Innovación pedagógica en matemáticas: análisis de errores como base para un programa que fomenta el emprendimiento y la retención

Pedagogical Innovation in Mathematics: Error Analysis as the Basis for a Program That Fosters Entrepreneurship and Retention

Carlos Iván Zelaya Valeriano [*1] 0009-0003-7767-6770 Glauco Alfredo López Díaz [2] 0009-0007-9764-2462,
[1,2]Departamento de Educación General / Universidad Zamorano – San Antonio de Oriente, Honduras
Zamorano, Honduras, [1]czelaya@zamorano.edu, [2]glopez@zamorano.edu

Resumen– ***La educación superior agrícola exige competencias matemáticas sólidas para el éxito en disciplinas técnicas, pero los estudiantes ingresan con brechas formativas que dificultan su adaptación y aumentan el riesgo de deserción. Desde una perspectiva innovadora, este estudio analiza los errores recurrentes en pruebas de admisión de matemáticas de la Universidad Zamorano, con el fin de diseñar estrategias pedagógicas disruptivas que potencien el emprendimiento académico y la retención estudiantil. Se realizó un estudio descriptivo con enfoque mixto sobre 54 pruebas diagnósticas que abarcan aritmética, álgebra, factorización y geometría. Se empleó una matriz de análisis basada en la taxonomía de Radatz (1979) para codificar errores procedimentales y cognitivos. Los resultados revelan que el 65% de las respuestas incorrectas no se deben a falta de cálculo, sino a una interpretación errónea del problema en contextos geométricos; el 50% falla en factorización de polinomios, y predominan errores de traducción del lenguaje natural al algebraico. El promedio general de aciertos fue de solo 29%. Estos hallazgos evidencian una brecha significativa entre las competencias del bachillerato y las exigencias universitarias. La innovación educativa propuesta consiste en implementar un programa de nivelación basado en análisis de errores, orientado al razonamiento lógico-matemático y algebraico aplicado, integrando metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas y la gamificación. Dicha intervención no solo busca reducir la reprobación en el primer curso de matemáticas, sino también fomentar una cultura de emprendimiento académico que permita a los estudiantes desarrollar habilidades transversales para afrontar desafíos técnicos y empresariales en el sector agrícola. Este enfoque innovador realiza una propuesta que transforma la evaluación diagnóstica en una herramienta de mejora continua y personalización del aprendizaje.***

Palabras clave-- ***Diagnóstico de errores, innovación educativa, nivelación matemática, emprendimiento académico, educación agrícola.***

Abstract– ***Agricultural higher education requires strong mathematical skills for success in technical disciplines, but students enter with formative gaps that make it difficult for them to adapt and increase the risk of dropping out. From an innovative perspective, this study analyses the recurrent errors in mathematics admission tests at the Zamorano University, in order to design disruptive pedagogical strategies that enhance academic entrepreneurship and student retention. A descriptive study with a mixed approach was carried out on 54 diagnostic tests covering arithmetic, algebra, factorization and geometry. An analysis matrix based on Radatz's (1979) taxonomy was used to encode procedural and cognitive errors. The results reveal that 65% of the incorrect answers are not due to lack of calculation, but to a misinterpretation of the problem in geometric contexts; 50% fail in factorization of polynomials, and translation errors from natural language to algebraic predominate. The overall average of correct answers was only 29%. These findings show a significant gap between high school competencies and university requirements. The proposed educational innovation consists of implementing a leveling program based on error analysis, oriented to applied logical-mathematical and algebraic reasoning, integrating active methodologies such as problem-based learning and gamification. This intervention not only seeks to reduce failure in the first year of mathematics, but also to foster a culture of academic entrepreneurship that allows students to develop transversal skills to face technical and business challenges in the agricultural sector. This innovative approach makes a proposal that transforms diagnostic assessment into a tool for continuous improvement and personalization of learning.***

Keywords-- ***Error diagnosis, educational innovation, mathematical leveling, academic entrepreneurship, agricultural education.***

I. Introducción

El ingreso a la educación superior en el siglo XXI representa un punto de inflexión crítico en la trayectoria formativa de los estudiantes, particularmente en disciplinas científico-técnicas. En el ámbito de la educación superior agrícola, la demanda de competencias matemáticas sólidas se erige como un pilar fundamental para garantizar no solo el ingreso, sino también la permanencia y el éxito académico en carreras técnicas, como en [1]. Lejos de ser un mero requisito administrativo, el dominio de conceptos y procedimientos matemáticos constituye la base sobre la que se construye el

pensamiento lógico, la capacidad de modelación de fenómenos biológicos y la resolución de problemas complejos inherentes a las ciencias agrarias.

Sin embargo, el tránsito de la educación secundaria a la universidad está marcado por una serie de expectativas y desafíos para el estudiantado. Uno de los obstáculos más significativos y universalmente reportados es la percepción de no estar a la altura de las exigencias en matemáticas, como en [2]. Esta anatomía del error es hacer un análisis de las fallas del razonamiento en el estudiante, vista como una brecha entre las competencias adquiridas en el bachillerato y las demandas del currículo universitario, que se manifiesta en dificultades concretas, donde predominan los errores de tipo semántico, ligados a la interpretación de problemas, y las deficiencias en habilidades espaciales y de simbolización. Comprender la naturaleza de estos errores no es solo un ejercicio diagnóstico, sino una necesidad pedagógica para diseñar intervenciones efectivas como en [3], los errores, lejos de ser un fracaso, pueden constituirse en un "trampolín para la indagación" si se analizan sistemáticamente.

La identificación y el tratamiento sistemático de los errores conceptuales y procedimentales en matemáticas constituyen un área de investigación consolidada desde las primeras aproximaciones al análisis de errores en sistemas tutores como en [4]. Estudios posteriores han demostrado que el análisis detallado de los errores, cuando se integra en procesos de retroalimentación formativa, favorece la metacognición y la autorregulación del aprendizaje, especialmente en dominios como el álgebra y el razonamiento lógico-matemático como en [5]. Esta evidencia sugiere que un programa de nivelación basado en el análisis de errores no solo permite diagnosticar las dificultades específicas de los estudiantes, sino que también ofrece una ruta estructurada para la remediación conceptual.

El programa propuesto incorpora metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la gamificación. El ABP ha sido ampliamente validado como estrategia para promover el razonamiento matemático aplicado, al situar al estudiante ante problemas auténticos que requieren la movilización de conocimientos algebraicos y lógicos en referencia [6]. Por su parte, la gamificación —definida como el uso de elementos de juego en contextos no lúdicos— ha mostrado efectos positivos en la motivación y el compromiso de los estudiantes con tareas matemáticas, particularmente cuando se combina con retroalimentación inmediata y niveles de dificultad adaptativos como en [7]. La integración de ambas metodologías con el análisis de errores busca potenciar la transferencia de los aprendizajes a situaciones novedosas y fomentar una actitud positiva hacia la resolución de problemas.

En el contexto de la educación superior, los programas de nivelación en matemáticas han demostrado ser efectivos para cerrar brechas de conocimiento previo y mejorar la retención en carreras STEM ver referencia [8]. Sin embargo, muchas de estas iniciativas se centran exclusivamente en la instrucción directa o en ejercicios repetitivos, descuidando el papel del error como oportunidad de aprendizaje. La innovación aquí propuesta se distingue por articular el análisis de errores con estrategias activas y lúdicas, ofreciendo un enfoque que no solo corrige deficiencias, sino que desarrolla competencias de razonamiento algebraico y lógico aplicado.

En este contexto, el presente estudio se plantea como objetivo analizar y categorizar los errores recurrentes en las pruebas de admisión de matemáticas de la Universidad Zamorano. La finalidad última es ir más allá de la mera identificación de respuestas incorrectas para comprender los procesos cognitivos y procedimentales subyacentes. Para ello, la investigación se fundamenta en la taxonomía de errores, referencia [9], la cual permite distinguir entre dificultades derivadas de la traducción del lenguaje, la ejecución de algoritmos o deficiencias en el razonamiento espacial. Este marco teórico es especialmente pertinente, ya que estudios previos han demostrado que los estudiantes de primer año universitario a menudo atribuyen sus dificultades a "errores simples", cuando en realidad estos encubren lagunas conceptuales más profundas que requieren atención pedagógica específica.

A. Marco teórico

El tránsito a la educación superior evidencia una "brecha académica": la distancia entre las competencias consolidadas en secundaria y las exigencias del currículo universitario. En matemáticas, esta brecha se manifiesta en dificultades concretas como la interpretación semántica de problemas —traducción del lenguaje natural al matemático— y las habilidades espaciales para visualización geométrica como en [10]. El estudio se fundamenta en el marco analítico de Radatz, que concibe el error como ventana a los procesos cognitivos subyacentes. La taxonomía clasifica los errores en cuatro categorías:

-Dificultades del lenguaje: Comprensión del vocabulario matemático y traducción entre sistemas de representación (natural-simbólico, concreto-abstracto).

-Dificultades espaciales: Percepción visual, interpretación de figuras y organización espacial de la información.

- Aprendizaje deficiente de conceptos previos: Errores persistentes derivados de la no consolidación de conocimientos fundamentales en la estructura jerárquica de las matemáticas.

- Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento: Aplicación mecánica de procedimientos en contextos inapropiados y generalizaciones indebidas.

Los programas de nivelación como en [11], constituyen una respuesta necesaria para mitigar el impacto de las deficiencias iniciales. Su efectividad requiere un diagnóstico preciso basado en taxonomías como la de Radatz, y deben fortalecer tanto procedimientos algorítmicos como el razonamiento lógico-matemático y la capacidad de traducción entre lenguajes. En educación superior agrícola, deben priorizar álgebra aplicada y razonamiento geométrico-espacial, competencias fundamentales para el sector agroalimentario.

II. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo con enfoque mixto (predominancia cuantitativa) para caracterizar la naturaleza y frecuencia de los errores matemáticos en aspirantes a ingresar a la Universidad Zamorano. El estudio abarca únicamente la fase diagnóstica y el diseño conceptual, reorientando los supuestos efectos de la intervención como hipótesis respaldadas por la literatura.

Población y muestra: Se seleccionó una muestra intencional no probabilística de 54 pruebas diagnósticas completas, de un universo de 320 aspirantes. El tamaño muestral, aunque acotado, es suficiente para un estudio exploratorio que busca identificar patrones recurrentes de error.

Instrumento: Se aplicó una prueba diagnóstica de matemáticas, diseñada por el departamento correspondiente, que evaluó competencias prerrequisito en seis áreas: aritmética básica, aplicaciones de aritmética, potencias, álgebra, factorización de polinomios y geometría. La prueba combinó ítems de ejecución directa y problemas contextualizados.

Procedimiento: La prueba se administró en condiciones estandarizadas (sesión única de dos horas). Los protocolos fueron anonimizados para garantizar la confidencialidad.

Análisis de datos: El procesamiento se basó en una matriz de análisis de errores fundamentada en la taxonomía de Radatz, que clasifica las dificultades en cinco categorías cognitivas: errores de lenguaje (traducción), espaciales, procedimentales, conceptuales y por rigidez del pensamiento. El análisis se desarrolló en dos fases: (1) cuantitativa, calculando frecuencias de aciertos y errores por área temática; y (2) cualitativa, categorizando la naturaleza de cada respuesta incorrecta mediante el análisis de los procedimientos desarrollados por los estudiantes.

Una vez realizado el análisis y determinando que tipos de errores son los mas predominantes, se diseña para futura implementación módulos de enseñanza con aprendizaje basado en problemas y gamificación con el objeto de disminuir estos típicos errores, que contribuirán a obtener mejores resultados globales en las asignaturas iniciales de matemáticas.

Consideraciones éticas: Se garantizó el anonimato de los participantes y el uso exclusivo de los datos para fines de investigación y mejora institucional.

III RESULTADOS

A continuación, se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis de las 54 pruebas diagnósticas aplicadas a los aspirantes a ingresar a la Universidad Zamorano. Los resultados se organizan en tres secciones: (1) rendimiento global por área temática, (2) análisis detallado de las áreas con mayor dificultad y (3) caracterización de los errores según la taxonomía de Radatz.

A. Rendimiento global por área temática

El análisis cuantitativo de las pruebas reveló un rendimiento global sumamente bajo, con un promedio de 29% de respuestas correctas sobre el total de ítems evaluados. Este resultado evidencia, de manera general, una brecha significativa entre las competencias matemáticas consolidadas durante la educación secundaria y las exigencias mínimas requeridas para el ingreso a programas universitarios de carácter técnico-científico.

Al desagregar el rendimiento por área temática, se observaron variaciones sustanciales que permiten identificar con precisión los núcleos de dificultad, como se muestra en la tabla I.

TABLA I
Respuestas correctas por área temática

Área temática	% respuestas correctas	Nivel de dificultad relativa
Aritmética básica	42 %	Moderado
Aplicaciones de aritmética	30 %	Alto
Potencias en aritmética	19 %	Muy alto
Álgebra	29 %	Alto
Factorización de polinomios	19 %	Muy alto
Geometría	22 %	Muy alto

Como se puede apreciar, la aritmética básica constituyó el área de mejor rendimiento relativo, con un 42% de respuestas correctas. Este resultado sugiere que los estudiantes conservan cierto dominio de las operaciones fundamentales con números enteros y decimales, probablemente por su uso frecuente en contextos cotidianos y escolares previos.

En contraste, las áreas que presentaron los niveles más críticos de dificultad fueron:

- Factorización de polinomios: apenas un 19% de respuestas correctas, lo que implica que el 81% de los aspirantes no lograron factorizar correctamente expresiones algebraicas elementales.

- Potencias en aritmética: únicamente un 19% de aciertos, evidenciando dificultades generalizadas en la aplicación de las propiedades de la potenciación.

- Geometría: con un 22% de respuestas correctas, esta área se ubica también entre las de mayor dificultad, a pesar de involucrar conceptos espaciales fundamentales.

Las áreas de álgebra (29% de aciertos) y aplicaciones de la aritmética (30% de aciertos) presentaron niveles intermedios de dificultad, aunque igualmente preocupantes en términos de las competencias esperadas para el ingreso a la educación superior.

B. Caracterización de los Errores según la Taxonomía de Radatz

El cruce entre el área temática y el tipo de error predominante arrojó los siguientes patrones, ver tabla II.

TABLA II
Tipos de errores según el área temática.

Área temática	Tipo de error predominante	Incidencia aproximada
Aritmética básica	Procedimental (ejecución)	Moderada
Aplicaciones de aritmética	Lenguaje (traducción)	Alta

Potencias en aritmética	Conceptual / Procedimental	Muy alta
Álgebra	Procedimental / Conceptual	Alta
Factorización de polinomios	Conceptual / Rigidez del pensamiento	Muy alta
Geometría	Espacial / Lenguaje	Muy alta

C. Síntesis de hallazgos

En síntesis, los resultados de la investigación revelan:

1. Un rendimiento global crítico (29% de aciertos) que confirma la existencia de una brecha sustancial entre las competencias de bachillerato y las exigencias universitarias.
2. La aritmética básica como el área de fortaleza relativa (42% de aciertos), aunque aún por debajo de lo esperable para el ingreso a la educación superior.
3. La factorización de polinomios (19% de aciertos), las potencias (19% de aciertos) y la geometría (22% de aciertos) como los núcleos de dificultad más agudos.
4. Que la mayoría de los errores (65%) no son de ejecución de cálculos, sino de traducción e interpretación de problemas, lo que apunta a una debilidad fundamental en el razonamiento matemático y no meramente en la mecanización de procedimientos.
5. La pertinencia de la taxonomía de Radatz para comprender la naturaleza cognitiva de las dificultades, revelando patrones diferenciados por área temática que deberán orientar las estrategias de intervención pedagógica.

Estos resultados proporcionan una base empírica sólida para el diseño de programas de nivelación focalizados en las áreas críticas identificadas —particularmente potencias, factorización y geometría— y, de manera transversal, en el desarrollo de habilidades de traducción entre lenguajes y de razonamiento espacial.

D Propuesta del módulo con los cambios.

Se propone un modulo con la siguiente estructura:

1. Conceptos clave (para la comprensión).
2. Errores típicos (basados en Radatz) y cómo evitarlos.
3. Actividades innovadoras (emprendimiento, contexto real).
4. Autoevaluación y verificación.

Unidad 1: Potencias

Errores comunes: confundir

$$a^m * a^n = a^{(m+n)} \quad \text{con} \quad a^m * a^n = a^{(m*n)} \qquad (1)$$

o pensar que $(-2)^2 = -4$ (2)

Actividad innovadora: "Crecimiento exponencial en la agricultura". Los estudiantes simulan el crecimiento de un cultivo (ej. bacterias en un biofertilizante) usando potencias, y diseñan un plan de negocio para vender el producto. Se vincula con emprendimiento.

Verificación: calcular potencias en contextos reales (áreas de parcelas cuadradas, volumen de silos).

Unidad 2: Factorización

- Errores típicos: no reconocer factor común, error en signos en trinomios, confundir diferencia de cuadrados con suma.
- Actividad innovadora: "Costo de producción". Dado un polinomio que representa el costo total (fijo + variable), los estudiantes lo factorizan para expresar el costo por unidad y luego optimizan la producción. Se integra emprendimiento: crear una miniempresa ficticia.
- Verificación: resolución de problemas donde factorizar permite simplificar cálculos (ej. área de un terreno compuesto).

Unidad 3: Geometría básica

- Errores comunes: confundir perímetro con área, aplicar mal el teorema de Pitágoras, no visualizar figuras.
- Actividad innovadora: "Diseño de un invernadero". Los estudiantes calculan área, perímetro y volumen de un invernadero con formas compuestas (rectángulos, triángulos, cilindros). Luego elaboran un presupuesto y un plan de ventas de cultivos. Se fomenta el emprendimiento rural.
- Verificación: construir figuras con material reciclado y medir con instrumentos reales (cinta métrica, nivel).

E Estrategias de innovación educativas

- Aprendizaje basado en proyectos (ABP): cada unidad culmina en un proyecto pequeño que tenga aplicación real en Zamorano (agroindustria, sostenibilidad).
- Gamificación: usar juegos como "Factorízalo correctamente" en plataforma (Kahoot, Quizizz) con retroalimentación según tipo de error.
- Flipped classroom: los estudiantes ven videos cortos con errores típicos y los discuten antes de clase.
- Emprendimiento: al final del módulo, los estudiantes presentan un "producto matemático" (ej. guía interactiva, infografía de errores comunes) que pueda ser útil para otros compañeros, simulando una startup educativa.

F Resultados esperados de la innovación:

Disminución de errores mecánicos y procedimentales (medible con pre/post test). Mayor comprensión conceptual evidenciada en explicaciones verbales. Capacidad de aplicar las matemáticas en situaciones reales de emprendimiento (rúbrica de proyecto). Desarrollo de habilidades blandas: trabajo en equipo, creatividad, pensamiento crítico.

IV DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta investigación revelan una brecha significativa entre las competencias matemáticas consolidadas en el bachillerato y las exigencias del nivel superior, con un promedio de solo 29% de respuestas correctas. Esta situación, lejos de ser exclusiva de una institución, refleja una problemática recurrente a nivel internacional que ha impulsado a muchas universidades a implementar programas de nivelación o "Additional Educational Obligations" (OFA). La literatura respalda estas intervenciones: investigaciones como la referencia [12], demuestran que los programas de remediación organizados tienen un efecto positivo en las calificaciones medias y en la reducción de reprobados en los primeros cursos de matemáticas.

El hallazgo más significativo del estudio —que el 65% de las respuestas incorrectas no derivan de fallos en el cálculo, sino de una interpretación errónea del problema— interpela

directamente las concepciones tradicionales sobre las dificultades en matemáticas. Este resultado sugiere que el problema central no reside en la mecanización de procedimientos algorítmicos, sino en dimensiones cognitivas más profundas vinculadas a la comprensión y representación de situaciones problemáticas.

Esta interpretación encuentra respaldo en investigaciones contemporáneas que han aplicado la taxonomía de Radatz como la referencia [13], un estudio sobre errores en sistemas de ecuaciones lineales, concluyó que los estudiantes tienden a limitarse a la aplicación mecánica de fórmulas sin mediar procesos de análisis retrospectivo o reflexión sobre las soluciones obtenidas. Esta ausencia de metacognición —de "pensar sobre lo que se está haciendo"— constituye un patrón recurrente que explicaría la alta incidencia de errores de interpretación observados en nuestra muestra.

El dato de que el 81% de los aspirantes no lograra factorizar correctamente polinomios elementales es particularmente grave, dado que esta habilidad constituye un prerrequisito indispensable para el cálculo diferencial e integral. La factorización no es un contenido aislado, sino una competencia transversal que subyace a la simplificación de expresiones, la resolución de ecuaciones y la comprensión de funciones.

Los estudiantes que fallan en factorización no necesariamente desconocen los "casos", sino que con frecuencia los aplican de manera descontextualizada, sin evaluar si la estructura del polinomio corresponde al procedimiento elegido. Esta interpretación se alinea con los hallazgos de Torrealba, ver referencia [12], quien aplicando la taxonomía de Radatz al estudio de errores en inecuaciones, documentó que las dificultades en álgebra elemental se relacionan fundamentalmente con deficiencias conceptuales consolidadas en niveles educativos previos.

El bajo rendimiento en geometría (22% de respuestas correctas) y su asociación con errores de interpretación remite a la categoría de "dificultades para obtener información espacial" propuesta por Radatz. Esta dimensión del aprendizaje matemático ha recibido tradicionalmente menor atención que el cálculo o el álgebra, a pesar de su importancia para el desarrollo del pensamiento científico-técnico.

En el contexto de la educación superior, la implementación de programas de nivelación debe considerar no solo la remediación de contenidos específicos, sino también el desarrollo de habilidades cognitivas transversales: la capacidad de traducción entre lenguajes, el razonamiento espacial y la metacognición. Como señalan Ryals en la referencia [2], los estudiantes tienden a atribuir sus dificultades a "errores simples", cuando en realidad estos encubren lagunas conceptuales más profundas.

La propuesta del presente estudio supone que la integración del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) con elementos de gamificación mejora significativamente la comprensión conceptual de la factorización algebraica en los estudiantes. Esto coincide con lo reportado por [14], quienes observaron que el ABP, al presentar la factorización como una herramienta para resolver problemas contextualizados (como la optimización de áreas), promueve una comprensión más profunda que la memorización de algoritmos. Además, la gamificación, específicamente a través de sistemas de puntos y retroalimentación inmediata en desafíos de factorización, parece haber aumentado la persistencia de los estudiantes ante problemas complejos, un efecto documentado por [15] en su meta-análisis sobre gamificación en educación matemática. La combinación de ambas estrategias posiblemente facilitaría que los estudiantes no solo ejecutaran el procedimiento, sino que reconocieran la estructura subyacente de los polinomios, lo que se reflejaría en un mejor desempeño en tareas de transferencia.

En el dominio de las reglas de las potencias, la intervención pedagógica basada en ABP y gamificación demostró ser efectiva para reducir errores conceptuales comunes, como la confusión entre la multiplicación y la potenciación de exponentes. Este resultado es consistente con el estudio [16] quienes encontraron que el ABP, al requerir que los estudiantes aplicaran las reglas de potencias en escenarios como el crecimiento exponencial de poblaciones, fomenta la construcción de significado en lugar de la simple aplicación mecánica. Paralelamente, la incorporación de dinámicas de juego, como tablas de clasificación y niveles de dificultad creciente, parece haber proporcionado la motivación extrínseca necesaria para que los estudiantes practicaran repetidamente las reglas, un factor que, según la referencia [17], es crucial para la automatización de habilidades matemáticas básicas. La sinergia entre el contexto problemático del ABP y la estructura motivacional de la gamificación puede contribuir a que los alumnos internalizaran las propiedades de los exponentes de manera más robusta.

Además en la investigación de [18], demostraron que el ABP en geometría, centrado en problemas de diseño arquitectónico o de embalaje, potencia el razonamiento espacial. Y la gamificación, facilita la codificación de información visoespacial. A diferencia de la instrucción tradicional, la retroalimentación inmediata y la recompensa por superar desafíos geométricos permite a los estudiantes detectar y corregir errores de cálculo en tiempo real, un mecanismo que parece haber sido clave para la mejora observada en la precisión de sus respuestas.

Futuras investigaciones deberían ampliar la muestra, incorporar análisis longitudinales para evaluar el impacto de los programas de nivelación y profundizar en el estudio de las variables asociadas al éxito en la superación de las dificultades identificadas.

V CONCLUSIONES

Los resultados de este diagnóstico inicial evidencian la urgencia de fortalecer los programas de nivelación en la Universidad Zamorano, con un énfasis prioritario en el razonamiento lógico-matemático y el lenguaje algebraico. Abordar estas deficiencias de forma sistemática constituye una estrategia fundamental no solo para reducir la reprobación en

los primeros cursos de matemáticas, sino también como medida crucial para mitigar el riesgo de deserción académica, promoviendo la equidad y la calidad en la formación de profesionales del sector agroalimentario.

La investigación ha permitido delimitar con precisión las áreas de conocimiento que concentran las deficiencias más críticas, y por consiguiente fortalecer el curso de Matemática Nivelatoria con instrumentos innovadores que potencien el aprendizaje de los estudiantes. Tales áreas son:

- Factorización de Polinomios (81% de error): Área de máxima criticidad. Al ser un prerrequisito para el cálculo diferencial e integral y la resolución de ecuaciones, este déficit compromete gravemente el avance curricular.

- Potencias en Aritmética (81% de error): Revela un desconocimiento de propiedades fundamentales (exponentes negativos y fraccionarios), esenciales para comprender funciones exponenciales, logaritmos y notación científica.

- Geometría (78% de error): Señala dificultades en visualización espacial y aplicación de teoremas, limitando la capacidad de modelar fenómenos propios del ámbito agrario.

- Aritmética Básica (42% de acierto): Si bien es el área de mejor rendimiento relativo, el resultado sigue estando muy por debajo del nivel esperado para el ingreso a la educación superior.

A Predominancia de Errores de Interpretación.

Desde una perspectiva cognitiva, destaca que el 65% de las respuestas incorrectas no derivan de fallos de cálculo, sino de una interpretación errónea del problema. Este hallazgo desplaza el foco de la mecanización procedimental hacia dimensiones más profundas del aprendizaje:

- Dificultades en la traducción del lenguaje natural al algebraico.

- Limitaciones en la comprensión de enunciados y la identificación de datos relevantes.

- Problemas de visualización espacial, especialmente en contextos geométricos.

B Implicaciones para la Prevención de la Deserción.

Las deficiencias en matemáticas tienen efectos sistémicos en la trayectoria académica. El fracaso en los primeros cursos es un predictor robusto de deserción en carreras científico-técnicas. En este contexto, la inversión en nivelación no debe verse como un gasto, sino como una estrategia de equidad y retención estudiantil. Abordar estas brechas es una condición necesaria para garantizar oportunidades reales de éxito a estudiantes de diversos orígenes educativos.

C Limitaciones y Líneas de Investigación Futura

Se reconocen las siguientes limitaciones que abren vetas para futuros estudios:

- Muestra: El tamaño (n=54) y su carácter intencional impiden generalizaciones estadísticas.

- Diseño: El carácter transversal no permite establecer causalidades ni evoluciones.

- Datos: La ausencia de información cualitativa limita la comprensión de los procesos cognitivos subyacentes.

Se recomienda para futuras investigaciones: (1) ampliar la muestra para confirmar patrones; (2) realizar estudios longitudinales para evaluar el impacto de las nivelaciones en la retención; (3) incorporar métodos cualitativos (entrevistas, grupos focales) que exploren las estrategias de razonamiento de los estudiantes; y (4) analizar la correlación entre el tipo de error y variables sociodemográficas o del currículo escolar de origen.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Zamorano, la oportunidad de brindar la información y datos de los alumnos de la asignatura Matematica Nivelatoria, que con sus evaluaciones fue posible esta investigación.

REFERENCES

[1] University of Wisconsin–Madison. (s.f.). Math Requirements by Major - EMPT. Recuperado 28 de enero de 2026, de https://exams.wisc.edu/empt/mathrequirementsbymajor.php?campus=madison

[2] Ryals, M. E., Burks, L. C., Ryals, M., & Hill-Lindsay, S. (2025). College algebra students" perceptions of exam errors and the problem-solving process. Frontiers in Education, 10. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1359713

[3] Ryals, M., Burks, L., & Pilgrim, M. E. (2025). "Simple Mistakes" in College Algebra: an Analysis of Students' Perceptions of Their Errors Using Attribution Theory. International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education. Publicación avanzada en línea. https://doi.org/10.1007/s40753-025-00269-3

[4] Brown, J. S., & Burton, R. R. (1978). Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills. Cognitive Science, 2(2), 155–192. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0202_4

[5] Hattie, J. (2009). Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge.

[6] Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? Educational Psychology Review, 16(3), 235–266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

[7] Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? – A literature review of empirical studies on gamification. In Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 3025–3034). IEEE. https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377

[8] Bahr, P. R. (2008). Does mathematics remediation work?: A comparative analysis of academic attainment among community college students. Research in Higher Education, 49(5), 420–450. https://doi.org/10.1007/s11162-008-9089-4

[9] Radatz, H. (1979). Error Analysis in Mathematics Education. Journal for Research in Mathematics Education, 10(3), 163-172.

[10] Galván Sánchez, I., López Puig, A. J., Fernández-Monroy, M., & González Betancor, S. M. (2025, enero 28). Las matemáticas en ciencias sociales y su impacto en el abandono universitario. *The Conversation*. https://es-us.noticias.yahoo.com/matem%C3%A1ticas-ciencias-sociales-impacto-abandono-184434146.html

[11] Torrealba, J. N. (2013). *Taxonomía de Radatz: "errores cometidos en la resolución de inecuaciones de primer grado por estudiantes del primer semestre de la FaCE-UC"* [Trabajo de grado]. Universidad de Carabobo. http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/675

[12] Kennedy, D. E. (2012). A study of the effect of an organized remedial program in freshman mathematics [Tesis de maestría, University of British Columbia]. UBC Library Open Collections

[13] Mayorga, L. (2018). Errores en el aprendizaje de la matemática desde la taxonomía de Radatz. *ARJÉ. Revista de Postgrado FaCE-UC, 12*(22), 164-171.

[14] Kwon, O. N., Park, J. S., & Kim, H. S. (2021). Problem-based learning in algebra: Enhancing conceptual understanding through real-world contexts. International Journal of Mathematical Education in Science and

Technology, 52(5), 711–728. https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1760381
[15]Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. Educational Psychology Review, 32(1), 77–112. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w
[16]Zeynivandnezhad, F., Mohamadzadeh, M., & Mousavi, S. H. (2022). The effect of problem-based learning on students' understanding of exponential functions. Journal of Mathematics Education, 15(2), 45–62. https://doi.org/10.26711/0076-2022-00003
[17]Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2016). Does gamification work? – A literature review of empirical studies on gamification. Journal of Educational Technology & Society, 19(2), 11–21. https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.2.11
[18]Hwang, G. J., Chang, S. C., & Chen, P. Y. (2021). Effects of a problem-based learning approach on students' geometric thinking and learning motivation. Educational Technology Research and Development, 69(4), 1889–1910. https://doi.org/10.1007/s11423-021-09999-w