




VALIDACIÓN PSICOMÉTRICA DE UN EXAMEN DIAGNÓSTICO DE TRIGONOMETRÍA APLICADO A ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

VALIDAÇÃO PSICOMÉTRICA DE UM EXAME DIAGNÓSTICO DE TRIGONOMETRIA APLICADO A ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

PSYCHOMETRIC VALIDATION OF A DIAGNOSTIC TRIGONOMETRY TEST APPLIED TO UNIVERSITY STUDENTS

 <https://doi.org/10.56238/isevmjv5n2-047>

Receipt of originals: 03/29/2026

Acceptance for publication: 04/29/2026

Dalia Imelda Castillo Márquez¹, Richard Gutiérrez Cuesta², Georgina Elizabeth Partida López³, Alan Roberto Figueroa Flores⁴, Arturo Javier Gómez Dávalos⁵, Juan Luis Hernández Méndez⁶

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar las propiedades psicométricas de un examen diagnóstico de trigonometría diseñado para estudiantes universitarios. El diseño fue cuantitativo, no experimental, transversal y de tipo instrumental. Participaron 50 estudiantes de nivel superior seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional. El instrumento estuvo compuesto por 10 ítems dicotómicos (1 = correcto, 0 = incorrecto) que evaluaron contenidos de funciones trigonométricas, identidades y resolución de triángulos. Se calcularon el índice de dificultad (p), la correlación punto-biserial corregida (r_{pb}) y el coeficiente alfa de Cronbach (α). Los resultados indicaron una confiabilidad aceptable ($\alpha = 0.748$). El análisis de ítems reveló que la mayoría presentó dificultad moderada y adecuada discriminación; sin embargo, el ítem 8 mostró discriminación prácticamente nula ($r_{pb} = 0.001$), mientras que los ítems 3 y 7 presentaron discriminación baja. Se concluye que el instrumento posee propiedades psicométricas satisfactorias como herramienta diagnóstica, aunque requiere revisión de tres ítems específicos para mejorar su calidad técnica. Los hallazgos ofrecen evidencia empírica útil para la toma de decisiones en la enseñanza inicial de la trigonometría universitaria.

Palabras clave: Validación Psicométrica. Examen Diagnóstico. Trigonometría. Educación Universitaria. Análisis de Ítems.

¹ Dr. Universidad Autónoma de Nayarit. México. E-mail: dalia.castillo@uan.edu.mx
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5890-0437>

² Máster. Universidad Hispanoamericana. Costa Rica. E-mail: richard.gutierrez0647@uhispano.ac.cr
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-2750-3702>

³ Máster. Universidad Autónoma de Nayarit. México. E-mail: gina.partida@uan.edu.mx
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5183-0846>

⁴ Máster. Universidad Autónoma de Nayarit. México. E-mail: alan.figueroa@uan.edu.mx
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-1972-6203>

⁵ Dr. Universidad Autónoma de Nayarit. México. E-mail: agomez7001@uan.edu.mx
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4523-5423>

⁶ Máster. Universidad Autónoma de Nayarit. México. E-mail: juan.l@uan.edu.mx
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5686-2887>



RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar as propriedades psicométricas de um exame diagnóstico de trigonometria elaborado para estudantes universitários. O desenho do estudo foi quantitativo, não experimental, transversal e de natureza instrumental. Participaram 50 estudantes do ensino superior selecionados por amostragem não probabilística intencional. O instrumento foi composto por 10 itens dicotômicos (1 = correto, 0 = incorreto) que avaliaram conteúdos de funções trigonométricas, identidades e resolução de triângulos. Foram calculados o índice de dificuldade (p), a correlação ponto-biserial corrigida ($r_{p\beta}$) e o coeficiente alfa de Cronbach (α). Os resultados indicaram uma confiabilidade aceitável ($\alpha = 0,748$). A análise dos itens revelou que a maioria apresentou dificuldade moderada e discriminação adequada; entretanto, o Item 8 apresentou discriminação praticamente nula ($r_{p\beta} = 0,001$), enquanto os Itens 3 e 7 apresentaram baixa discriminação. Conclui-se que o instrumento possui propriedades psicométricas satisfatórias como ferramenta diagnóstica, embora necessite da revisão de três itens específicos para aprimorar sua qualidade técnica. Os achados fornecem evidências empíricas úteis para a tomada de decisão no ensino inicial de trigonometria no ensino superior.

Palavras-chave: Validação Psicométrica. Exame Diagnóstico. Trigonometria. Ensino Superior. Análise de Itens.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the psychometric properties of a diagnostic trigonometry test designed for university students. The study design was quantitative, non-experimental, cross-sectional, and instrumental. A total of 50 higher education students participated, selected through non-probabilistic purposive sampling. The instrument consisted of 10 dichotomous items (1 = correct, 0 = incorrect) assessing trigonometric functions, identities, and triangle solving. The difficulty index (p), corrected point-biserial correlation ($r_{p\beta}$), and Cronbach's alpha coefficient (α) were calculated. The results indicated acceptable reliability ($\alpha = 0.748$). Item analysis showed that most items had moderate difficulty and adequate discrimination; however, Item 8 showed virtually no discrimination ($r_{p\beta} = 0.001$), while Items 3 and 7 presented low discrimination. It is concluded that the instrument has satisfactory psychometric properties as a diagnostic tool, although it requires revision of three specific items to improve its technical quality. The findings provide useful empirical evidence for decision-making in introductory university-level trigonometry instruction.

Keywords: Psychometric Validation. Diagnostic Test. Trigonometry. Higher Education. Item Analysis.



1 INTRODUCCIÓN

La evaluación diagnóstica constituye una práctica fundamental en la educación superior, particularmente en disciplinas con contenidos altamente estructurados y secuenciales como las matemáticas. En el ámbito universitario, el conocimiento previo con que los estudiantes ingresan a los cursos de ciencias exactas determina, en gran medida, su trayectoria académica y su probabilidad de éxito (Ausubel et al., 1983). La trigonometría, como área de conocimiento matemático, representa uno de los puentes conceptuales indispensables entre la educación media superior y los estudios de nivel universitario en carreras de ingeniería, arquitectura, física y ciencias computacionales, entre otras.

La dificultad que los estudiantes universitarios enfrentan en el aprendizaje de la trigonometría ha sido documentada ampliamente en la literatura especializada. Investigaciones realizadas en contextos latinoamericanos señalan que conceptos como las funciones seno, coseno y tangente, las identidades trigonométricas y la resolución de triángulos representan obstáculos cognitivos significativos para una proporción considerable del alumnado de nuevo ingreso (Buendía & Montiel, 2011; Gamboa Araya & Ballesterro Alfaro, 2010). Estos hallazgos revelan que las deficiencias en trigonometría al ingreso a la universidad representan un problema generalizado que requiere un diagnóstico sistemático y riguroso. Dichos obstáculos no se limitan al rendimiento académico inicial, sino que inciden negativamente en el logro de competencias matemáticas esenciales para el desempeño profesional subsiguiente, de tal forma que se proyectan sobre el desempeño en cursos posteriores de cálculo, geometría analítica y física (Orhun, 2001).

Ante este escenario, el diseño y la validación de instrumentos de evaluación diagnóstica precisos y técnicamente sólidos adquieren relevancia estratégica. Un instrumento diagnóstico de calidad permite a los docentes identificar con exactitud los vacíos conceptuales de sus estudiantes, tomar decisiones pedagógicas informadas y diseñar intervenciones didácticas focalizadas (Ravela et al., 2017). En este sentido Castillo Márquez et al. (2025a) destacan que la aplicación de exámenes diagnósticos al inicio del ciclo escolar constituye una práctica indispensable para visibilizar las brechas de conocimiento en temas de matemáticas. En la misma línea, Castillo Márquez et al. (2025b) documentaron que estudiantes de nuevo ingreso a la licenciatura en matemáticas presentaron promedios diagnósticos de apenas 4.2 sobre 10 en aritmética



y álgebra básica, lo que pone de manifiesto que las deficiencias matemáticas al ingreso universitario constituyen un problema estructural que demanda instrumentos diagnósticos válidos y confiables como punto de partida para la intervención pedagógica.

No obstante, para que un examen diagnóstico cumpla esta función de manera confiable, debe someterse a un proceso riguroso de validación que incluya el análisis de sus propiedades psicométricas.

La psicometría clásica provee herramientas robustas para evaluar la calidad técnica de los instrumentos educativos. Entre los indicadores más empleados en el análisis de exámenes de respuesta dicotómica se encuentran el índice de dificultad (p), que expresa la proporción de examinandos que responden correctamente un ítem, y el índice de discriminación, usualmente operacionalizado mediante la correlación punto-biserial corregida (r_p^b), que refleja la capacidad del ítem para diferenciar entre estudiantes con mayor y menor dominio del constructo evaluado (Martínez Arias et al., 2006; Muñiz, 2010). Asimismo, la confiabilidad del instrumento, entendida como la consistencia de las puntuaciones a través de los ítems, se estima habitualmente mediante el coeficiente alfa de Cronbach (Cronbach, 1951).

El coeficiente alfa de Cronbach es el estadístico de consistencia interna más ampliamente utilizado en investigación educativa y psicológica (Frías-Navarro & Pascual Soler, 2012). De acuerdo con los criterios propuestos por George y Mallery (2003), valores de $\alpha \geq 0.70$ se consideran aceptables para instrumentos de uso diagnóstico e investigativo. Sin embargo, es importante contextualizar este parámetro según el propósito del instrumento: en evaluaciones de alto impacto, como exámenes de certificación profesional, se requieren valores superiores a 0.90, mientras que, en instrumentos formativos y diagnósticos, umbrales más moderados resultan técnicamente justificables (Morales Vallejo, 2007).

El análisis de ítems, por su parte, permite identificar reactivos que no contribuyen a la medición del constructo de interés o que presentan características técnicas deficientes. Un ítem con r_p^b cercana a cero indica que no existe relación entre la respuesta a ese reactivo y el puntaje total de la prueba, lo que sugiere que el ítem mide algo diferente al resto del instrumento o que presenta problemas de ambigüedad en su redacción (Martínez Arias et al., 2006). De manera similar, ítems con índice de dificultad extremo —muy fáciles o difíciles— ofrecen escasa información diagnóstica y reducen la



varianza de las puntuaciones, afectando negativamente la consistencia interna del instrumento (Muñiz, 2010).

A pesar de la importancia reconocida de la validación psicométrica, en la práctica docente universitaria es frecuente que los exámenes diagnósticos sean elaborados y aplicados sin haber sido sometidos a este proceso, lo que compromete su utilidad y la interpretación de sus resultados. Esta brecha entre la práctica evaluativa cotidiana y los estándares técnicos recomendados constituye un problema metodológico de relevancia, cuya atención contribuye a mejorar la calidad de los datos que orientan las decisiones pedagógicas (American Educational Research Association [AERA], American Psychological Association [APA], & National Council on Measurement in Education [NCME], 2014).

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar las propiedades psicométricas de un examen diagnóstico de trigonometría diseñado para estudiantes universitarios, mediante el cálculo del índice de dificultad, el índice de discriminación y el coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach. Los hallazgos reportados buscan aportar evidencia empírica que oriente la toma de decisiones sobre el uso, revisión o mejora del instrumento en contextos de enseñanza universitaria de las matemáticas.

2 MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El estudio siguió un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, de alcance transversal y tipo instrumental, de acuerdo con la clasificación propuesta por Montero y León (2007) para estudios orientados al desarrollo y validación de instrumentos de medición en psicología y educación. Este tipo de diseño es apropiado cuando el propósito central del estudio consiste en analizar las propiedades psicométricas de una prueba o escala, sin manipulación de variables ni asignación aleatoria de participantes.

2.2 PARTICIPANTES

La muestra estuvo conformada por 50 estudiantes de nivel superior del área de Ciencias Básicas e Ingenierías de primer semestre. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: estar oficialmente inscritos en la institución durante el ciclo escolar en que se realizó el estudio, cursar por primera vez el nivel o asignatura de trigonometría o área afín, y manifestar disponibilidad voluntaria para participar. Se excluyó a estudiantes con



cursos de trigonometría previos en nivel superior, así como a quienes no completaron el instrumento en al menos el 80% de sus ítems. El muestreo fue no probabilístico de tipo intencional, dado que se seleccionó a grupos académicos accesibles que cumplieran con los criterios establecidos.

2.3 INSTRUMENTO

Se aplicó un examen diagnóstico de trigonometría compuesto por 10 ítems dicotómicos, con opciones de respuesta codificadas como 1 (correcto) y 0 (incorrecto). Los reactivos evaluaron los siguientes contenidos: ángulos y sus medidas en grados y radianes, funciones trigonométricas seno, coseno y tangente, identidades trigonométricas fundamentales, y resolución de triángulos rectángulos y oblicuángulos. La puntuación total del instrumento oscila entre 0 y 10 puntos, correspondiendo un punto a cada respuesta correcta. El formato de los ítems fue de opción múltiple, diseñado para ser respondido en un tiempo aproximado entre 10 y 15 minutos.

2.4 PROCEDIMIENTO

El instrumento fue aplicado de manera presencial durante el ingreso a primer semestre, agosto-septiembre del 2025. Previo a la administración del examen, se informó a los participantes sobre los objetivos del estudio y el carácter voluntario y confidencial de su participación, garantizando el anonimato de las respuestas. Todos los participantes firmaron su consentimiento al momento de responder el examen diagnóstico, lo anterior conforme a los lineamientos del Código Ético de la American Psychological Association (2017). Los datos fueron resguardados en un archivo protegido y utilizados exclusivamente con fines académicos e investigativos.

2.5 ANÁLISIS DE DATOS

Se calcularon estadísticos descriptivos del puntaje total (media, desviación estándar, mínimo, máximo y mediana). Para el análisis de ítems se obtuvieron: el índice de dificultad (p), definido como la proporción de participantes que respondieron correctamente cada ítem respecto al número de quienes lo contestaron; y la correlación punto-biserial corregida (r_p^b), que expresa la relación entre la puntuación en el ítem y el puntaje total de la prueba excluyendo ese ítem. La confiabilidad se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach (α). Los ítems con omisiones fueron analizados con base

en los casos válidos disponibles para cada reactivo. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico jamovi, versión 2.4 (The jamovi Project, 2023).

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISIS DE ÍTEMS

En la Tabla 1 se presenta el análisis psicométrico de cada ítem del examen diagnóstico. Los resultados muestran que el Ítem 1 resultó ser el más fácil de la prueba ($p = 0.820$), clasificado como ítem fácil según los criterios de Muñiz (2010), aunque con una discriminación buena ($r_p^b = 0.533$). El Ítem 2 presentó el nivel de dificultad más elevado ($p = 0.360$), situándose en la categoría difícil, y obtuvo la correlación punto-biserial más alta del instrumento ($r_p^b = 0.709$), lo que indica una excelente capacidad discriminativa. Los Ítems 3 y 7 mostraron discriminación baja ($r_p^b = 0.290$ y 0.257 , respectivamente), lo que sugiere que estos reactivos presentan limitaciones para diferenciar entre estudiantes con mayor y menor dominio trigonométrico. El Ítem 8 representó el caso más crítico del instrumento, con una correlación punto-biserial prácticamente nula ($r_p^b = 0.001$), lo que indica que este reactivo no discrimina entre los niveles de desempeño de los examinandos y, por tanto, debe ser revisado en su redacción, opciones de respuesta o clave de corrección, o bien eliminarlo del instrumento. Los ítems 4, 7, 9 y 10 presentaron respuestas omitidas por parte de algunos estudiantes, con entre uno y cuatro participantes que no respondieron cada uno de estos reactivos.

Tabla 1

Análisis psicométrico de los ítems del examen diagnóstico de trigonometría

Ítem	p	Nivel de dificultad	r_p^b	Nivel de discriminación	Decisión
1	0.820	Muy fácil	0.533	Buena	Conservar
2	0.360	Difícil	0.709	Excelente	Conservar
3	0.540	Moderado	0.290	Baja	Revisar
4 ^a	0.413	Moderado	0.656	Muy buena	Conservar
5	0.680	Moderado	0.440	Buena	Conservar
6	0.460	Moderado	0.478	Buena	Conservar
7 ^a	0.500	Moderado	0.257	Baja	Revisar
8	0.640	Moderado	0.001	No discrimina	Eliminar
9 ^a	0.438	Moderado	0.462	Buena	Conservar



Ítem	p	Nivel de dificultad	r_p^b	Nivel de discriminación	Decisión
10 ^a	0.429	Moderado	0.464	Buena	Conservar

Nota. p = índice de dificultad; r_p^b = correlación punto-biserial corregida. Criterios: $p < 0.30$ = muy difícil; $0.30-0.50$ = difícil; $0.51-0.70$ = moderado; $0.71-0.90$ = fácil; > 0.90 = muy fácil. Discriminación: $r_p^b < 0.20$ = inaceptable; $0.20-0.29$ = baja; $0.30-0.39$ = aceptable; ≥ 0.40 = buena a excelente (Muñiz, 2010). ^a Ítems con respuestas omitidas.

3.2 CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

La confiabilidad del examen diagnóstico, estimada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, fue de $\alpha = 0.748$. De acuerdo con los criterios establecidos por George y Mallery (2003), este valor corresponde a una confiabilidad aceptable. Este resultado indica que los ítems del instrumento muestran un nivel adecuado de consistencia interna, es decir, que en conjunto tienden a medir el mismo constructo subyacente: el dominio de contenidos básicos de trigonometría universitaria. En el contexto de instrumentos diagnósticos y formativos cuyo propósito no es la toma de decisiones de alto impacto sobre individuos, sino la identificación grupal de fortalezas y áreas de oportunidad, un coeficiente de esta magnitud se considera técnicamente suficiente (Morales Vallejo, 2007).

3.3 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL PUNTAJE TOTAL

Los estadísticos descriptivos del puntaje total de los 50 participantes se presentan en la Tabla 2. La media de los puntajes fue de $M = 5.20$ ($DE = 2.73$), con un rango que osciló entre 1 y 10 puntos, y una mediana de 5.0. Estos resultados indican que, en promedio, los estudiantes respondieron correctamente la mitad de los ítems del examen diagnóstico, con una dispersión considerable entre sujetos. La amplitud del rango (9 puntos) y el valor de la desviación estándar sugieren una heterogeneidad notable en el nivel de dominio trigonométrico de la muestra, lo que es consistente con el carácter diagnóstico del instrumento y con la diversidad de trayectorias académicas previas de los estudiantes universitarios de primer ingreso.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos del puntaje total en el examen diagnóstico de trigonometría (N = 50)

M	DE	Mín.	Máx.	Mediana
5.20	2.73	1	10	5.0

Nota. M = media; DE = desviación estándar; Mín. = puntaje mínimo; Máx. = puntaje máximo. Puntaje máximo posible = 10. N = 50.

4 DISCUSIÓN

El presente estudio analizó las propiedades psicométricas de un examen diagnóstico de trigonometría aplicado a 50 estudiantes universitarios. Los resultados obtenidos ofrecen evidencia empírica sobre la calidad técnica del instrumento y permiten formular recomendaciones precisas para su mejora y uso pedagógico.

En relación con la confiabilidad, el coeficiente alfa de Cronbach obtenido ($\alpha = 0.748$) se ubica dentro del rango aceptable según los criterios de George y Mallery (2003), y es consistente con los valores reportados en estudios similares de validación de pruebas de matemáticas en nivel superior. Cabe señalar que la interpretación del alfa debe considerar el propósito del instrumento. A diferencia de los exámenes de certificación profesional, que requieren coeficientes de confiabilidad iguales o superiores a 0.90 dado su carácter de alto impacto (AERA et al., 2014), un instrumento diagnóstico cuyo objetivo es ofrecer información orientativa al docente sobre el nivel grupal de sus alumnos puede considerarse técnicamente adecuado con valores de $\alpha > 0.70$ (Morales Vallejo, 2007). En este sentido, los resultados sugieren que el examen diagnóstico analizado posee una consistencia interna suficiente para el uso al que está destinado.

El análisis de ítems reveló un panorama diferenciado respecto a la calidad técnica de los reactivos. La mayoría de los ítems presentaron índices de dificultad moderados (p entre 0.413 y 0.640) y correlaciones punto-biseriales superiores a 0.40, lo que indica una adecuada capacidad discriminativa. Estos resultados son favorables desde la perspectiva de la teoría clásica de los tests, ya que los ítems con dificultad moderada y buena discriminación son los que maximizan la información diagnóstica y la varianza de las puntuaciones (Muñiz, 2010). El Ítem 2 resultó particularmente informativo, al combinar un nivel de dificultad elevado ($p = 0.360$) con la correlación discriminativa más alta del instrumento ($r_p^b = 0.709$), lo que lo convierte en un reactivo de alta calidad técnica.



Sin embargo, tres ítems merecen atención especial. Los Ítems 3 y 7 presentaron discriminación baja ($r_p^b = 0.290$ y 0.257 , respectivamente), lo que puede obedecer a diversas causas: ambigüedad en la redacción, opciones de respuesta poco funcionales, o que el contenido evaluado en esos reactivos no se corresponde suficientemente con el constructo general del instrumento (Martínez Arias et al., 2006). Se recomienda revisar la formulación de estos ítems, someter los enunciados y las alternativas a juicio de expertos y, si es posible, pilotarlos nuevamente tras su reformulación. El caso más crítico es el del Ítem 8, cuya correlación punto-biserial prácticamente nula ($r_p^b = 0.001$) indica que el desempeño en este reactivo es independiente del desempeño general en la prueba. Este hallazgo sugiere que el ítem podría estar midiendo un concepto ajeno al constructo central, presentar errores en la clave de corrección, contener una redacción ambigua o estar evaluando un contenido que no guarda coherencia con el resto del instrumento. Se recomienda su eliminación o reformulación sustantiva antes de una nueva aplicación.

Respecto a los ítems con omisiones (Ítems 4, 7, 9 y 10), aunque el número de respuestas faltantes fue reducido (entre uno y cuatro participantes por ítem), este fenómeno constituye una limitación metodológica que merece consideración. La ausencia de respuesta puede reflejar dificultad percibida, falta de tiempo, ambigüedad del enunciado o simplemente descuido del examinando (Muñiz, 2010). En futuras aplicaciones, sería conveniente implementar estrategias para reducir los datos perdidos, como indicar explícitamente que se responda cada ítem, aunque no se esté completamente seguro de la respuesta.

El estudio cuenta con algunos aspectos que conviene considerar al interpretar sus resultados. En primer lugar, el tamaño de la muestra ($N = 50$), aunque permitió llevar a cabo el análisis, podría ampliarse en futuras investigaciones para fortalecer la estabilidad de las estimaciones de los parámetros de los ítems, tal como sugieren estándares del análisis psicométrico clásico (Martínez Arias et al., 2006). En segundo lugar, el uso de un muestreo no probabilístico ofrece una visión valiosa del contexto institucional analizado, aunque sería recomendable complementarlo con otros tipos de muestreo para favorecer una mayor generalización de los hallazgos. Finalmente, el instrumento fue examinado desde la teoría clásica de los tests, lo que proporciona una base sólida, y abre la posibilidad de incorporar en estudios posteriores enfoques más avanzados, como la teoría de respuesta al ítem, para enriquecer el análisis.



A partir de estas consideraciones, se proponen las siguientes líneas de investigación futura: ampliar la muestra a un mínimo de 200 participantes provenientes de distintas instituciones para obtener estimaciones psicométricas más robustas y generalizables; realizar un análisis factorial confirmatorio para evaluar la dimensionalidad del instrumento y verificar si los ítems se agrupan en factores que correspondan a los contenidos evaluados.

Desde el punto de vista pedagógico, los hallazgos de este estudio tienen implicaciones directas para la práctica docente universitaria. La heterogeneidad observada en los puntajes ($M = 5.20$; $DE = 2.73$; rango: 1–10) refleja diferencias sustanciales en el nivel de preparación trigonométrica de los estudiantes al ingresar a la universidad. Este resultado es consistente con lo reportado por Castillo Márquez et al. (2025), quienes documentaron que estudiantes universitarios de nuevo ingreso en ingenierías de la Universidad Autónoma de Nayarit obtuvieron apenas un 48.6% de aciertos en un instrumento diagnóstico de trigonometría, evidenciando deficiencias generalizadas que comprometen el desempeño en cursos de ciencias exactas. Esta variabilidad justifica el diseño de estrategias de enseñanza diferenciada que atiendan tanto a los estudiantes con dominio deficiente —particularmente en los contenidos asociados a los ítems de mayor dificultad— como a aquellos con dominio avanzado. El examen diagnóstico, una vez depurados los ítems problemáticos, puede convertirse en una herramienta válida y confiable para la toma de decisiones pedagógicas informadas al inicio del curso, contribuyendo a reducir las brechas de aprendizaje desde las primeras semanas del ciclo escolar.

REFERENCIAS

- Abad, F. J., Olea, J., Ponsoda, V., & García, C. (2011). *Medición en ciencias sociales y de la salud*. Síntesis.
- American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. (2014). *Standards for educational and psychological testing*. American Educational Research Association.
- American Psychological Association. (2017). *Ethical principles of psychologists and code of conduct (2002, amended effective June 1, 2010, and January 1, 2017)*. <https://www.apa.org/ethics/code>
- American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.)*. <https://doi.org/10.1037/0000165-000>



- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (2.^a ed.). Trillas.
- Backhoff, E., Larrazolo, N., & Rosas, M. (2000). Nivel de dificultad y poder discriminativo del Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2(1), 1–16. <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/15>
- Buendía, G., & Montiel, G. (2011). La trigonometría en el bachillerato: Un estudio socioepistemológico. *Educación Matemática*, 23(1), 5–28.
- Castillo Márquez, D. I. C., López, G. E. P., & Flores, A. R. F. (2025). Entre senos y cosenos: una radiografía de las admisiones universitarias. *Lumen et Virtus*, 16(53), e9171. <https://doi.org/10.56238/levv16n53-090>
- Castillo Márquez, D. I., Jaime Ramírez, B., Mendoza Reyes, S. M., & Gómez Dávalos, A. J. (2025). El conocimiento matemático pre-universitario en estudiantes que ingresan a la licenciatura en matemáticas: dificultades y acciones en aritmética y álgebra. *Ciencia Y Reflexión*, 4(2), 853–866. <https://doi.org/10.70747/cr.v4i2.294>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Frías-Navarro, D., & Pascual Soler, M. (2012). Prácticas del análisis factorial confirmatorio con AMOS, FACTOR y LISREL. *Acción Psicológica*, 9(1), 71–89. <https://doi.org/10.5944/ap.9.1.11217>
- Gamboa Araya, R., & Ballesteros Alfaro, E. (2010). La enseñanza y el aprendizaje de la trigonometría en el bachillerato. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 5(6), 99–122.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (4th ed.). Allyn & Bacon.
- Martínez Arias, R., Hernández Lloreda, M. J., & Hernández Lloreda, M. V. (2006). *Psicometría*. Alianza Editorial.
- Montero, I., & León, O. G. (2007). A guide for naming research studies in psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 7(3), 847–862.
- Montiel, G., & Buendía, G. (2012). Articulación escolar del estudio de la trigonometría: Un análisis desde la socioepistemología. *Educación Matemática*, 24(3), 107–130.
- Morales Vallejo, P. (2007). La fiabilidad de los tests y escalas. Universidad Pontificia Comillas. <https://matcris5.files.wordpress.com/2014/04/fiabilidad-tests-y-escalas-morales-2007.pdf>
- Muñiz, J. (2010). Las teorías de los tests: Teoría clásica y teoría de respuesta a los ítems. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 57–66.



Orhun, N. (2001). Errores y concepciones erróneas en la enseñanza de la trigonometría. En D. Coray et al. (Eds.), *One hundred years of L'Enseignement Mathématique* (pp. 208–211). L'Enseignement Mathématique.

Ravela, P., Picaroni, B., & Loureiro, G. (2017). *¿Cómo mejorar la evaluación en el aula? Reflexiones y propuestas de trabajo para docentes*. Grupo Magro Editores.

The jamovi Project. (2023). *Jamovi (Version 2.4) [Software]*. <https://www.jamovi.org>

Vargas Porras, P. A., & Montoya Vargas, J. (2012). La evaluación diagnóstica, formativa y sumativa en la enseñanza de la ciencia. *Revista Electrónica Educare*, 16(1), 113–124. <https://doi.org/10.15359/ree.16-1.8>