácticas, recursos visuales y una organización progresiva de los contenidos. Se concluye que la gamificación representa una alternativa innovadora para incrementar la motivación, el compromiso y el rendimiento académico en Álgebra Superior.

**Palabras clave:** Enseñanza de ciencias básicas, motivación, evaluación diagnóstica, gamificación, álgebra superior, estilos de aprendizaje.

**Abstract:** Understanding the concepts of Advanced Algebra is essential in engineering education; however, it is often associated with high failure rates and low motivation. The aim of this study was to identify the most challenging contents of the course and to characterize the predominant learning styles, in order to justify the integration of gamification as a pedagogical strategy. The research followed a non-experimental, quantitative, and descriptive design, which included the process of validation and reliability of a diagnostic instrument applied to a representative sample of 300 students from the Faculty of Engineering at the Universidad Autónoma de Baja California. The questionnaire showed adequate

psychometric indices (KR20 = 0.846; split-half = 0.878; Ferguson's Delta = 0.979). Results revealed significant difficulties in operations with complex numbers, higher-degree polynomials, and systems of linear equations. Likewise, a strong tendency toward active, sensing, visual, and sequential learning styles was identified. These findings support the design of gamified learning experiences that incorporate practical activities, visual resources, and a progressive organization of content. It is concluded that gamification represents an innovative approach to enhance motivation, engagement, and academic performance in Advanced Algebra.

**Keywords:** Basic Science Instruction, Motivation, Diagnostic Assessment, Gamification, Advanced Algebra, Learning Styles.

## 1. Introducción

El Álgebra Superior constituye una asignatura fundamental en la formación del ingeniero, al proporcionar herramientas esenciales para modelar fenómenos, formular y resolver sistemas de ecuaciones, así como diseñar algoritmos aplicados en diversas áreas. En ingeniería electrónica y en el análisis de circuitos, se utiliza para representar y resolver redes eléctricas mediante sistemas de ecuaciones lineales, analizar el comportamiento de corrientes y voltajes, y optimizar configuraciones de componentes. De igual manera, en disciplinas relacionadas con el análisis estructural, los métodos matriciales permiten representar cargas, esfuerzos y desplazamientos en elementos mecánicos. Además, el aprendizaje del álgebra, cuando se aborda mediante metodologías activas y contextos aplicados, fomenta en los estudiantes una actitud más proactiva, reflexiva y autorregulada hacia su propio proceso de aprendizaje (Hernández-Domínguez, 2024; Maritza Elizabeth Castro et al., 2023; Pepkolaj y Duraj, 2021).

A pesar de su importancia, los estudiantes de ingeniería suelen manifestar un desinterés marcado hacia el álgebra, acompañado de bajos niveles de motivación. Esta problemática se refleja en altas tasas de ausentismo y reprobación, como lo evidencia el informe de la Facultad de Ingeniería Mexicali (FIM), que reporta un aumento progresivo en los porcentajes de reprobación entre los periodos 2020-1 y 2023-1 (Universidad Autónoma de Baja California, 2023). Este fenómeno no es exclusivo del contexto local; investigaciones internacionales han mostrado que los estudiantes, particularmente aquellos con formación previa limitada, perciben las matemáticas como una materia difícil y poco atractiva (Lee, Pyon y Woo, 2023).

Frente a esta situación, resulta necesario implementar estrategias pedagógicas innovadoras que incrementen el compromiso estudiantil y favorezcan un aprendizaje más significativo. Una de las alternativas más prometedoras es la gamificación, entendida como la incorporación de dinámicas y elementos de juego en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el objetivo de estimular la motivación y la participación activa (Zichermann y Cunningham, 2011). Diversos estudios han demostrado su efectividad en distintos niveles y contextos educativos, mostrando mejoras en el interés, la creatividad y la disposición de los estudiantes hacia las matemáticas y otras asignaturas (Contreras Espinosa y Eguía Gómez, 2017; Ojeda-Lara y Zaldívar-Acosta, 2023; Sáez López y Domínguez Garrido, 2014; Vargas Macías, Rodríguez-Hernández y Mendoza-Moreno, 2019).

La evaluación diagnóstica y la identificación de estilos de aprendizaje constituyen dos herramientas esenciales para fundamentar este tipo de estrategias innovadoras. A través del diagnóstico, es posible reconocer los contenidos que presentan mayores dificultades y orientar las acciones de mejora docente. Por su parte, la caracterización de los estilos de aprendizaje permite adaptar la enseñanza a las preferencias

cognitivas de los estudiantes, favoreciendo experiencias de aprendizaje más inclusivas y eficaces. La combinación de la evaluación diagnóstica y la caracterización de los estilos de aprendizaje fundamenta la propuesta pedagógica desarrollada.

En este estudio, desarrollado en la FIM de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), se buscó identificar las áreas de oportunidad en el aprendizaje de Álgebra Superior mediante un diagnóstico inicial aplicado a estudiantes de distintos programas de ingeniería durante los ciclos escolares 2023-2 y 2024-1. Con base en los resultados obtenidos, se propone la integración de elementos de gamificación en el diseño instruccional de la asignatura, con el propósito de fortalecer la motivación, el compromiso y el rendimiento académico.

En este contexto, la investigación se plantea responder a las siguientes preguntas: ¿Qué contenidos de la asignatura de Álgebra Superior representan mayor dificultad para los estudiantes de ingeniería? ¿Cuáles son los estilos de aprendizaje predominantes en quienes cursan esta asignatura? y ¿Cómo pueden aprovecharse los hallazgos del diagnóstico y la caracterización de estilos de aprendizaje para fundamentar la integración de la gamificación en el diseño instruccional? Estas interrogantes vinculan un diagnóstico riguroso con una propuesta pedagógica innovadora, ofreciendo bases empíricas y teóricas para mejorar la enseñanza del Álgebra Superior en la educación superior en ingeniería. Esta perspectiva busca contribuir al diseño de estrategias instruccionales basadas en evidencia, orientadas a fortalecer la calidad del aprendizaje y la innovación pedagógica en la formación de ingenieros.

## **2. Marco teórico**

La revisión de la evidencia indica que una estrategia prometedora para enfrentar las dificultades en el aprendizaje del Álgebra Superior en ingeniería consiste en articular tres elementos: la evaluación diagnóstica, la identificación de estilos de aprendizaje y la aplicación de estrategias gamificadas. La evaluación diagnóstica permite detectar los contenidos críticos y perfilar las características de los estudiantes; el análisis de estilos de aprendizaje ayuda a comprender la diversidad en la forma en que los alumnos procesan la información; y la gamificación ofrece un marco didáctico que transforma estas áreas problemáticas en experiencias más motivadoras, atractivas y significativas.

Bajo esta perspectiva, el presente marco teórico sustenta la pertinencia de articular estos enfoques con el propósito de incrementar el compromiso estudiantil y mejorar el rendimiento académico, aportando así una propuesta pedagógica innovadora y contextualizada para la enseñanza del Álgebra Superior en la educación superior.

### *2.1. Evaluación diagnóstica en educación superior*

El diseño de instrumentos de evaluación requiere un proceso metodológico riguroso que asegure la validez y confiabilidad de los datos obtenidos. De acuerdo con la Guía para la elaboración de instrumentos del INEE (2019), los principios básicos que deben cumplir son la validez, confiabilidad y equidad. Estos lineamientos sustentan la necesidad de contar con metodologías estructuradas para la elaboración de cuestionarios que permitan medir de manera precisa los aprendizajes adquiridos por los estudiantes.

La aplicación de evaluaciones diagnósticas resulta esencial en asignaturas de alta complejidad como el Álgebra Superior, pues permite identificar las áreas de mayor dificultad desde el inicio del curso. Tal como señalan Pedrosa, Suárez-Álvarez

y García-Cueto (2013), este tipo de instrumentos no solo cumplen una función de medición, sino que también orientan la toma de decisiones pedagógicas, al facilitar la detección de contenidos críticos y la planeación de estrategias de mejora.

## *2.2. Estilos de aprendizaje*

El diagnóstico de los estilos de aprendizaje constituye un complemento relevante para la caracterización de los estudiantes. En este estudio se incorporó el cuestionario de Felder y Silverman (1988), ampliamente validado en contextos universitarios, cuyo propósito es identificar preferencias cognitivas en cuatro dimensiones: activo–reflexivo, sensorial–intuitivo, visual–verbal y secuencial–global (Ocampo Botello et al., 2014).

La dimensión activo–reflexivo distingue entre estudiantes que aprenden mejor mediante la aplicación inmediata y la interacción, y aquellos que prefieren el análisis previo de la información (Felder y Silverman, 1988).

La dimensión sensorial–intuitiva se refiere a la forma en que los alumnos perciben la información, diferenciando entre quienes se orientan hacia hechos concretos y procedimientos conocidos y aquellos que prefieren teorías, patrones y relaciones abstractas (Graf, Lin y Kinshuk, 2008).

En la dimensión visual–verbal, los estudiantes visuales muestran preferencia por gráficos, diagramas y esquemas, mientras que los verbales se apoyan principalmente en explicaciones escritas u orales, siendo recomendable integrar ambos enfoques en la enseñanza del álgebra (Bazán-Perkins y Santibañez-Salgado, 2025; Felder y Silverman, 1988).

Por último, la dimensión secuencial–global distingue entre quienes aprenden de manera progresiva y ordenada, y quienes requieren una visión general antes de integrar los detalles, lo que sugiere la conveniencia de estructurar los contenidos de forma gradual sin perder de vista el panorama conceptual (Bazán-Perkins y Santibañez-Salgado, 2025).

La identificación de estas preferencias permite orientar el diseño de estrategias didácticas más inclusivas y alineadas con la diversidad del aula. Como señalan Felder y Spurlin (2005), los estilos de aprendizaje no deben entenderse como categorías rígidas, sino como tendencias que influyen en la forma en que los estudiantes procesan la información, lo que favorece la planificación de experiencias de aprendizaje más efectivas.

## *2.3. Gamificación en la enseñanza de las matemáticas*

La gamificación, entendida como la incorporación de dinámicas y elementos de juego en contextos educativos, ha ganado relevancia como estrategia para fomentar la implicación del estudiante y favorecer experiencias de aprendizaje más activas y significativas (Abdul Rahim, Baharum y Hijazi, 2019a; Barata et al., 2013; Zichermann y Cunningham, 2011).

Diversos estudios en matemáticas y áreas STEM reportan que la implementación de entornos gamificados contribuye a la participación activa, el aprendizaje colaborativo y una percepción más positiva de los contenidos por parte de los estudiantes (Ojeda-Lara y Zaldívar-Acosta, 2023; Prieto-Andreu, Gómez-Escalonilla-Torrijos y Said-Hung, 2022). Experiencias documentadas incluyen el uso de plataformas digitales y metodologías lúdicas, como Classcraft, Kahoot o modelos basados en Lego, que han mostrado efectos favorables tanto en el aprendizaje disciplinar como

en el desarrollo de competencias transversales (Zabala-Vargas et al., 2022; Zamora-Hernandez, Rodriguez-Paz y Gonzalez-Mendivil, 2021).

Estudios recientes destacan la relevancia de integrar componentes físicos y virtuales para personalizar el aprendizaje y monitorear el progreso estudiantil. En particular, Lee et al. (2023) señalan que elementos como misiones e insignias presentan un mayor impacto en la implicación del estudiante en comparación con otros recursos gamificados, como las tablas de clasificación.

En el ámbito educativo, la motivación se reconoce como un factor clave en el compromiso con el aprendizaje; no obstante, en este estudio se considera principalmente como un resultado esperado de la implementación de estrategias didácticas activas y contextualizadas (Carrasco y Javaloyes Soto, 2015; Valenzuela Carreño, 2007). En este sentido, la gamificación se ha asociado con mejoras en la implicación académica y la percepción de relevancia de los contenidos, al integrar desafíos, recompensas formativas y sistemas de progresión que favorecen el aprendizaje activo (Abdul Rahim et al., 2019b; Zabala-Vargas et al., 2022).

En conjunto, la evaluación diagnóstica, los estilos de aprendizaje y la gamificación conforman un modelo pedagógico basado en evidencia que sustenta el análisis empírico presentado en este estudio.

### **3. Metodología**

La metodología de este estudio se estructuró con el propósito de diseñar, validar y aplicar un instrumento diagnóstico que permitiera identificar los contenidos de mayor dificultad en la asignatura de Álgebra Superior y caracterizar los estilos de aprendizaje predominantes entre los estudiantes de ingeniería. El estudio adoptó un diseño no experimental, descriptivo y transversal con validación instrumental, orientado a obtener información cuantitativa que sustentara la propuesta pedagógica de integración de la gamificación.

El instrumento se desarrolló con base en los criterios técnicos del Diario Oficial de la Federación (2019), la Guía para la elaboración de instrumentos de evaluación del INEE (2019) y las recomendaciones de Backhoff et al. (2006) para la construcción de exámenes criterios, garantizando la validez, confiabilidad y pertinencia curricular del instrumento.

El proceso se organizó en cinco etapas secuenciales y complementarias: análisis curricular, definición de especificaciones, construcción de reactivos, validación de contenido y confiabilidad, y aplicación formal con análisis de resultados. Cada una de estas fases se describe a continuación.

#### **3.1. Análisis curricular**

Se realizó un análisis curricular exhaustivo de la asignatura de Álgebra Superior, orientado a determinar los contenidos más relevantes y con mayor presencia en el plan de estudios 2019-2 de la FIM de la UABC. Para ello se elaboró una retícula del Programa de Unidad Académica (PUA), que permitió visualizar las relaciones entre contenidos y detectar los temas que reciben y ofrecen más servicios a otras unidades de aprendizaje del área de ciencias básicas e ingeniería. La retícula funcionó como herramienta gráfica para priorizar los temas a evaluar y asegurar que el instrumento tuviera pertinencia curricular.

El análisis anterior fue complementado con formatos de justificación de contenidos (Tabla 1), organizado en dos columnas: en la primera se enlistan los contenidos seleccionados y en la segunda se explicitan las razones pedagógicas, disciplinares

y curriculares que justificaban su inclusión. De esta manera, se garantizó que los reactivos representaran de manera equitativa los propósitos de la asignatura.

Tabla 1: Ejemplo del formato para la justificación sobre las decisiones adoptadas de la importancia de los contenidos seleccionados.

Contenido a evaluar	Razones que justifican la decisión
	<b>1.2 Introducción a los números complejos</b>
1.2.3 Operaciones básicas	Es un contenido esencial porque parte del concepto de número complejo (1.2.1) y constituye la base para otros temas como la fórmula de Euler (1.2.5), la fórmula de Moivre (1.2.6) y el estudio de raíces reales y complejas (2.2.1). El dominio de las operaciones básicas con números complejos (suma, resta, multiplicación, división y conjugados) es indispensable para abordar problemas posteriores de mayor complejidad. Su relevancia se hace evidente en asignaturas como Cálculo Integral y Ecuaciones Diferenciales, ya que los números complejos facilitan la resolución de integrales que involucran funciones exponenciales y trigonométricas, especialmente mediante el uso de la fórmula de Euler y técnicas de integración en el plano complejo, así como encontrar soluciones de ecuaciones diferenciales con raíces complejas en sus polinomios característicos. De igual manera, en Álgebra Superior, la aritmética de números complejos es necesaria para el cálculo de valores y vectores propios, especialmente cuando surgen raíces complejas. Además, este contenido tiene aplicaciones directas en la ingeniería eléctrica y electrónica (análisis de señales, circuitos de corriente alterna, transformadas de Fourier y Laplace) y en la ingeniería mecánica (vibraciones y dinámica de sistemas). En todos estos campos, los números complejos constituyen herramientas básicas y de uso cotidiano.
Fuente: elaboración propia.	

Tabla 2: Cuadro de especificaciones iniciales de reactivos.

Eje Curricular	Contenidos	Número de especificación	Números de reactivos	Número del reactivo
<b>Unidad 1. Sistemas de numeración</b>				
1.2 Introducción a los números complejos	1.2.2 Representación rectangular del número complejo	1	2	1,2
	1.2.3 Operaciones básicas: suma, resta, multiplicación, división y complejo conjugado	1	1	3
	1.2.4 Representación polar	2	1	4,5,6
	1.2.5 Formula Euler	1	1	7
	1.2.6 Formula de Moivre	1	1	8
<b>Unidad 2. Polinomios y expresiones racionales</b>				
2.1 Polinomios y propiedades	2.1.1 Operaciones fundamentales con polinomios	1	3	9,10,11
2.2 Raíces de polinomios	2.2.1 Raíces reales y complejas	2	3	12,13,14
	2.2.4 División sintética	1	1	15
2.3 Fracciones parciales	2.3.2 Factores lineales distintos	1	1	16
	2.3.3 Factores lineales repetidos	1	1	17
	2.3.4 Factores cuadráticos distintos	1	1	18
	2.3.5 Factores cuadráticos repetidos	1	1	19
<b>Unidad 3. Vectores y Matrices</b>				
3.1 Concepto de vectores	3.1.1 Notación vectorial	1	1	20
3.2 Representación gráfica en dos y tres dimensiones	3.2.1 Representación gráfica en dos dimensiones	1	1	21
	3.3.2 Multiplicación de un vector por un escalar	1	1	22
3.3 Operaciones con vectores	3.3.3 Producto punto	1	1	23
	3.3.4 Producto cruz	1	1	24
	3.3.5 Aplicaciones (áreas y volúmenes)	1	2	25,26
3.4 Matrices	3.4.3 Operaciones con matrices: suma, resta, multiplicación de un escalar por una matriz	1	1	27
	3.4.4 Multiplicación de un vector por una matriz	1	1	28
	3.4.5 Multiplicación de matrices	1	1	29
<b>4. Sistemas de ecuaciones lineales y determinantes</b>				
4.1 Clasificación: Homogéneas y no homogéneas	4.1.1 Representación cartesiana 2D y 3D	1	2	30,31
4.2 Determinantes y sus propiedades	4.2.1 Determinantes e inversas. Método de cofactores	1	2	32,33
	4.2.2 Regla de Cramer	1	1	34

Eje Curricular	Contenidos	Número de especificación	Números de reactivos	Número del reactivo
4.3 Eliminación Gaussiana	4.3.1 Operaciones con renglones	2	4	35
4.4 Eliminación Gauss-Jordan	4.4.1 Operaciones con renglones	1	1	36
	4.4.2 Inversa de una matriz	1	1	37
4.5 Espacio vectorial y subespacio vectorial	4.5.3 Dependencia e independencia lineal	1	1	38
<b>5. Valores y vectores propios</b>				
5.1 Valores propios y vectores propios	5.1.1 Valores característicos	1	2	39,40
	5.1.2 Vectores característicos	1	2	41,42

Fuente: elaboración propia.

Además, se elaboró un cuadro de especificaciones de reactivos (Tabla 2), en el cual se definió la cantidad de ítems necesarios por cada contenido, asegurando una cobertura equilibrada de las distintas unidades del curso. Este recurso permitió prever la estructura global de la evaluación antes de proceder con la construcción de los reactivos.

### 3.2. Definición de especificaciones

La segunda etapa consistió en la construcción de la tabla de especificaciones, que sirvió como puente metodológico entre los objetivos curriculares y la evaluación (Tabla 3). En este documento se definió el contenido relacionado con el reactivo, el indicador de logro asociado, el nivel de contenido —conceptual o procedimental— y el tipo de elemento a evaluar. Asimismo, se incluyó un reactivo muestra acompañado de instrucciones específicas para el estudiante y el tiempo estimado.

Tabla 3: Tabla de especificaciones por reactivo.

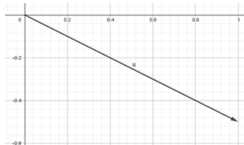
1. Datos de identificación del contenido a evaluar			
1.1 Reactivo			3
1.2 Asignatura:	Álgebra Superior	1.3 Contenido Macro:	Unidad 1. Sistemas de numeración
1.4 Tema:	1.2 Introducción a los números complejos	1.5 Subtema	1.2.3 Operaciones básicas: suma, resta, multiplicación, división y complejo conjugado
2. Atributos del reactivo			
2.1 Comentario aclaratorio acerca del sentido del contenido.	Los números complejos son expresiones algebraicas que contienen una parte real y una parte imaginaria, los cuales pueden ser expresados en diferentes formas. La forma rectangular se expresa como $a + bi$ , entre los números imaginarios se pueden realizar operaciones como suma, resta, multiplicación, división. Aparecen en ciertas ocasiones como la solución de algunas ecuaciones en la asignatura de Álgebra Superior, Cálculo Integral y en asignaturas relacionadas con circuitos eléctricos. También se utilizan las raíces complejas de ecuaciones para resolver ciertas ecuaciones diferenciales.		
2.2 Indicador de logro	Identificar la gráfica que corresponde al número complejo resultante de resolver operaciones básicas con números complejos en su forma rectangular.		
2.3 Tipo de contenido	Concepto ( )	Procedimiento (X)	
3. Atributos relevantes de los estímulos que se presentarán a los alumnos			
3.1 Instrucciones para responder el reactivo	Seleccionar la gráfica que representa el número complejo en su forma rectangular que resulta de las operaciones básicas propuestas en el enunciado.		
3.2 Base del reactivo	Se propone una expresión algebraica para realizar las operaciones básicas entre números complejos en su forma rectangular, con las siguientes condiciones: Que contenga al menos dos operaciones básicas entre números complejos en su forma rectangular. Involucre una representación negativa del número real o imaginario.		
3.3 Vocabulario e información textual, gráfica o tabular a emplear	Al estudiante se le presentan gráficas que representan números complejos, entre los cuales se encuentra el resultado de una expresión en forma algebraica, en donde se espera que el estudiante resuelva las operaciones básicas indicadas para generar un número complejo en su forma rectangular.		
3.4 Distractores	Los distractores gráficos que representen números complejos que resultan de errores que el estudiante puede cometer al momento de resolver las operaciones básicas planteadas.		
3.5 Respuesta correcta	Gráfica que representa el número complejo resultante de las operaciones básicas propuestas graficado a partir de su representación rectangular.		
4. Reactivo muestra y duración de la resolución			

**4.1 Reactivo muestra**

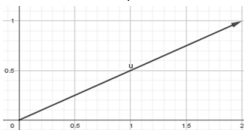
Dada la siguiente operación. ¿Cuál es la gráfica que representa la solución?

$$\frac{(3 + 7i) + (5 - i)}{(4 + 8i)}$$

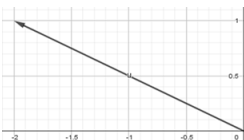
a)



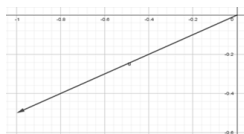
b)



c)



d)



**4.2 Tiempo estimado de ejecución** 3 minutos

Fuente: elaboración propia.

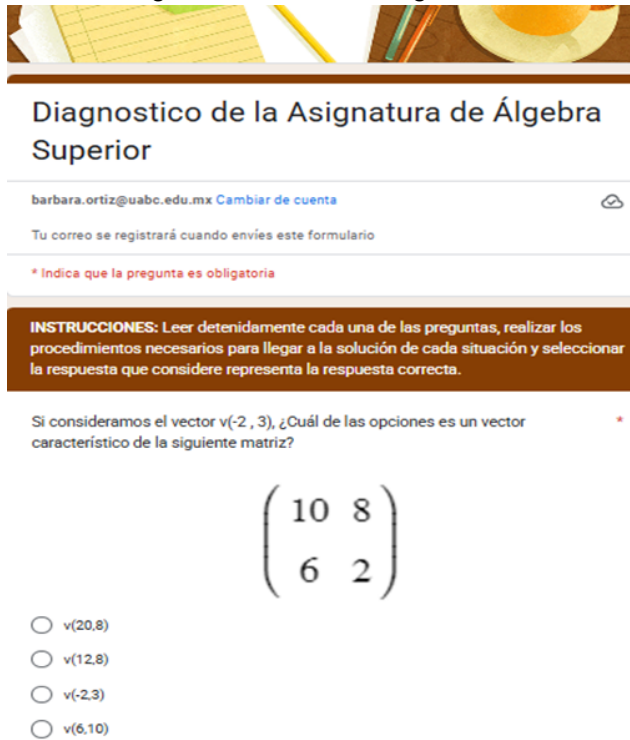
La tabla de especificaciones permitió garantizar la validez de contenido, asegurando que la prueba no se limitará a medir conocimientos aislados, sino que cubriera de manera representativa las competencias establecidas en el programa oficial. Al mismo tiempo, este procedimiento aseguró la posibilidad de reproducir el examen en futuras aplicaciones bajo lineamientos estandarizados.

### 3.3. Construcción de reactivos

Una vez definidas las especificaciones, se procedió a la redacción de los reactivos, donde cada ítem se diseñó atendiendo criterios de claridad en la redacción, pertinencia conceptual, congruencia con el indicador de logro y funcionalidad de los distractores.

El instrumento inicial estuvo compuesto por 40 reactivos de opción múltiple, los cuales fueron implementados en la plataforma Google Forms (Figura 1). El uso de esta herramienta tecnológica permitió aplicar el instrumento en línea, facilitar el acceso a los estudiantes, almacenar automáticamente las respuestas en hojas de cálculo y generar estadísticas descriptivas inmediatas, así como gráficas que facilitaron la interpretación de resultados. De esta forma, Google Forms favoreció la eficiencia logística y la reducción de errores en la codificación manual de datos, además de ofrecer una interfaz amigable para los estudiantes.

Figura 1: Evaluación diagnóstica.



### 3.4. Validación de contenido, confiabilidad y ajustes

El instrumento fue sometido a un proceso de validación por jueces expertos, en el cual participaron cuatro docentes de la FIM con amplia experiencia en la enseñanza del Álgebra Superior. Cada juez evaluó los reactivos utilizando un formato diseñado para analizar trece criterios relacionados con la relevancia del ítem, la claridad en la redacción, la pertinencia de los distractores, la congruencia con los indicadores de logro y el nivel de dificultad adecuado (Tabla 4).

Tabla 4: Instrumento de evaluación para cada reactivo por expertos en el área.

Juez	Criterios / Reactivos
1	Corresponde al tema establecido en la tabla de especificaciones
	Corresponde al subtema establecido en la tabla de especificaciones
	Refleja el nivel de demanda cognitiva (indicador de logro) establecida en la tabla de especificaciones
	Por la dificultad es apropiado para ser contestado por un estudiante de algebra superior
	El reactivo es totalmente independiente y contiene la información necesaria para ser contestado
	La redacción del reactivo y lo que se solicita o pregunta es claro
	Está libre de errores ortográficos
	Las imágenes, gráficas, tablas y expresiones algebraicas son nítidos
	El texto del reactivo es breve, directo y el vocabulario utilizado en el reactivo es de uso común
	La información que se brinda no orienta o refleja explícitamente la respuesta
	El reactivo está libre de sesgos culturales, de género, localismos, estereotipos, controversiales
	Las opciones de respuesta son admisibles
	Solo tiene una respuesta correcta
Algún distractor es parcialmente correcto	

Fuente: elaboración propia.

Los resultados se sistematizaron en Microsoft Excel, lo que permitió calcular el Índice de Validez de Contenido (IVC) según la metodología de Lawshe (Pedrosa et al., 2013) y reunir las valoraciones de los jueces expertos. Los análisis de confiabilidad y consistencia interna se realizaron con apoyo de Excel y SPSS, garantizando la precisión en los cálculos y la solidez psicométrica del instrumento.

### *3.5. Aplicación formal y análisis de resultados*

El instrumento fue aplicado inicialmente en una prueba piloto a 114 estudiantes de la FIM que ya habían cursado la asignatura, con el propósito de identificar áreas de mejora en la redacción de los ítems y en la estructura general de la prueba. A partir de las observaciones derivadas de esta etapa, se realizaron ajustes de contenido y forma, obteniéndose la versión final del instrumento, compuesta por 42 reactivos. Posteriormente, esta versión definitiva se aplicó durante los ciclos escolares 2023-2 y 2024-1 a una muestra de 300 estudiantes, seleccionados proporcionalmente de una población total de 1,347 alumnos inscritos en la asignatura, lo que permitió contar con una muestra estadísticamente representativa para el análisis psicométrico y pedagógico de los resultados. De manera complementaria, se aplicó el cuestionario de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman (1988) a la misma muestra, con el objetivo de identificar las preferencias cognitivas de los estudiantes y analizar posibles relaciones entre la forma en que procesan la información y las dificultades detectadas en el diagnóstico. A continuación, se presentan los resultados psicométricos y pedagógicos derivados de la aplicación del instrumento, los cuales permiten valorar su validez, confiabilidad y utilidad para identificar las principales dificultades conceptuales y procedimentales en la asignatura de Álgebra Superior.

## **4. Análisis de resultados**

El análisis de resultados se organizó en distintos apartados con el propósito de ofrecer una visión integral del desempeño estudiantil y de las propiedades psicométricas del instrumento aplicado. En primer lugar, se presentan los indicadores de validez y confiabilidad que sustentan la calidad técnica de la prueba. Posteriormente, se analizan los índices de dificultad y discriminación de los reactivos para identificar los contenidos de mayor complejidad. Finalmente, se exponen los resultados relacionados con los estilos de aprendizaje, con el fin de vincularlos con los hallazgos del diagnóstico y sustentar la propuesta pedagógica de gamificación.

### *4.1. Análisis psicométrico*

La validez del instrumento se corroboró con el análisis de contenido realizado por cuatro jueces expertos, quienes evaluaron cada ítem con base en trece criterios previamente establecidos, como resultado, se obtuvo un IVC promedio de 0.95, lo cual supera ampliamente el umbral de 0.80 sugerido en la literatura (Pedrosa et al., 2013). Además, se incorporaron las observaciones cualitativas de los jueces, que recomendaron mejorar la redacción, equilibrar la distribución de los reactivos entre unidades, emplear fracciones en lugar de decimales y garantizar la corrección ortográfica. Estas modificaciones derivaron en la versión final del instrumento con 42 reactivos.

La confiabilidad del instrumento se evaluó mediante distintos coeficientes estadísticos. El valor de KR-20 fue de 0.85 mientras que el coeficiente de mitades partidas (la prueba

se divide en dos mitades equivalentes) alcanzó un valor de 0.88, lo que refleja una adecuada consistencia interna y evidencia que los reactivos están bien correlacionados entre sí, midiendo de manera homogénea los conocimientos esperados.

La distribución de los puntajes totales se calculó mediante la prueba delta de Ferguson, obteniendo un valor de 0.98, lo que satisface ampliamente el criterio establecido (Ding et al., 2006; Engelhardt, 2009). Esto significa que los reactivos permitieron discriminar de manera adecuada entre los distintos niveles de desempeño de los estudiantes, evitando concentraciones excesivas en las respuestas correctas o incorrectas.

Estos resultados superan los umbrales recomendados en la literatura (0.70 a 0.90) para instrumentos educativos (Ritter, 2010; Streiner, 2003), lo que respalda la validez y solidez de la prueba diagnóstica diseñada. En consecuencia, se puede afirmar que el cuestionario no solo es confiable, sino que también presenta una adecuada capacidad para distinguir entre estudiantes con diferentes niveles de dominio en Álgebra Superior.

El índice de dificultad promedio de la prueba fue de  $0.44 \pm 0.16$  (media  $\pm$  desviación estándar), lo que refleja un nivel de dificultad global moderado, cercano al valor óptimo recomendado de 0.50. La dispersión obtenida indica que la mayoría de los ítems se ubicaron entre 0.28 y 0.60, es decir, en el rango de dificultad media a difícil. Asimismo, de acuerdo con las recomendaciones de Ding et al. (2006), resulta adecuado que tanto el índice de dificultad de los reactivos como el promedio global de la prueba se mantengan dentro del intervalo de 0.20 a 0.90, condición que cumple el instrumento analizado.

El índice promedio de discriminación obtenido fue de  $0.41 \pm 0.15$  (media  $\pm$  desviación estándar), valor que se ubica dentro de la categoría considerada como excelente al superar el umbral de 0.40 (Contreras y Backhoff, 2004). Este resultado es particularmente relevante, ya que el índice de discriminación refleja la capacidad de los ítems para diferenciar entre los sustentantes con alto y bajo nivel de desempeño. En este sentido, un valor elevado indica que los reactivos no solo evalúan conocimientos de manera homogénea, sino que también contribuyen a identificar con precisión las diferencias individuales en el aprendizaje, fortaleciendo la validez y utilidad de la prueba como instrumento de evaluación. El coeficiente de correlación biserial puntual (rpbis) obtenido para la prueba presentó un promedio de  $0.37 \pm 0.11$  (media  $\pm$  desviación estándar). Este valor indica una adecuada calidad de los ítems, ya que evidencia que, en promedio, los reactivos muestran una correlación positiva y consistente con el puntaje total de la prueba. En otras palabras, los ítems con mayor probabilidad de ser respondidos correctamente por los estudiantes con un mejor desempeño global son aquellos que más contribuyen a la discriminación de la prueba. De acuerdo con lo señalado por Backhoff et al. (2006), valores de rpbis iguales o superiores a 0.35 son considerados como aceptables para garantizar la calidad de los reactivos, por lo que los resultados reportados refuerzan la validez interna del instrumento.

#### 4.2. Dificultades conceptuales

El análisis de resultados se centró en el desempeño de los estudiantes en el instrumento diagnóstico que abarcan tanto contenidos conceptuales como procedimentales de la asignatura de Álgebra Superior. Con el fin de identificar los temas de mayor complejidad, se calcularon los índices de dificultad de cada reactivo, considerando como problemáticos aquellos con valores inferiores a 0.40, criterio recomendado en la literatura especializada (Ritter, 2010). En la Tabla 5 se muestran

los resultados, donde los reactivos con mayor nivel de dificultad aparecen resaltados en color rojo, lo que permitió visualizar de manera inmediata las áreas que requieren atención prioritaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 5: Índice de dificultad de los reactivos de las cinco unidades de la asignatura de Álgebra Superior.

<b>Unidad 1 Reactivo</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Índice de Dificultad</b>	0.75	0.54	0.32	0.27	0.59	0.59	0.19
<b>Unidad 2 Reactivo</b>	8	9	10	11	12	13	14
<b>Índice de Dificultad</b>	0.39	0.73	0.75	0.60	0.61	0.55	0.47
<b>Unidad 3 Reactivo</b>	15	16	17	18	19	20	21
<b>Índice de Dificultad</b>	0.43	0.57	0.49	0.42	0.55	0.55	0.54
<b>Unidad 4 Reactivo</b>	22	23	24	25	26	27	28
<b>Índice de Dificultad</b>	0.70	0.75	0.41	0.34	0.46	0.58	0.67
<b>Unidad 5 Reactivo</b>	29	30	31	32	33	34	35
<b>Índice de Dificultad</b>	0.65	0.40	0.32	0.67	0.33	0.60	0.28
<b>Unidad 6 Reactivo</b>	36	37	38	39	40	41	42
<b>Índice de Dificultad</b>	0.34	0.34	0.41	0.26	0.48	0.28	0.40

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6: Reactivos seleccionados por representar mayor dificultad en los estudiantes.

No. Reactivo	Contenido	Indicador de logro
3	1.2.3 Operaciones básicas: suma, resta, multiplicación, división y complejo conjugado	Identificar la gráfica que corresponde al número complejo resultante de resolver operaciones básicas con números complejos en su forma rectangular.
4	1.2.4 Representación polar	Resolver operaciones básicas con números complejos en su representación polar.
7	1.2.5 Fórmula Euler	Calcular las operaciones básicas propuestas entre números complejos en su forma exponencial.
8	1.2.6 Fórmula de Moivre	Aplicar el teorema de Moivre para generar el número complejo en la forma de representación solicitada.
25	3.3.5 Aplicaciones (áreas y volúmenes)	Calcular el área o volumen solicitado a partir de los vectores dados.
31	4.1.1 Representación cartesiana 2D y 3D	Clasificar la solución de un sistema de ecuaciones lineales a partir de su representación gráfica.
33	4.2.1 Determinantes e inversas. Método de cofactores	Solucionar el determinante.
35	4.3.1 Operaciones con renglones	Aplicar correctamente el método de eliminación Gaussiana para transformar un sistema de ecuaciones lineales en una forma equivalente triangular superior, identificando los pasos intermedios y las ecuaciones resultantes.
36	4.4.1 Operaciones con renglones	Aplicar el método de eliminación Gauss-Jordán para resolver un sistema de ecuaciones lineales, realizando correctamente las operaciones elementales hasta expresar la solución.
37	4.4.2 Inversa de una matriz	Aplicar correctamente los métodos de inversión de matrices para obtener los elementos de la matriz.
39	5.1.1 Valores característicos	Calcular los valores propios o característicos de una matriz.
41	5.1.2 Vectores característicos	Determinar la solución del valor y vector característico.

Fuente: elaboración propia.

De los 42 reactivos, 12 presentaron un índice de dificultad menor a 0.40. Estos reactivos se relacionaron principalmente con contenidos sobre números complejos, polinomios de grado superior y sistemas de ecuaciones lineales. En el caso de los números complejos, las dificultades se concentraron en operaciones básicas (suma, resta y multiplicación) en sus formas rectangular y polar, así como en su representación gráfica. En relación con los polinomios, los errores fueron más frecuentes en factorización y división sintética, mientras que en los sistemas de ecuaciones lineales las problemáticas se relacionaron con la aplicación de métodos algebraicos como

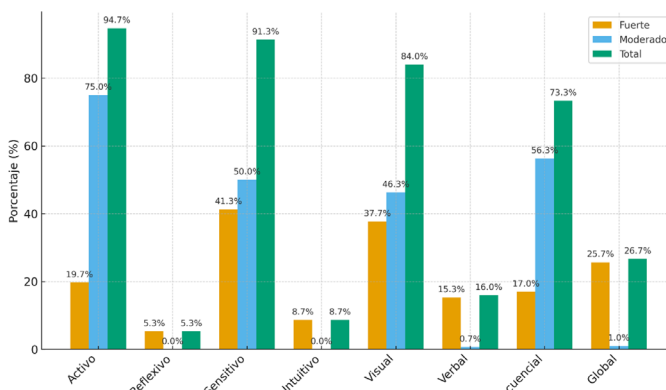
eliminación de variables y el uso de matrices (Tabla 6). Estas observaciones coinciden con lo reportado por Zabala-Vargas et al. (2022), quienes documentan la persistencia de dificultades en operaciones algebraicas avanzadas entre estudiantes de ingeniería.

El análisis de los distractores permitió identificar errores recurrentes en distintos contenidos de la asignatura. En los reactivos sobre números complejos, se observaron confusiones en la representación de la parte imaginaria, cambios de cuadrante, inversión de signos y dificultades para interpretar la forma polar y exponencial. En los polinomios de grado superior, los errores más comunes estuvieron asociados con la factorización incompleta, la aplicación incorrecta de la división sintética y la confusión entre raíces reales y complejas. En los sistemas de ecuaciones lineales, se detectaron omisiones en las operaciones con renglones y fallos en la aplicación de métodos algebraicos como Gauss o Cramer, mientras que en los temas de valores y vectores propios se evidenció la confusión entre el concepto de autovalor y la sustitución incorrecta en el polinomio característico. Estos patrones de error confirman que el instrumento permitió no solo medir el nivel de dominio conceptual y procedimental, sino también identificar concepciones erróneas persistentes que pueden abordarse mediante estrategias de enseñanza más activas y visuales.

### 4.3. Estilos de aprendizaje

Los resultados del diagnóstico también se analizaron en función de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, evaluados mediante el cuestionario de Felder y Silverman (1988). Como se observa en la Tabla 7, la mayoría presenta una marcada preferencia por los estilos activo (94.7%), sensitivo (91.3%), visual (84%) y secuencial (73.3%). Este perfil sugiere que los estudiantes de Álgebra Superior aprenden de manera más efectiva cuando participan en actividades prácticas y colaborativas, cuando los contenidos se presentan mediante recursos gráficos y visuales, y cuando la exposición de los temas sigue una secuencia progresiva y ordenada, reforzando la necesidad de diseñar experiencias de aprendizaje que integren dinámicas activas, ejemplos concretos y representaciones visuales, facilitando así la comprensión de conceptos abstractos característicos de la asignatura.

Tabla 7: Estilos de aprendizaje en estudiantes de la asignatura de Álgebra Superior.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados reflejados permiten establecer un diagnóstico integral sobre las principales dificultades conceptuales en Álgebra Superior y sobre los estilos de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería. Lo que constituye un insumo fundamental para justificar la incorporación de dinámicas de gamificación en el diseño instruccional, ya que dichas estrategias no solo atienden las deficiencias conceptuales detectadas, sino que también se alinean con las preferencias cognitivas predominantes en la población estudiantil, favoreciendo un aprendizaje más motivador, participativo y eficaz (Zabala-Vargas et al., 2022; Zichermann y Cunningham, 2011).

## 5. Discusión

Los resultados del estudio permitieron identificar con claridad los principales desafíos conceptuales en la asignatura de Álgebra Superior, así como los estilos de aprendizaje predominantes entre los estudiantes de ingeniería. Las mayores dificultades se concentraron en las operaciones con números complejos, los polinomios de grado superior y los sistemas de ecuaciones lineales, mientras que los índices psicométricos confirmaron la validez y confiabilidad del instrumento diagnóstico. Asimismo, se observó una marcada preferencia por los estilos activo, sensorial, visual y secuencial, lo que evidencia una tendencia hacia formas de aprendizaje práctico, visual y progresivo. Estos hallazgos proporcionan una base empírica sólida para vincular los resultados del diagnóstico con el diseño de estrategias didácticas orientadas a atender dichas dificultades.

Las dificultades identificadas en contenidos de alta abstracción coinciden con lo reportado en estudios previos, que documentan la persistencia de errores conceptuales y procedimentales en álgebra avanzada entre estudiantes de ingeniería (Al-Rababaha, Yew y Meng, 2020; Zabala-Vargas et al., 2022). En este sentido, los resultados refuerzan la necesidad de replantear las estrategias de enseñanza desde enfoques que favorezcan la comprensión conceptual y la articulación entre distintos registros de representación, particularmente en temas donde los errores se repiten de manera sistemática.

El análisis de los distractores permitió identificar patrones de error asociados no solo a fallas procedimentales, sino a una comprensión fragmentada de los conceptos algebraicos. Estas dificultades se relacionan con la escasa conexión entre las representaciones simbólica, gráfica y conceptual, lo que limita la transferencia y el razonamiento matemático, tal como señalan Duval (2006) y Mathaba et al. (2024). La identificación de estas concepciones erróneas persistentes confirma la pertinencia de diseñar estrategias instruccionales que promuevan la exploración activa, el análisis del error y la resolución de problemas contextualizados (Pradhan, Gurung y Ottmar, 2024; Zabala-Vargas et al., 2022).

Desde esta perspectiva, los resultados obtenidos permiten interpretar la integración de elementos de gamificación como una vía pedagógica pertinente para atender los contenidos que presentaron mayores índices de dificultad. Estudios previos han evidenciado que los entornos gamificados favorecen una mayor implicación del estudiante en comparación con ejercicios convencionales, especialmente cuando incorporan misiones, insignias y retroalimentación inmediata (Barata et al., 2013; Lee et al., 2023; Zichermann y Cunningham, 2011). En el contexto de este estudio, dichos elementos resultan particularmente relevantes para abordar errores recurrentes y promover la participación activa en la resolución de problemas algebraicos.

Asimismo, los estilos de aprendizaje identificados son congruentes con investigaciones que destacan la importancia de adaptar la enseñanza a las preferencias cognitivas predominantes para incrementar la implicación académica (Felder y Spurlin, 2005; Lee et al., 2023; Ocampo Botello et al., 2014; Zamora-Hernandez et al., 2021). La inclinación hacia estilos activos, visuales y secuenciales respalda la pertinencia de diseñar experiencias de aprendizaje que integren actividades prácticas, recursos gráficos y una organización progresiva de los contenidos, características que pueden incorporarse de manera natural en entornos gamificados.

Desde un enfoque pedagógico, los hallazgos constituyen un insumo valioso para el diseño de experiencias orientadas a la corrección conceptual. La incorporación de errores frecuentes como retos o misiones dentro de entornos gamificados permite que los estudiantes analicen y corrijan activamente sus equivocaciones, transformando el error en una oportunidad de aprendizaje y retroalimentación (Pedrosa et al., 2013; Pradhan et al., 2024). Este enfoque favorece el desarrollo de la autorregulación, el pensamiento crítico y la comprensión profunda de los conceptos algebraicos.

No obstante, estudios recientes advierten que los efectos de la gamificación pueden variar según el nivel de dominio del estudiante, ya que quienes presentan mayores dificultades pueden desmotivarse si no se diseñan mecanismos de retroalimentación diferenciada (Lee et al., 2023). En este sentido, los resultados del diagnóstico adquieren un papel central, al permitir orientar la implementación de estrategias gamificadas ajustadas a las necesidades reales de los estudiantes.

Finalmente, desde una perspectiva institucional, los resultados ofrecen información relevante para fortalecer los procesos de evaluación y mejora continua en la FIM. La identificación de contenidos con altos índices de dificultad y la caracterización de los estilos de aprendizaje predominantes pueden orientar el rediseño de estrategias didácticas, la actualización curricular y la planeación de acciones formativas dirigidas al profesorado. La integración sistemática de diagnósticos y estrategias pedagógicas basadas en evidencia contribuye a consolidar una cultura de innovación orientada a mejorar la motivación, la permanencia y el rendimiento académico en las asignaturas del área de ciencias básicas e ingeniería.

## **6. Conclusiones**

El presente estudio permitió identificar contenidos críticos en la asignatura de Álgebra Superior, así como caracterizar los estilos de aprendizaje predominantes en estudiantes de ingeniería, a partir de un instrumento diagnóstico con adecuados índices de validez y confiabilidad. Los resultados evidenciaron mayores dificultades en números complejos, polinomios de grado superior y sistemas de ecuaciones lineales, así como una marcada preferencia por estilos de aprendizaje activos, sensoriales, visuales y secuenciales.

La principal aportación de este trabajo radica en articular los hallazgos del diagnóstico con una propuesta pedagógica orientada a la integración de estrategias gamificadas en el curso de Álgebra Superior. Esta articulación permitió fundamentar el diseño de experiencias de aprendizaje dirigidas a los contenidos de mayor dificultad, alineadas con las preferencias cognitivas identificadas en la población estudiantil.

Desde una perspectiva pedagógica, los resultados constituyen un insumo relevante para orientar la planeación docente y focalizar las intervenciones educativas en los

temas que presentan mayores índices de dificultad. La información obtenida permite diseñar estrategias que incorporen retos progresivos, análisis del error y retroalimentación oportuna, favoreciendo un aprendizaje más activo, reflexivo y significativo.

Asimismo, los hallazgos aportan elementos para los procesos de mejora curricular de la asignatura, al ofrecer evidencia empírica que puede apoyar la actualización de estrategias didácticas y la incorporación de metodologías innovadoras acordes con los estilos de aprendizaje predominantes. En este sentido, la integración sistemática de diagnósticos y estrategias pedagógicas basadas en evidencia puede contribuir al fortalecimiento de la calidad del aprendizaje en las asignaturas del área de ciencias básicas e ingeniería.

Si bien el estudio aporta resultados sólidos sobre la pertinencia de articular evaluación diagnóstica y gamificación, una de sus limitaciones es que no se evaluó el impacto de la implementación de actividades gamificadas en el aula. En futuras investigaciones se plantea aplicar el modelo propuesto en nuevos ciclos escolares, con el fin de analizar su efecto en variables como el compromiso estudiantil, la asistencia y el rendimiento académico a lo largo del semestre.

En conjunto, este trabajo confirma la pertinencia de innovar en la enseñanza de Álgebra Superior mediante una propuesta pedagógica sustentada en evidencia, que articula diagnóstico, estilos de aprendizaje y gamificación como una alternativa para atender dificultades conceptuales persistentes y promover ambientes de aprendizaje más inclusivos y efectivos en la educación superior en ingeniería.

En una fase posterior de este proyecto, se contempla la implementación gradual de la propuesta gamificada en el curso de Álgebra Superior, incorporando actividades diseñadas a partir de los contenidos con mayores índices de dificultad y alineadas con los estilos de aprendizaje predominantes. Esta implementación permitirá evaluar su impacto en variables como la motivación, la participación, la asistencia y el rendimiento académico a lo largo del semestre, así como analizar su potencial para fortalecer la permanencia y el compromiso estudiantil en las asignaturas del área de ciencias básicas en ingeniería.

## Referencias

- Abdul Rahim, R. H. A., Baharum, A. y Hijazi, H. (2019a). Evaluation on effectiveness of learning linear algebra using gamification. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 17(2), pp. 997-1004. doi: <https://doi.org/10.11591/ijeeecs.v17.i2.pp997-1004>
- Abdul Rahim, R. H. A., Tanalol, S. H., Ismail, R., Baharum, A., Abdul Rahim, E. y Mat Noor, N. A. (2019b). Development of Gamification Linear Algebra Application Using Storytelling. En *2019 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)* (pp. 133-137). IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/ICTC46691.2019.8939953>
- Al-Rababaha, Y., Yew, W. T. y Meng, C. C. (2020). Misconceptions in School Algebra. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(5), pp. 803-812. doi: <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v10-i5/7250>
- Backhoff, E., Sánchez, A., Peón, M., Monroy, L. y Tanamachi, M. d. L. (2006). Diseño y desarrollo de los exámenes de la calidad y el logro educativos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(29), pp. 617-638. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v11n29/1405-6666-rmie-11-29-617.pdf>

- Barata, G., Gama, S., Jorge, J. y Gonçalves, D. (2013). Engaging Engineering Students with Gamification. En *2013 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)* (pp. 1-8). IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2013.6624228>
- Bazán-Perkins, B. y Santibañez-Salgado, J. A. (2025). Relationship between the learning gains and learning style preferences among students from the school of medicine and health sciences. *BMC Medical Education*, *25*(1), pp. 71. doi: <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06554-0>
- Carrasco, J. B. y Javaloyes Soto, J. J. (2015). *Motivar para educar: Ideas para educadores, docentes y familias* (1.ª ed.). Madrid, España: Narcea Ediciones. Recuperado de <https://narceaediciones.es/es/familia/1048-motivar-para-educar-9788427720985.html>
- Contreras Espinosa, R. S. y Eguía Gómez, J. L. (2017). *Experiencias de gamificación en aulas* (InCom-UAB Publicacions, 15). Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Institut de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/l1ibres/2018/188188/ebook15.pdf>
- Contreras, L. y Backhoff, E. (2004). Metodología para elaborar exámenes criteriosales alineados al currículo. En S. Castañeda (Ed.), *Educación aprendizaje y cognición, teoría en la práctica* (pp. 155-174). Manual Moderno.
- Diario Oficial de la Federación. (2019). *Criterios técnicos específicos de diseño universal de instrumentos de evaluación educativa*. Gobierno de México. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5559157](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5559157)
- Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B. y Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *2*(1), pp. 010105. doi: <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010105>
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, *61*(1), pp. 103-131. doi: <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Engelhardt, P. V. (2009). An Introduction to Classical Test Theory as Applied to Conceptual Multiple-choice Tests. *Getting started in PER*, *2*(1), pp. 1-40. Recuperado de <https://www.per-central.org/items/detail.cfm?ID=8807>
- Felder, R. M. y Silverman, L. K. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*, *78*(7), pp. 674-681. Recuperado de <https://winbev.pbworks.com/f/LS-1988.pdf>
- Felder, R. M. y Spurlin, J. (2005). Applications, Reliability and Validity of the Index of Learning Styles. *International Journal of Engineering Education*, *21*(1), pp. 103-112. Recuperado de [https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1ZbL\\_vMB7JmHGABSgr-xCCP2z-xiS\\_bBp/2005-ILS\\_Validation\(IJEE\).pdf](https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1ZbL_vMB7JmHGABSgr-xCCP2z-xiS_bBp/2005-ILS_Validation(IJEE).pdf)
- Graf, S., Lin, T. y Kinshuk. (2008). The relationship between learning styles and cognitive traits – Getting additional information for improving student modelling. *Computers in Human Behavior*, *24*(2), pp. 122-137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.01.004>

- Hernández-Domínguez, P. Y. (2024). Programa Fomentamos el Aprendizaje Basado en Problemas en la Mejora del Rendimiento Matemático. *Revista Docentes 2.0*, 17(2), pp. 246-257. doi: <https://doi.org/10.37843/rted.v17i2.567>
- INEE. (2019). *Guía para la elaboración de instrumentos de evaluación*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Recuperado de <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/04/P1E213.pdf>
- Lee, J. Y., Pyon, C. U. y Woo, J. (2023). Digital Twin for Math Education: A Study on the Utilization of Games and Gamification for University Mathematics Education. *Electronics*, 12(15), pp. 3207. doi: <https://doi.org/10.3390/electronics12153207>
- Maritza Elizabeth Castro, M., Clara Augusta Sánchez, B., Orlando, T. y Taco Hernández Pamela, R. (2023). Aplicación del Álgebra Lineal en la Ingeniería. *Dominio de las Ciencias*, 9(2), pp. 1639-1656. Recuperado de <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3364>
- Mathaba, P. N., Bayaga, A., Tîrnovan, D. y Bossé, M. J. (2024). Error Analysis in Algebra Learning: Exploring Misconceptions and Cognitive Levels. *Journal on Mathematics Education*, 15(2), pp. 575-592. doi: <https://doi.org/10.22342/jme.v15i2.pp575-592>
- Ocampo Botello, F., Guzmán Arredondo, A., Camarena Gallardo, P. y de Luna Caballero, R. (2014). Identificación de estilos de aprendizaje en estudiantes de ingeniería. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(61), pp. 401-429. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v19n61/v19n61a4.pdf>
- Ojeda-Lara, O. G. y Zaldívar-Acosta, M. d. S. (2023). Gamificación como Metodología Innovadora para Estudiantes de Educación Superior. *Revista Docentes 2.0*, 16(1), pp. 5-11. doi: <https://doi.org/10.37843/rted.v16i1.332>
- Pedrosa, I., Suárez-Álvarez, J. y García-Cueto, E. (2013). Evidencias sobre la validez de contenido: avances teóricos y métodos para su estimación. *Acción Psicológica*, 10(2), pp. 3-18. doi: <https://doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>
- Pepkolaj, L. y Duraj, S. (2021). How Substantial and Efficacious Is the Learning of Linear Algebra at Undergraduate Level? *Mathematics Teaching Research Journal*, 13(3), pp. 167-182. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1382601.pdf>
- Pradhan, S., Gurung, A. y Ottmar, E. (2024). Gamification and Deadending: Unpacking Performance Impacts in Algebraic Learning. En *Proceedings of the 14th Learning Analytics and Knowledge Conference* (pp. 899-906). ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/3636555.3636929>
- Prieto-Andreu, J. M., Gómez-Escalonilla-Torrijos, J. D. y Said-Hung, E. (2022). Gamification, motivation, and performance in education: a systematic review. *Revista Electrónica Educare*, 26(1), pp. 251-273. doi: <https://doi.org/10.15359/ree.26-1.14>
- Ritter, N. L. (2010). *Understanding a widely misunderstood statistic: Cronbach's  $\alpha$* . Paper presented at the annual meeting of the Southwest Educational Research Association, New Orleans, LA. ERIC. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED526237.pdf>
- Sáez López, J. M. y Domínguez Garrido, M. C. (2014). Integración pedagógica de la aplicación minecraft edu educación primaria: Un estudio de caso. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 45, pp. 95-110. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/368/36831300007.pdf>

- Streiner, D. L. (2003). Starting at the Beginning: An Introduction to Coefficient Alpha and Internal Consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80(1), pp. 99-103. doi: [https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8001\\_18](https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8001_18)
- Universidad Autónoma de Baja California. (2023). *3er informe de dirección 2022-2023*. Facultad de Ingeniería Mexicali. Recuperado de <https://ingenieria.mxl.uabc.mx/fim/informe-direccion-2023-nosotros>
- Valenzuela Carreño, J. (2007). Más allá de la tarea: pistas para una redefinición del concepto de Motivación Escolar. *Educação e Pesquisa*, 33(3), pp. 409-426. doi: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022007000300002>
- Vargas Macías, Z., Rodríguez-Hernández, A. y Mendoza-Moreno, M. (2019). Modelo de integración de gamificación como estrategia de aprendizaje para colegios virtuales. Caso: Sogamoso-Colombia. *Revista Espacios*, 40(12), pp. 1-12. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a19v40n12/a19v40n12p12.pdf>
- Zabala-Vargas, S. A., García-Mora, L., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., de Benito-Crosetti, B. y Darder-Mésquida, A. (2022). Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2), pp. em2082. doi: <https://doi.org/10.29333/ejmste/11707>
- Zamora-Hernandez, I., Rodriguez-Paz, M. X. y Gonzalez-Mendivil, J. A. (2021). A Simple but Effective Gamification Methodology Based on Lego Type Models for the Attraction of More Students into STEM Programs in Developing Nations. En *Proceedings of the 13th International Conference on Education Technology and Computers* (pp. 147-153). ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/3498765.3498788>
- Zichermann, G. y Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media. Recuperado de <https://www.oreilly.com/pub/pr/2866>