



Tutoría entre pares y avalúo del aprendizaje: una experiencia institucional para mejorar el rendimiento matemático

Peer Tutoring and Learning Assessment: An Institutional Experience to Improve Mathematical Performance

Héctor A. Aponte-Alequín¹  , Óscar Y. Castrillón Velandia¹  

RESUMEN

Introducción: La deserción en cursos introductorios STEM exige apoyos académicos sostenidos en educación superior.

Metodología: Se realizó un estudio mixto cuasiexperimental, con muestreo no probabilístico por conveniencia y asignación por autoselección a tutoría. Participaron 140 estudiantes en dos grupos (con tutoría; sin tutoría) del curso MECU 3031, Métodos Cuantitativos para Administración de Empresas, en una universidad pública en Puerto Rico. Se aplicaron preprueba y posprueba con una rúbrica analítica de cinco criterios (0–20), cuestionarios de satisfacción y registros narrativos.

Resultados: En la posprueba, el grupo con tutoría obtuvo $M = 12,84$ y el grupo sin tutoría $M = 9,64$. La prueba t no indicó diferencia significativa ($t = -0,071$, $p = ,944$; $d \approx 0,01$).

Discusión: Aunque la evidencia inferencial fue débil, los perfiles por criterio y los testimonios estudiantiles sugirieron mejoras en comprensión conceptual, motivación y autorregulación. La autoselección introduce un posible sesgo de selección que limita la atribución causal.

Conclusiones: La articulación entre tutoría entre pares y avalúo del aprendizaje produjo evidencia útil para decisiones de retención y mejoramiento, y ofrece un modelo replicable en cursos de alta dificultad.

Palabras clave: Enseñanza superior, Enseñanza de las Matemáticas, Enseñanza mutua (peer teaching), Tutoría (educación), Evaluación del estudiante.

Clasificación JEL: I21; I23; I29.

Recibido: 08-08-2025

Revisado: 30-10-2025

Aceptado: 15-12-2025

Publicado: 02-01-2026

Editor: Alfredo Javier Pérez Gamboa 

ABSTRACT

Introduction: Dropout rates in introductory STEM courses necessitate sustained academic support in higher education.

Methodology: A quasi-experimental mixed-methods study was conducted using non-probability convenience sampling and self-selection for tutoring. One hundred and forty students participated in two groups (with tutoring; without tutoring) from the MECU 3031 course, Quantitative Methods for Business Administration, at a public university in Puerto Rico. A pre-test and post-test were administered using a five-criterion analytical rubric (0–20), along with satisfaction questionnaires and narrative records.

Results: In the post-test, the tutored group obtained a mean (M) of 12,84, and the untutored group obtained a mean (M) of 9,64. The t -test did not indicate a significant difference ($t = -0,071$, $p = ,944$; $d \approx 0,01$).

Discussion: Although the inferential evidence was weak, the criterion-based profiles and student testimonials suggested improvements in conceptual understanding, motivation, and self-regulation. Self-selection introduces a potential selection bias that limits causal attribution.

Conclusions: The integration of peer tutoring and learning assessment yielded useful evidence for retention and improvement decisions and offers a replicable model for highly challenging courses.

Keywords: Higher education, Mathematics teaching, Peer teaching, Tutoring (education), Student assessment.

JEL Classification: I21; I23; I29.

¹Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras. San Juan, Puerto Rico.



INTRODUCCIÓN

La educación superior en América Latina enfrenta el desafío persistente de reducir la deserción estudiantil y mejorar el rendimiento académico, especialmente en disciplinas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), en las que se concentran cursos introductorios de alta complejidad. En este escenario, el dominio del razonamiento lógico-matemático constituye un área crítica, pues condiciona la progresión académica, la permanencia y las oportunidades profesionales del estudiantado. Diversos estudios han señalado que los cursos iniciales de Matemáticas funcionan como cuellos de botella asociados tanto a factores cognitivos como institucionales, lo que afecta de manera desproporcionada a estudiantes de primera generación y de contextos vulnerables (Dekker et al., 2023; González-Ortiz-de-Zárate et al., 2025; Swail et al., 2003).

En respuesta a esta problemática, el Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico implementó, durante el segundo semestre del año académico 2024-2025, el Proyecto Universitario Estudia[N]til de Trayectoria al Éxito (PUE[N]TE) como una intervención institucional piloto orientada a la retención. El piloto se centró en brindar tutorías individualizadas entre pares a estudiantes matriculados en el curso con más fracasos y bajas en la institución, MECU 3031, Métodos Cuantitativos para Administración de Empresas. Así, en este curso, con contenido de precálculo, se buscó fortalecer el desempeño académico de los estudiantes y reducir la repetición del curso. A diferencia de los centros de tutoría convencionales, el modelo se fundamentó en un vínculo de acompañamiento sostenido y un seguimiento sistemático del progreso a través del avalúo del aprendizaje (Aponte-Alequín, 2020, 2024, 2025).

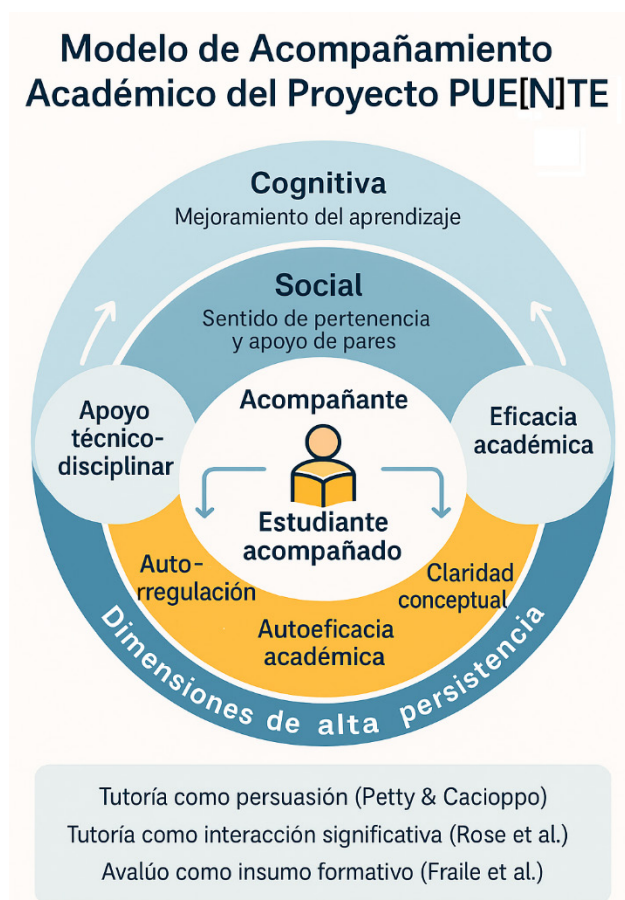
El modelo implementado se apoyó en una concepción formativa del aprendizaje, en la que la figura del tutor no solo atiende la resolución técnica de ejercicios, sino que actúa como mediador de procesos metacognitivos y de autorregulación. Esta estructura se alinea con los principios de la tutoría mayéutica y con el Modelo de Elaboración Probable de la Persuasión, que destaca el papel del par como fuente creíble para fomentar motivación, procesamiento profundo de la información y cambio de actitudes hacia el aprendizaje (Gao et al., 2024; Petty & Cacioppo, 1986a, 1986b; Rose et al., 2001). Al mismo tiempo, el acompañamiento académico se articula con modelos de persistencia que integran dimensiones cognitivas, sociales e institucionales para explicar el éxito estudiantil (Baek & Doleck, 2021; Banihashem et al., 2022; Swail et al., 2003).

Desde la perspectiva del avalúo del aprendizaje, el proyecto se inscribe en la tendencia a utilizar evidencias directas de desempeño para documentar resultados y guiar decisiones de mejoramiento curricular o servicios de apoyo. La intervención incorporó una rúbrica analítica alineada a los dominios institucionales de aprendizaje definidos por la División de Investigación Institucional y Avalúo (DIIA) del Recinto, en particular el de razonamiento lógico-matemático. Esta rúbrica permitió operacionalizar competencias específicas en cinco criterios y evaluar el progreso mediante una preprueba y una posprueba, complementadas por cuestionarios de satisfacción y verbalizaciones abiertas. Este enfoque responde a planteamientos sobre la importancia de prácticas de avalúo auténticas, formativas y útiles para la toma de decisiones (Banihashem et al., 2022; Hardt et al., 2023; Hutchings et al., 2015; Jankowski et al., 2018; Mintz, 2020).

En este marco, el propósito del artículo es analizar el efecto de un modelo de tutoría entre pares integrado al avalúo del aprendizaje sobre el rendimiento en razonamiento lógico-matemático de estudiantes de un curso de precálculo en una Facultad de Administración de Empresas. El estudio se centra en comparar el desempeño de estudiantes que recibieron acompañamiento individualizado con aquellos que no lo recibieron, así como en explorar sus percepciones sobre la experiencia de tutoría. De este modo, se busca aportar evidencia empírica sobre una estrategia de intervención institucional que vincula acompañamiento académico, avalúo y gestión de la retención, con potencial de ser replicada en otros contextos de educación superior en la región.

En el plano institucional, estos retos suelen manifestarse con mayor claridad en los cursos identificados como «cuellos de botella», ya que concentran tasas elevadas de fracasos, bajas y repetición. Este patrón no solo afecta el rendimiento, sino que también incide en la progresión curricular y en la retención, con efectos acumulativos sobre la trayectoria académica del estudiantado. En el contexto actual, la literatura sobre éxito estudiantil ha reforzado la importancia de intervenciones focalizadas en cursos de alta demanda y alto riesgo, en particular cuando la institución busca reducir brechas y sostener la equidad en la permanencia. Estas aproximaciones convergen con hallazgos recientes que destacan el valor de estrategias de apoyo académico basadas en evidencia, con atención a perfiles diversos de estudiantes y a condiciones institucionales que facilitan o dificultan la persistencia (Gao et al., 2024; Kuh et al., 2014; Oliva-Córdova et al., 2021; Tinto, 2022).

Figura 1.
Modelo de Acompañamiento Académico del Proyecto PUE[N]TE



La discusión contemporánea también ha destacado que la efectividad de los servicios de apoyo depende de su integración con la experiencia de aprendizaje y de su capacidad de promover participación sostenida. En consecuencia, los modelos de acompañamiento con seguimiento intencional tienden a superar enfoques centrados únicamente en «acceso a recursos», porque permiten monitorear progreso, ajustar la intervención y fortalecer hábitos de estudio y autorregulación. En cursos con componentes de razonamiento cuantitativo, la tutoría entre pares ha mostrado particular pertinencia cuando se articula con prácticas formativas, retroalimentación oportuna y herramientas de medición que hagan visible el desempeño más allá de la percepción (Mullen et al., 2024). De acuerdo con síntesis recientes sobre intervenciones en educación superior, la combinación de apoyo académico estructurado con estrategias de seguimiento y medición contribuye a delimitar explicaciones más precisas sobre qué funciona, para quién y bajo qué condiciones. Esta noción resulta clave al diseñar pilotos con intención de replicabilidad (What Works Clearinghouse, 2022).

METODOLOGÍA

La investigación se enmarcó en el paradigma pragmático, con un enfoque mixto de predominio cuantitativo, y se clasificó como un estudio de investigación institucional aplicada, con alcance explicativo-comparativo. Se utilizó un diseño cuasiexperimental de grupos no equivalentes con preprueba y posprueba, orientado a analizar el efecto de un modelo de tutoría entre pares sobre el rendimiento en razonamiento lógico-matemático en un curso de precálculo. La población estuvo compuesta por 140 estudiantes matriculados en el curso MECU 3031, Métodos Cuantitativos para Administración de Empresas, en una Facultad de Administración de Empresas de una universidad pública en Puerto Rico.

El proyecto PUE[N]TE se implementó como una experiencia piloto de intervención académica. A partir de una preprueba administrada en las primeras semanas del semestre, se identificaron estudiantes en riesgo académico y se les ofreció participar en el modelo de acompañamiento. Se conformaron dos grupos de comparación: estudiantes que recibieron tutoría individualizada entre pares y estudiantes que no participaron en el acompañamiento. Para

el grupo acompañado se asignó un tutor específico por estudiante, con encuentros semanales planificados. La intervención se extendió por aproximadamente doce semanas, desde la tercera hasta la decimocuarta semana del semestre, y contó con seis tutores acompañantes que atendieron a 51 estudiantes dentro de la población total.

En cuanto a los materiales e instrumentos, se diseñó una rúbrica analítica alineada con los criterios del curso y con el dominio institucional de razonamiento lógico y matemático. La rúbrica incluyó cinco criterios: definición de variables, formulación algebraica, representación matricial, interpretación de resultados y análisis final, cada uno evaluado en una escala de 1 a 4 puntos, para un máximo de 20 puntos por prueba. Con esta rúbrica se construyeron una preprueba y una posprueba con tareas comparables en estructura y nivel de dificultad, administradas al inicio y al final del semestre. Además, se utilizaron cuestionarios de satisfacción estudiantil con ítems cerrados y preguntas abiertas, y bitácoras narrativas de los tutores, en las que se consignaron observaciones sobre el proceso de acompañamiento.

La validez de la rúbrica analítica de la pre y posprueba se sustentó mediante un argumento de validez centrado en evidencia de contenido y de constructo, a tenor con el uso del avalúo como indagación orientada al mejoramiento y no como ejercicio de cumplimiento (Hutchings et al., 2015; Pan et al., 2024). En primer lugar, la evidencia de validez de contenido se apoyó en el proceso de diseño colaborativo por el profesorado del curso y en la revisión experta documentada en el proyecto: dos especialistas en enseñanza de las matemáticas y un especialista en investigación educativa. Esta interacción permitió depurar descriptores, nivelar expectativas y asegurar pertinencia disciplinaria. Los cinco criterios operacionalizaron, de forma exhaustiva y secuencial, las exigencias cognitivas del desempeño meta en el dominio de razonamiento lógico-matemático: modelación del problema verbal (definición de variables y formulación del sistema), representación matricial (matriz aumentada), ejecución procedimental apoyada con tecnología (Gauss-Jordan en calculadora gráfica) e interpretación del resultado en el contexto del problema (conclusión y análisis).

En segundo lugar, la evidencia de validez de constructo se fundamentó en la coherencia interna entre el constructo institucional que se pretendió medir y la arquitectura progresiva de la rúbrica, que distingue etapas conceptuales y procedimentales del razonamiento cuantitativo y permite interpretar el puntaje total como un indicador de dominio integrado. Este diseño se alinea con la recomendación de privilegiar evidencia directa y auténtica del aprendizaje para sustentar inferencias útiles para la toma de decisiones académicas e institucionales (Jankowski et al., 2018; Mullen et al., 2024).

Para documentar la confiabilidad interevaluador de la rúbrica analítica (cinco criterios; escala ordinal 1–4), se escogieron al azar las puntuaciones de tres evaluadores en calificaciones de forma independiente en una submuestra de 19 evidencias. Antes del análisis, se normalizaron los puntajes al rango 1–4. Un caso incluyó al menos un valor N/A; por esta razón, los coeficientes por criterio se estimaron con 18 evidencias con datos completos. Para el puntaje total (suma de los cinco criterios), se estimó un coeficiente de correlación intraclase de dos vías con efectos aleatorios y criterio de acuerdo absoluto. Los resultados indicaron confiabilidad moderada para un evaluador único, ICC(2,1) = 0,629, IC 95 % *bootstrap* [0,290, 0,780], y confiabilidad alta para el promedio de tres evaluadores, ICC(2,3) = 0,836. Para cada criterio se calculó kappa de Cohen ponderado cuadráticamente y se promedió entre los tres pares de evaluadores. Los mayores niveles de acuerdo se observaron en «Resolución por Gauss-Jordan en la calculadora» y «Conclusión y análisis del resultado» ($w = 0,629$ en ambos), mientras que «Definición de variables» ($w = 0,556$), «Formulación del sistema de ecuaciones» ($w = 0,537$) y «Construcción de la matriz aumentada» ($w = 0,507$) mostraron acuerdo satisfactorio.

Los procedimientos para la investigación incluyeron la capacitación previa de los tutores en contenido matemático, estrategias de acompañamiento académico y uso de la rúbrica. Durante el semestre, se llevó a cabo el acompañamiento mediante sesiones de resolución de problemas, discusión conceptual guiada y actividades orientadas a la autorreflexión y la metacognición. El equipo de tutores mantuvo comunicación sistemática con el profesor del curso para coordinar énfasis temáticos y monitorear el progreso de los estudiantes.

Para el análisis cuantitativo, se calcularon medidas de tendencia central (promedios) y de dispersión (desviación estándar y rango), tanto globales como por criterio de la rúbrica. Estos análisis se realizaron por separado para el grupo con tutoría y el grupo sin tutoría. Con el fin de asegurar la consistencia en las comparaciones, solo se incluyeron en los cálculos los estudiantes que completaron la preprueba y la posprueba con puntuaciones mayores a cero. Sobre esa base, se utilizaron promedios expresados en una escala total de 20 puntos, decisión metodológica orientada a facilitar la interpretación de los resultados en términos de logro global. Complementariamente, se aplicó una prueba *t* de muestras independientes para contrastar los promedios globales de la posprueba entre los dos grupos.

La decisión de privilegiar indicadores derivados del desempeño en la rúbrica respondió a un enfoque de avalúo del aprendizaje basado en evidencia directa, que privilegia productos observables del aprendizaje por encima de percepciones aisladas. Esta perspectiva es consistente con planteamientos que destacan la necesidad de indicadores significativos y accionables para la toma de decisiones académicas y de gestión.

En la dimensión cualitativa, se analizaron las respuestas abiertas de los cuestionarios de satisfacción y los registros anecdóticos de los tutores. Estos materiales fueron sometidos a un proceso de codificación temática inicial, que permitió identificar categorías relacionadas con apoyo emocional, claridad en la explicación, confianza matemática y monitoreo individualizado (Creswell & Creswell, 2018). La interpretación de estos patrones se apoyó en procedimientos de análisis de contenido y en la comparación constante entre casos (Creswell & Poth, 2018). La triangulación entre resultados cuantitativos de la rúbrica, datos de asistencia, cuestionarios y narrativas permitió obtener una comprensión más profunda del impacto del acompañamiento sobre el desarrollo académico y actitudinal del estudiantado (Denzin, 2017).

Finalmente, el piloto se diseñó con criterios de replicabilidad. La estandarización de la rúbrica, la descripción detallada de la intervención, la capacitación documentada de los tutores y la coordinación con el profesorado constituyen insumos que facilitan la adaptación del modelo a otros cursos introductorios con retos similares en educación matemática y retención estudiantil en contextos de educación superior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del piloto PUE[N]TE reflejaron mejoras medibles en el rendimiento académico de los estudiantes del curso MECU 3031 y permitieron analizar el potencial del acompañamiento entre pares como estrategia institucional de apoyo. En la preprueba, el promedio general de los 140 estudiantes fue de 8,44 sobre 20 puntos. Esta puntuación aumentó a 10,89 en la posprueba, lo que representó una ganancia global de 2,45 puntos en el dominio evaluado. Este incremento se alinea con la literatura que asocia intervenciones de apoyo académico con avances progresivos en desempeño en cursos de alta complejidad en Matemáticas y áreas afines (Dekker et al., 2023; González-Ortiz-de-Zárate et al., 2025).

Tabla 1.
Participación estudiantil en la tutoría individualizada

Categoría de participación	Número de estudiantes	Porcentaje
No asistieron a tutoría	89	63,6 %
Asistieron de 1 a 3 veces	32	22,8 %
Asistieron 4 veces o más	19	13,6 %
Total	140	100 %

El análisis por grupo evidenció diferencias sustantivas entre quienes participaron del acompañamiento y quienes no lo hicieron. Los 51 estudiantes que asistieron a la tutoría individualizada alcanzaron un promedio de 12,84 en la posprueba, mientras que los 89 estudiantes que no recibieron acompañamiento obtuvieron 9,64. Esta diferencia de 3,2 puntos favoreció al grupo acompañado y reforzó la utilidad del modelo de tutoría personalizada. La tabla 1 resume los niveles de participación en la tutoría, con tres categorías: estudiantes que no asistieron, quienes asistieron de una a tres veces y quienes asistieron en cuatro ocasiones o más. La distribución mostró un subgrupo con acompañamiento sostenido, lo que resulta coherente con la evidencia que vincula la intensidad de la intervención con mejoras académicas y en persistencia (Swail et al., 2003).

Para analizar los resultados por criterios de la rúbrica, la tabla 2 presenta la equivalencia basal por grupo, establecida a base de la preprueba.

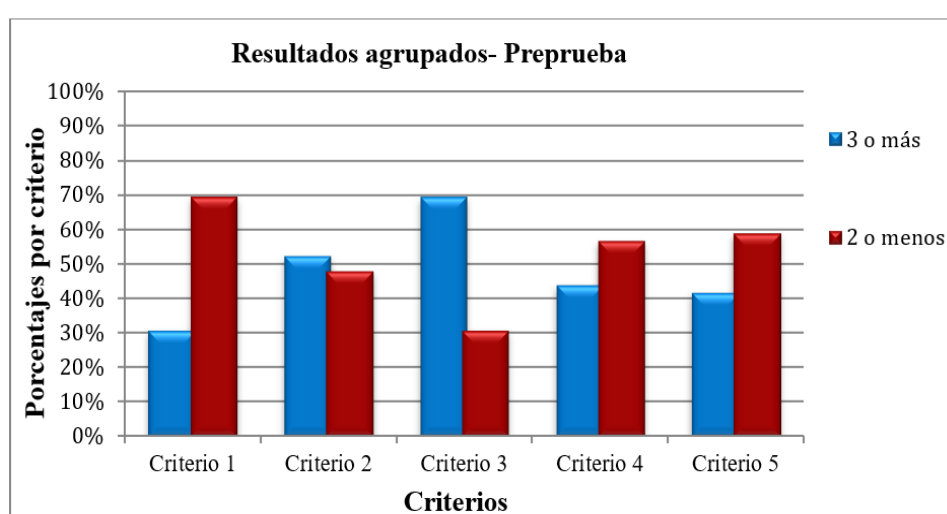
Tabla 2.
Equivalencia basal por grupo (preprueba total, 0-20)

Grupo	n	P preprueba total (0-20), M	DE
Con tutoría	42	15,02	4,64
Sin tutoría	57	13,67	5,93

El desglose por criterios de la rúbrica mostró que los mayores avances ocurrieron en las áreas de interpretación conceptual y análisis del resultado. En el criterio 1 (definición de variables), el grupo acompañado obtuvo un promedio de 2,81, frente a 2,19 en el grupo sin tutoría. En el criterio 5 (análisis final del problema), los promedios fueron 2,75 para el grupo acompañado y 2,04 para el grupo no acompañado. Estos datos sugieren que el acompañamiento favoreció el desarrollo de pensamiento lógico y reflexivo, más allá de la mera repetición algorítmica, y se alinean con enfoques de tutoría mayéutica que enfatizan la construcción activa del conocimiento mediante el diálogo y la formulación de preguntas (µ, 2023; Rose et al., 2001).

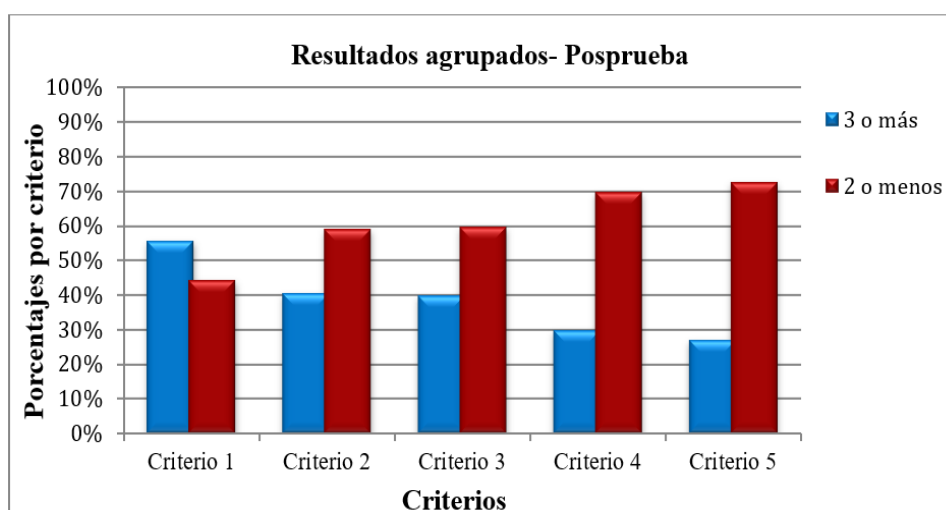
Por otro lado, los criterios 2 y 3 –relacionados con formulación algebraica y representación matricial– mostraron los promedios más bajos en ambos grupos, aun cuando los estudiantes acompañados obtuvieron resultados ligeramente superiores. Estos hallazgos apuntan a la necesidad de fortalecer de manera deliberada estas dimensiones en la planificación del curso y en las estrategias de acompañamiento. La dificultad creciente de la posprueba y la limitada exposición del estudiantado a ejercicios similares en el laboratorio de práctica se identificaron como factores que pudieron afectar la familiaridad con los contenidos, lo cual coincide con estudios que documentan la importancia de la práctica guiada y estructurada en tareas de alta carga cognitiva en Matemáticas (Fraile et al., 2023).

Figura 2.
Resultados agrupados- Preprueba



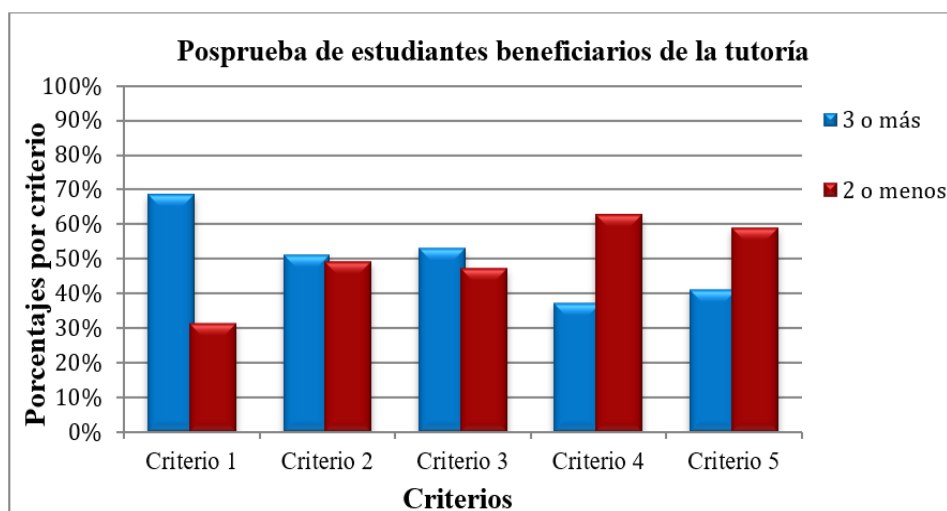
La figura 2 presenta, para la preprueba, la proporción de desempeños clasificados como «3 o más» frente a «2 o menos» en cada criterio de la rúbrica. El patrón muestra un perfil heterogéneo, con un criterio que concentra mayor proporción de «3 o más» y otro que concentra mayor proporción de «2 o menos», lo cual sugiere fortalezas y rezagos diferenciados desde el inicio.

Figura 3.
Resultados agrupados- Posprueba



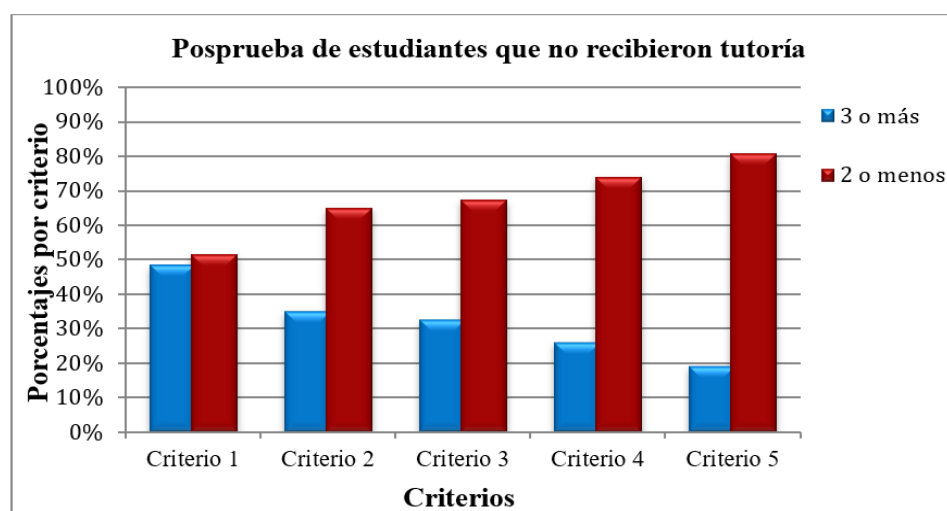
La figura 3 presenta, para la posprueba, la proporción de «3 o más» y «2 o menos» en los cinco criterios, bajo la misma lógica de clasificación. El patrón evidencia que la posprueba exigió un desempeño más consistente en varias etapas del proceso, lo cual se refleja en el predominio relativo de «2 o menos» en varios criterios.

Figura 4.
Posprueba de estudiantes beneficiarios de la tutoría



La figura 4 muestra la distribución de «3 o más» frente a «2 o menos» en la posprueba para estudiantes beneficiarios de la tutoría entre pares. En conjunto, el perfil del grupo acompañado exhibe una mayor concentración relativa de «3 o más» en varios criterios, aunque persisten áreas con predominio de «2 o menos» que delimitan focos de refuerzo.

Figura 5.
Posprueba de estudiantes que no recibieron tutoría



La figura 5 presenta la distribución de «3 o más» y «2 o menos» en la posprueba para estudiantes que no recibieron tutoría. El patrón tiende a concentrarse en «2 o menos» a lo largo de los criterios, lo cual contrasta con el perfil del grupo acompañado y sugiere una diferencia práctica en el dominio evaluado.

En cuanto al análisis inferencial, la prueba *t* de muestras independientes aplicada a los promedios globales de la posprueba no evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, $t(97) = 1,68$, $p = ,096$. En la posprueba, el grupo con tutoría obtuvo $M = 13,79$, $DE = 5,29$ ($n = 42$), mientras que el grupo sin tutoría obtuvo $M = 11,89$, $DE = 5,71$ ($n = 57$); el tamaño del efecto fue pequeño a moderado (d de Cohen $\approx 0,34$). Este resultado requiere una interpretación cuidadosa. El tamaño de la muestra, la variabilidad entre secciones y la naturaleza cuasiexperimental del diseño constituyen factores que pueden limitar la potencia estadística del contraste. No obstante, como señalan

Baek y Doleck (2021), el avalúo del aprendizaje debe apoyarse en evidencia concreta de desempeño y no solo en la significancia estadística. En este estudio, la combinación de análisis descriptivos, resultados por criterio de la rúbrica y datos cualitativos ofreció un cuadro más completo del impacto del acompañamiento.

Esta evidencia, sin embargo, no invalida la lectura práctica del piloto, porque el estudio se concibió como una intervención institucional aplicada, con diseño cuasiexperimental, tamaños de grupo desiguales y heterogeneidad académica que puede reducir la potencia estadística y ampliar la variabilidad. En este marco, la relevancia práctica se apoya en la magnitud descriptiva de las diferencias, en el perfil por criterios y en la triangulación con indicadores de trayectoria, lo cual permite sostener inferencias orientadas al mejoramiento aun cuando el contraste inferencial no alcance significancia convencional. En consecuencia, la interpretación privilegia el sentido educativo de los patrones observados y su utilidad para la toma de decisiones institucionales, más que una lectura dicotómica basada únicamente en valores p .

De igual manera, los efectos estimados del acompañamiento deben interpretarse con cautela, debido a que la variabilidad atribuible a la evaluación en el coeficiente de interevaluador puede haber atenuado o distorsionado diferencias reales entre grupos. Aun así, el buen desempeño de los índices a nivel agregado respalda la utilidad del puntaje total como indicador integrado del dominio de razonamiento lógico-matemático, a la vez que delimita un área prioritaria de calibración para futuras implementaciones, mediante sesiones breves de calibración, anclas de respuesta y ejemplos consensuados para el criterio con menor acuerdo.

La discusión también requiere reconocer sesgos plausibles asociados a la implementación. La asignación a los grupos no ocurrió por aleatorización, y la participación en la tutoría respondió a invitación y decisión del estudiantado, lo cual introduce sesgo de selección: quienes aceptaron acompañamiento pudieron diferir en motivación, disponibilidad de tiempo, apoyo externo o predisposición al uso de recursos institucionales. Este sesgo puede inflar o atenuar las diferencias observadas, y limita el alcance causal de las conclusiones. Por esta razón, los hallazgos se interpretan como evidencia preliminar de efectividad en contexto real, con un llamado a fortalecer el diseño en futuras réplicas mediante estrategias como emparejamiento por preprueba, modelos con covariables y análisis de dosis-respuesta según número de sesiones, además de criterios de calibración de la rúbrica para reducir error de medición por criterio.

Los beneficios del modelo PUE[N]TE se reflejaron también en dimensiones actitudinales y de trayectoria académica. Ninguno de los estudiantes que recibió tutoría obtuvo calificación de F, en contraste con el grupo no acompañado, que concentró la mayoría de los fracasos. Además, se documentaron mejoras en la disposición hacia el curso, la participación en las sesiones y la confianza para enfrentar tareas matemáticas, aspectos que han sido identificados como variables clave en modelos de persistencia estudiantil (Swail et al., 2003). Estas observaciones sugieren que la tutoría entre pares funcionó como un mecanismo de protección frente al abandono y la repetición, en coherencia con la meta institucional de fortalecer la retención.

El análisis cualitativo de las respuestas abiertas en los cuestionarios de satisfacción y de las bitácoras de los tutores permitió identificar cuatro categorías principales: apoyo emocional, claridad en la explicación, confianza matemática y monitoreo individualizado. La tabla 3 presenta ejemplos de verbalizaciones para cada categoría. En la dimensión de apoyo emocional, los estudiantes resaltaron un ambiente de «mucha cooperación», la disposición constante para ayudar y una actitud acogedora por parte de los tutores. Estos elementos se vinculan con la creación de climas socioafectivos favorables al aprendizaje y con la sensación de pertenencia institucional que describen Swail et al. (2003).

Tabla 3.
Categorías identificadas y selección de verbalizaciones

Categoría	Apoyo emocional	Claridad en la explicación	Confianza matemática	Monitoreo individualizado
Verbalizaciones	• «Siempre estaban dispuestos a ayudar». • «ambiente amigable y mucha cooperación» • «Rápido se me acercaban para preguntarme en qué necesitaba ayuda, y siempre lo hacían con una sonrisa».	• «Explicaron los problemas en detalle». • «comprender de manera más rápida y eficaz los ejercicios y temas de clase» • «la explicación a mí solamente»	• «Me prepararon para mi examen final». • «Ayudaron a entender y ayudaron a recordar temas antiguos». • «A veces no sabía qué fórmulas usar o cómo empezar, pero con la ayuda de los tutores y la práctica que me dieron, todo se me hizo más claro. Poco a poco fui agarrando el ritmo y ya podía hacer los ejercicios más rápido».	• «Los tutores estaban dispuestos a explicarte hasta que entendieras». • «Pude aclarar dudas, me explicaron bastante, tuve ayuda individualizada». • «la disponibilidad, el compromiso de mi tutora y la ayuda a entender»

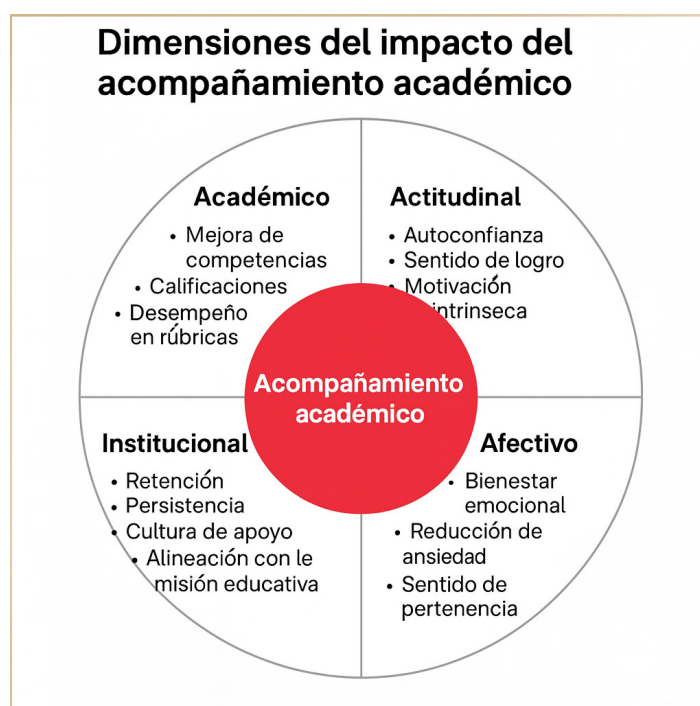
En la categoría de claridad en la explicación, las verbalizaciones destacaron la posibilidad de recibir explicaciones detalladas y personalizadas, que facilitaron una comprensión «más rápida y eficaz» de los ejercicios. Esta experiencia se relaciona con el papel del acompañante como mediador cognitivo que descompone tareas complejas y orienta la atención del estudiante hacia los pasos clave de resolución, en línea con enfoques de aprendizaje guiado y autorregulado (Fraile et al., 2023). En la dimensión de confianza matemática, los estudiantes señalaron sentirse mejor preparados para exámenes y recordar temas antiguos, lo que apunta a una reconstrucción positiva de su autoeficacia académica.

La categoría de monitoreo individualizado reflejó la percepción de un seguimiento cercano y sistemático: los estudiantes valoraron la oportunidad de aclarar dudas, recibir ayuda «hasta que entendieran» y contar con la disponibilidad constante de sus tutores. Esta experiencia se ajusta a la concepción del acompañamiento académico como un proceso continuo y personalizado que integra apoyo cognitivo y orientación estratégica en el uso de recursos, tal como lo conceptualizan Dekker et al. (2023), González-Ortiz-de-Zárate et al. (2025) y Pérez-Burriel et al. (2024).

Desde la perspectiva institucional, el modelo PUE[N]TE generó aprendizajes relevantes sobre el uso del avalúo como herramienta de transformación pedagógica. La rúbrica analítica permitió monitorear progresos individuales y grupales, mientras que la integración de los resultados al sistema de gestión de avalúo del recinto fortaleció la cultura de datos y la toma de decisiones informada. La futura homologación de esta rúbrica a las escalas formativas del sistema OLAS, con niveles que distinguen entre estudiantes «en progreso» y «en inicio», se perfila como un paso clave para alinear el avalúo del aprendizaje con una lógica de mejoramiento continuo y retroalimentación formativa (Hutchings et al., 2015; Jankowski et al., 2018).

La Figura 6 sintetiza las dimensiones del impacto del acompañamiento académico identificadas en el estudio: cognitiva (mejora en el rendimiento y en criterios de interpretación y análisis), afectiva (incremento en motivación, confianza y percepción de apoyo) e institucional (fortalecimiento de la retención, uso estratégico del avalúo y cultura de datos). Esta triada dialoga con la propuesta de Swail et al. (2003), quienes plantean que el éxito estudiantil depende de la interacción entre factores cognitivos, sociales e institucionales, y posiciona la tutoría entre pares como un eje integrador de estas dimensiones.

Figura 6.
Dimensiones del impacto del acompañamiento académico



La experiencia del piloto evidenció que el acompañamiento académico no debe concebirse como una medida remedial periférica, sino como una estrategia estructural de política académica. El modelo de tutoría individualizada, centrado en relaciones de confianza entre pares y en el desarrollo de habilidades metacognitivas, se proyecta como

un componente clave de los cursos vinculados a los dominios de razonamiento lógico-matemático, comunicación efectiva y pensamiento crítico. La inversión inicial de 30 997,15 dólares permitió comprobar la viabilidad y la efectividad de la propuesta. En futuras iteraciones, los costos pueden reducirse mediante la redistribución de partidas ya existentes (como jornales y fondos provenientes de programas en línea) y el uso de compensaciones internas al profesorado. De ese modo, el modelo se perfila como una alternativa sostenible y replicable para ampliar el acceso a estrategias de apoyo centradas en el estudiante en contextos de educación superior en la región.

CONCLUSIONES

Los hallazgos del proyecto PUE[N]TE mostraron que la tutoría entre pares, cuando se concibe como un acompañamiento personalizado y sostenido, tuvo un efecto positivo en el rendimiento académico de estudiantes en un curso de alta dificultad en Matemáticas. La diferencia de promedios entre estudiantes acompañados y no acompañados en la posprueba, así como la ausencia de calificaciones de fracaso entre quienes participaron en la tutoría, apuntó a un impacto concreto en el logro del aprendizaje y en la permanencia en el curso. El análisis cualitativo reforzó esta lectura al evidenciar mejoras en la claridad percibida, la confianza matemática y la autorregulación del estudio.

El modelo desarrollado se diferenció de los esquemas tradicionales de tutoría al asignar un mentor específico a cada estudiante desde las primeras semanas del semestre. Esta relación continua permitió atender simultáneamente dificultades cognitivas y barreras emocionales, lo que configuró una intervención de carácter holístico. El acompañamiento no se limitó a «explicar ejercicios», sino que promovió la construcción de estrategias para enfrentar la asignatura, la organización del tiempo de estudio y el uso más estratégico de los recursos institucionales disponibles.

Desde una perspectiva institucional, el proyecto demostró que invertir en tutoría entre pares puede considerarse una decisión estratégica con alto potencial de retorno académico. Con una inversión inicial moderada, fue posible reducir la incidencia de fracasos en un curso crítico, fortalecer competencias cuantitativas fundamentales y fomentar una cultura de aprendizaje activo y colaborativo. A la luz de estos resultados, cobra sentido plantear que las facultades exploren la redistribución de partidas presupuestarias existentes –como jornales y fondos generados por programas en línea– para sostener este tipo de iniciativas sin depender exclusivamente de asignaciones extraordinarias.

Los resultados también evidenciaron el valor del avalúo del aprendizaje como eje articulador del proyecto. El uso de una rúbrica analítica permitió documentar avances específicos en criterios como la interpretación de resultados y el análisis final del problema, mientras que la integración de los datos a los sistemas institucionales de seguimiento abrió posibilidades para el mejoramiento continuo del curso. La experiencia reveló la necesidad de homologar las rúbricas a escalas institucionales de carácter formativo y de fortalecer el uso de datos de aprendizaje para retroalimentar el diseño de tareas, actividades y estrategias de acompañamiento.

Como toda experiencia piloto, PUE[N]TE presentó limitaciones que invitan a la reflexión crítica. El diseño cuasiexperimental, la imposibilidad de asignar aleatoriamente a los estudiantes y el tamaño de los grupos introdujeron restricciones a la hora de interpretar la significancia estadística. Sin embargo, la triangulación entre resultados cuantitativos, datos de asistencia y evidencias cualitativas permitió construir una lectura más matizada del impacto del acompañamiento. Este equilibrio entre prudencia metodológica y reconocimiento de patrones consistentes constituye un insumo importante para la toma de decisiones académicas.

En cuanto a tendencias futuras, el estudio abre varias líneas de investigación. Resulta pertinente profundizar en el análisis del efecto diferencial de distintos estilos de tutoría –por ejemplo, más directivo frente a más mayéutico– y explorar cuáles combinaciones de estrategias resultan más efectivas para distintos perfiles estudiantiles. También se hace necesaria la implementación de seguimientos longitudinales que examinen el impacto del acompañamiento en cursos posteriores, en la retención institucional y en las tasas de graduación. Así, la experiencia sugiere el potencial de transferir este modelo a otros cursos introductorios de alta deserción en disciplinas STEM y en contextos regionales diversos, adaptando el diseño a las particularidades de cada institución y sistema de educación superior.

REFERENCIAS

Aponte-Alequín, H. A. (2020). *Informe de acompañamiento académico: Resultados preliminares en los dominios de comunicación efectiva y pensamiento crítico*. Facultad de Comunicación e Información, Universidad de

Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. <https://drive.google.com/file/d/1SNZi752YOYfnr9e1OgRtZbdkfGsupnm6/view>

- Aponte-Alequín, H. A. (2024). *Evaluación preliminar del avalúo del aprendizaje en el Recinto de Río Piedras 2024–2025 (EPAAP)*. División de Investigación Institucional y Avalúo, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. https://academicos.uprrp.edu/diia/wp-content/uploads/sites/5/2025/05/INFORME_EvalPrelim-AvaluoAprendizajeEst-2024-25_Rev-2024-12.pdf
- Aponte-Alequín, H. A. (2025). Enhancing the writing process: Integrating applied linguistics learning assessment in the classroom. *European Scientific Journal*, 21(5), 35. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n5p35>
- Baek, C., & Doleck, T. (2021). Educational data mining versus learning analytics: A review of publications from 2015 to 2019. *Interactive Learning Environments*, 31(6), 3828–3850. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1943689>
- Banihashem, S. K., Noroozi, O., van Ginkel, S., Macfadyen, L. P., & Biemans, H. J. A. (2022). A systematic review of the role of learning analytics in enhancing feedback practices in higher education. *Educational Research Review*, 37, 100489. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100489>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE.
- Dekker, I., Luberti, M., & Stam, J. (2023). Effects of supplemental instruction on grades, mental well-being, and belonging: A field experiment. *Learning and Instruction*, 87, 101805. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101805>
- Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315134543>
- Fraille, J., Gil-Izquierdo, M., & Medina-Moral, E. (2023). The impact of rubrics and scripts on self-regulation, self-efficacy and performance in collaborative problem-solving tasks. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 48(8), 1223–1239. <https://doi.org/10.1080/02602938.2023.2236335>
- Gao, X., Noroozi, O., Gulikers, J., Biemans, H. J. A., & Banihashem, S. K. (2024). A systematic review of the key components of online peer feedback practices in higher education. *Educational Research Review*, 42, 100588. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100588>
- González-Ortiz-de-Zárate, A., Alonso-García, M. A., Gómez-Flechoso, M. de los Á., & Aliagas, I. (2025). Peer mentoring, university dropout and academic performance before, during, and after the pandemic in Spain. *Evaluation and Program Planning*, 113, 102676. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2025.102676>
- Hardt, D., Nagler, M., & Rincke, J. (2023). Tutoring in (online) higher education: Experimental evidence. *Economics of Education Review*, 92, 102350. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2022.102350>
- Hutchings, P., Kinzie, J., & Kuh, G. D. (2015). Evidence of student learning: What counts and what matters for improvement. En *Using evidence of student learning to improve higher education* (pp. 27–47). Jossey-Bass.
- Jankowski, N. A., Timmer, J. D., Kinzie, J., & Kuh, G. D. (2018). *Assessment that matters: Trending toward practices that document authentic student learning*. National Institute for Learning Outcomes Assessment. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED590514.pdf>
- μ, G. (2023). The maieutic method combined with dialectics as the highest pedagogical principle according to Plato. *Education Sciences*, 118–136. <https://doi.org/10.26248/edusci.v2023i1.1645>
- Kuh, G. D., Ikenberry, S. O., Jankowski, N. A., Cain, T. R., Ewell, P. T., Hutchings, P., & Kinzie, J. (2014). *Knowing what students know and can do: The current state of student learning outcomes assessment in U.S. colleges*

and universities. National Institute for Learning Outcomes Assessment. https://www.minotstateu.edu/Academic/_documents/assessment/Knowing-What-Students-Know-and-Can-Do.pdf

- Mintz, S. (2020). New approaches to assessing institutional effectiveness: How to ensure that institutions improve instructional quality and effectiveness and enhance equity and academic postgraduation outcomes. *Inside Higher Ed*. <https://www.insidehighered.com/blogs/higher-ed-gamma/new-approaches-assessing-institutional-effectiveness>
- Mullen, C., Howard, E., & Cronin, A. (2024). A scoping literature review of research on the evaluation of higher education mathematics and statistics support. *Educational Studies in Mathematics*, 117, 1–22. <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10332-6>
- Oliva-Córdova, L. M., Garcia-Cabot, A., & Amado-Salvatierra, H. R. (2021). Learning analytics to support teaching skills: A systematic literature review. *IEEE Access*, 9, 58351–58363. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3070294>
- Pan, Z., Biegly, L., Taylor, A., & Zheng, H. (2024). A systematic review of learning analytics-incorporated instructional interventions on learning management systems. *Journal of Learning Analytics*, 11(2), 52–72. <https://doi.org/10.18608/jla.2023.8093>
- Pérez-Burriel, M., Serra, L., & Fernández-Peña, R. (2024). How can we ensure limited individual tutorial time is reflective? The reflective individual tutoring model for higher education. *Reflective Practice*, 25(4), 467–483. <https://doi.org/10.1080/14623943.2024.2325413>
- Petty, R. E., & Cacioppo, J. T. (1986a). *Communication and persuasion: Central and peripheral routes to attitude change*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4964-1>
- Petty, R. E., & Cacioppo, J. T. (1986b). The elaboration likelihood model of persuasion. En *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 19, pp. 123–205). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60214-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60214-2)
- Rose, C. P., Moore, J. D., VanLehn, K., & Allbritton, D. (2001). A comparative evaluation of Socratic versus didactic tutoring. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 23. <https://escholarship.org/uc/item/98j4479r>
- Swail, W. S., Redd, K. E., & Perna, L. W. (2003). *Retaining minority students in higher education: A framework for success*. Jossey-Bass. <https://doi.org/10.1002/aehe.3002>
- Tinto, V. (2022). Exploring the character of student persistence in higher education: The impact of perception, motivation, and engagement. En A. L. Reschly & S. L. Christenson (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 357–379). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07853-8_17
- What Works Clearinghouse. (2022). *What works clearinghouse procedures and standards handbook* (Version 5.0). U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance. <https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Handbooks>

FINANCIACIÓN

Para la investigación reseñada en esta ponencia, se recibieron 30 997,15 dólares de parte de la Junta de Gobierno de la Universidad de Puerto Rico.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Junta de Gobierno de la Universidad de Puerto Rico, y, del Recinto de Río Piedras, a la Facultad de Administración de Empresas y la División de Investigación Institucional y Avalúo. También, de manera especial, a la doctora Mayra Chárriez Cordero, quien en el momento del recogido de datos para la investigación fungía como vicepresidenta en asuntos estudiantiles, sin cuyo apoyo no se hubiera logrado este proyecto. Del mismo modo, reconocemos a los tutores por su entrega, y a los profesores del curso por sumarse a la cultura de avalúo y rendición de cuentas.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Héctor A. Aponte-Alequín.

Curación de datos: Oscar Y. Castrillón Velandia.

Análisis formal: Héctor A. Aponte-Alequín.

Adquisición de fondos: Héctor A. Aponte-Alequín.

Investigación: Héctor A. Aponte-Alequín, Oscar Y. Castrillón Velandia.

Metodología: Héctor A. Aponte-Alequín, Oscar Y. Castrillón Velandia.

Administración del proyecto: Oscar Y. Castrillón Velandia.

Recursos: Oscar Y. Castrillón Velandia.

Software: Héctor A. Aponte-Alequín.

Supervisión: Héctor A. Aponte-Alequín.

Validación: Héctor A. Aponte-Alequín.

Visualización: Héctor A. Aponte-Alequín.

Redacción – borrador original: Héctor A. Aponte-Alequín.

Redacción – revisión y edición: Héctor A. Aponte-Alequín, Oscar Y. Castrillón Velandia.