

Integración de PACIE y clase invertida en el aprendizaje en línea de matemáticas universitarias.

Integration of PACIE and the flipped classroom in online university mathematics learning.

Hirám-Hernández, Ramos¹;Castelo-Naveda, María del Carmen²;Armijos-Miranda, Hugo Vinicio³; Vinocunga-Pillajo, Renny Danilo⁴.

¹ Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador; <https://orcid.org/0009-0000-6722-869X>; hhernandez@uea.edu.ec

² Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador; <https://orcid.org/0000-0002-3629-881X>; mcastelo@uea.edu.ec

³ Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador; <https://orcid.org/0000-0003-1642-1320>; hv.armijosm@uea.edu.ec

⁴ Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador; <https://orcid.org/0000-0001-6698-7846>; rd.vinocungap@uea.edu.ec

¹ Autor Correspondencia



<https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n4/157>

Cita: Hiram-Hernández, R., Castelo-Naveda, M. del C., Armijos-Miranda, H. V., & Vinocunga-Pillajo, R. D. (2025). Integración de PACIE y clase invertida en el aprendizaje en línea de matemáticas universitarias. *Innova Science Journal*, 3(4), 540-549. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n4/157>

Recibido: 25/07/2025

Aceptado: 08/10/2025

Publicado: 31/10/2025



Copyright: © 2025 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC).

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Resumen: La investigación evaluó la integración de la estructura tecno-pedagógica PACIE y el modelo de clase invertida en la enseñanza virtual de matemáticas universitarias en la Universidad Estatal Amazónica, con el propósito de fortalecer la autonomía, motivación y facilitadores del aprendizaje en entornos digitales. Se aplicó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental, transversal y correlacional, utilizando un cuestionario de 15 ítems dirigido a 178 estudiantes de la carrera de Tecnología de la Información. El instrumento presentó una alta consistencia interna ($\alpha = 0,928$) y adecuación muestral (KMO = 0,950; $p < 0,001$). Los análisis factoriales revelaron tres dimensiones principales: facilitadores del aprendizaje, autonomía y motivación, que explicaron el 74,63 % de la varianza total. La correlación más fuerte se observó entre autonomía y motivación ($r = 0,800$; $p < 0,01$), lo que evidenció que la autogestión incide directamente en el interés por aprender. Los resultados confirman que la articulación de PACIE y la clase invertida optimiza la interacción docente-estudiante, la accesibilidad tecnológica y la claridad metodológica, promoviendo aprendizajes más participativos y sostenidos en modalidad virtual, aunque se identifican oportunidades de mejora en la autorregulación estudiantil y en el acompañamiento pedagógico continuo.

Palabras clave: PACIE; clase invertida; aprendizaje virtual; autonomía; motivación.

Abstract: The study evaluated the integration of the techno-pedagogical PACIE structure and the flipped classroom model in virtual mathematics teaching at the Universidad Estatal Amazónica, aiming to strengthen autonomy, motivation, and learning facilitators in digital environments. A quantitative approach with a non-experimental, cross-sectional, and correlational design was applied, using a 15-item questionnaire administered to 178 students enrolled in the Information Technology program. The instrument demonstrated high internal consistency ($\alpha = 0.928$) and sample adequacy (KMO = 0.950; $p < 0.001$). Factor analysis identified three main dimensions—learning facilitators, autonomy, and motivation—which together explained 74.63% of the total variance. The strongest correlation was found between autonomy and motivation ($r = 0.800$; $p < 0.01$), indicating that self-management directly influences students' interest in learning. The findings confirm that the articulation of PACIE and the flipped classroom optimizes teacher-student interaction, technological accessibility, and methodological clarity, promoting more participatory and sustained learning in virtual settings. Nevertheless, opportunities for improvement remain in students' self-regulation skills and in the need for continuous pedagogical support to ensure long-term engagement and academic performance in online higher education contexts.

Keywords: PACIE; flipped classroom; virtual learning; autonomy; motivation.

1. Introducción

La enseñanza de las matemáticas en el ámbito universitario constituye un eje esencial en la formación científica y tecnológica de los estudiantes, al desarrollar habilidades de razonamiento lógico, resolución de problemas y pensamiento crítico. En las últimas décadas, el avance de las tecnologías de la información ha transformado la educación superior, impulsando la incorporación de entornos virtuales de aprendizaje que promueven la interacción y la participación activa (Voskoglou, 2019). Estas transformaciones responden a la necesidad de adaptar los procesos educativos a una generación de estudiantes inmersa en el entorno digital y que demanda experiencias formativas más dinámicas y colaborativas (Fhloinn & Fitzmaurice, 2021).

En la Universidad Estatal Amazónica (UEA), ubicada en la provincia de Pastaza, la enseñanza de matemáticas en la carrera de Tecnología de la Información enfrenta el desafío de mantener la motivación y el rendimiento académico en modalidad en línea. Muchos estudiantes presentan dificultades para gestionar su propio aprendizaje y sostener la atención durante las clases virtuales, lo que afecta directamente su comprensión conceptual y desempeño. Este contexto evidencia la necesidad de estrategias que fortalezcan la autonomía, la participación y la autogestión del conocimiento, en correspondencia con las competencias digitales que exige la educación superior contemporánea (Luján, 2017).

La aplicación de metodologías activas ha emergido como una alternativa efectiva para superar las limitaciones del modelo tradicional centrado en la exposición docente. En este marco, la estructura tecno-pedagógica PACIE —compuesta por las fases de Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-learning— se ha consolidado como un enfoque integral para diseñar entornos virtuales participativos. Cada fase orienta la planificación didáctica hacia la construcción de aprendizajes significativos, la interacción social y el acompañamiento docente constante (Czerkowski & Lyman, 2016). En estudios realizados en universidades ecuatorianas, la metodología PACIE ha demostrado fortalecer el trabajo colaborativo y la calidad educativa en entornos virtuales (Basantes, Naranjo & Ojeda, 2018).

De forma complementaria, el modelo de clase invertida (Flipped Classroom) reorganiza las dinámicas tradicionales de enseñanza, trasladando la exposición teórica fuera del aula y reservando el tiempo sincrónico para actividades prácticas, debates o resolución de problemas (DeLozier & Rhodes, 2017). Este modelo favorece el aprendizaje activo, al permitir que los estudiantes preparen previamente los contenidos y participen activamente durante las sesiones virtuales. Investigaciones recientes destacan que la clase invertida incrementa la motivación, la autonomía y la comprensión conceptual, especialmente en asignaturas de alta complejidad como matemáticas (Cevikbas & Kaiser, 2022; Baig & Yadegaridehkordi, 2023).

El estado del arte evidencia que la integración de PACIE y la clase invertida representa una combinación metodológica efectiva para potenciar el aprendizaje autónomo y el compromiso académico. La estructura de PACIE garantiza la organización tecno-pedagógica del entorno virtual, mientras que la clase invertida transforma la participación estudiantil en un proceso activo y reflexivo. En este sentido, estudios aplicados en instituciones de educación superior reportan mejoras significativas en el

rendimiento y en la autorregulación cuando ambos enfoques se articulan en la enseñanza en línea (Karjanto & Acelajado, 2022; Twum et al., 2025).

2. Materiales y Métodos

2.1. Enfoque y diseño de investigación

El estudio se fundamentó en un enfoque cuantitativo, orientado a analizar la relación entre variables mediante técnicas estadísticas objetivas. Se adoptó un diseño no experimental, transversal y correlacional, adecuado para observar fenómenos educativos sin manipular las condiciones naturales del entorno (Cohen et al., 2018). La naturaleza transversal permitió recolectar la información en un único momento, mientras que el alcance correlacional facilitó identificar vínculos entre motivación, autonomía y rendimiento académico (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.2. Área de estudio y población

La investigación se desarrolló en la UEA, institución pública ubicada en la provincia de Pastaza, Ecuador. El área de aplicación correspondió a las asignaturas de matemáticas dentro de la carrera de Tecnología de la Información, impartidas bajo modalidad virtual. La población estuvo conformada por estudiantes matriculados durante el período académico 2024–2025, de los cuales se seleccionó una muestra intencional de 178 participantes. Este tamaño muestral resultó apropiado para análisis factorial y de fiabilidad, de acuerdo con las recomendaciones metodológicas de Kyriazos (2018), quienes sugieren tamaños superiores a 150 observaciones para garantizar estabilidad estadística.

2.3. Instrumento de recolección de datos

Se utilizó un cuestionario estructurado conformado por 15 ítems, diseñados en base a la revisión teórica de la literatura científica. Los ítems se agruparon en tres dimensiones principales: facilitadores del aprendizaje en línea, autonomía y gestión del aprendizaje, y motivación e interés por el aprendizaje. Cada ítem fue valorado en una escala tipo Likert de cinco puntos, desde 1 (“totalmente en desacuerdo”) hasta 5 (“totalmente de acuerdo”). La validez de contenido fue determinada por juicio de expertos, mientras que la fiabilidad se calculó mediante el Alfa de Cronbach ($\alpha = 0,928$), considerado excelente para estudios psicométricos en educación (Taber, 2018).

2.4. Procedimiento de implementación

El proceso de intervención combinó la estructura tecno-pedagógica PACIE con el modelo de clase invertida, siguiendo tres fases principales. En la fase de Presencia, se fortaleció la comunicación inicial entre docente y estudiante mediante videos, foros y actividades colaborativas, promoviendo la integración en el entorno virtual (Czerkawski & Lyman, 2016). En la fase de Alcance, los estudiantes revisaron materiales teóricos, lecturas y recursos multimedia de forma asincrónica. Finalmente, en la fase de Capacitación, se desarrollaron sesiones sincrónicas centradas en la resolución de problemas, trabajo en grupo y aplicación práctica de los contenidos (Basantes, Naranjo & Ojeda, 2018).

2.5. Aplicación del modelo de clase invertida

El modelo Flipped Classroom reorganizó la estructura de enseñanza tradicional al trasladar el aprendizaje teórico fuera del aula y dedicar el espacio sincrónico a la práctica y la reflexión. Los estudiantes accedieron previamente a videos y lecturas diseñadas por los docentes, lo que permitió aprovechar el tiempo de clase para discutir, resolver ejercicios y aclarar dudas. Este modelo fortaleció la autonomía, la participación y la responsabilidad del estudiante en su propio proceso de aprendizaje (DeLozier & Rhodes, 2017).

2.6. Análisis de datos

Los datos recolectados se procesaron mediante el software IBM SPSS Statistics, utilizando estadística descriptiva e inferencial. Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión para caracterizar las respuestas, junto con el Alfa de Cronbach para verificar la consistencia del instrumento. La prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO = 0,950) y la esfericidad de Bartlett ($p < 0,001$) confirmaron la pertinencia del análisis factorial exploratorio. Posteriormente, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la relación entre las variables de autonomía y motivación, siguiendo los criterios propuestos por Field (2018).

3. Resultados

3.1 Estadísticas descriptivas de los ítems

La Tabla 1 presenta los valores descriptivos de los ítems del instrumento. Las medias oscilaron entre 2,140 y 4,084, con una media general de 3,765 y una varianza promedio de 0,283. Estos resultados reflejan una distribución homogénea de las respuestas en los quince elementos evaluados, lo que sugiere estabilidad en las percepciones de los estudiantes respecto a la experiencia de aprendizaje virtual. La variabilidad moderada observada indica que, aunque las opiniones son consistentes, existen diferencias puntuales entre los indicadores analizados.

Tabla 1

Estadísticas de elementos de resumen

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	3,765	2,140	4,084	1,944	,283	15
Varianzas de elemento	,918	,767	1,325	,558	,020	15

Nota. Elaboración Propia

3.2 Fiabilidad del instrumento

La Tabla 2 evidencia que el valor del Alfa de Cronbach fue de 0,928, lo cual indica una excelente consistencia interna entre los ítems del cuestionario. Este resultado demuestra que los elementos del instrumento miden con precisión las dimensiones propuestas y que el conjunto de preguntas es confiable para evaluar la percepción de los estudiantes en entornos virtuales. La similitud entre el alfa calculado y el basado en elementos estandarizados confirma la estabilidad del modelo de medición.

Tabla 2

Estadística de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa estandarizada	N de elementos
,928	,929	15

Nota. Elaboración Propia

3.3 Adecuación muestral y estructura factorial

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la prueba de adecuación muestral. El valor de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO = 0,950) muestra un alto nivel de adecuación para el análisis factorial, mientras que la prueba de esfericidad de Bartlett fue significativa ($p = 0,000$), confirmando la existencia de correlaciones suficientes entre las variables. Estos resultados respaldan la pertinencia del análisis factorial como herramienta para identificar los componentes que estructuran el aprendizaje en línea en el contexto de estudio.

Tabla 3

Prueba de KMO y Bartlett

Descripción	Valor
Medida KMO de adecuación de muestreo	,950
Chi-cuadrado aproximado	2244,161
gl	105
Sig.	,000

Nota. Elaboración Propia

3.4 Varianza total explicada

La Tabla 4 detalla la varianza total explicada por los componentes principales. Los tres primeros factores concentran el 74,63 % de la varianza total, destacando el primer componente con 40,95 %. Este resultado indica que la mayor parte de la información contenida en los datos se explica por tres dimensiones fundamentales del modelo PACIE-clase invertida. El análisis de rotación de cargas al cuadrado evidencia que la redistribución de la varianza mejora la interpretación de los factores y refuerza la estructura conceptual del instrumento.

Tabla 4

Varianza total explicada

Comp.	Total	% Varianza	% Acum.	Rotación (% Var.)
1	9,476	63,171	63,171	40,948
2	,999	6,663	69,834	21,800
3	,720	4,797	74,631	11,882

Nota. Elaboración Propia

3.5 Identificación de factores principales

A partir de la varianza explicada, se identificaron tres factores. El Factor I, denominado Facilitadores del aprendizaje en línea, agrupa variables relacionadas con la accesibilidad tecnológica, la utilidad de los recursos y la interacción docente-estudiante. El Factor II, Autonomía y gestión del aprendizaje, comprende la capacidad de los estudiantes para organizar su tiempo y actividades dentro de la modalidad virtual.

Finalmente, el Factor III, Motivación e interés por el aprendizaje, refleja el compromiso y entusiasmo de los estudiantes hacia la asignatura. Esta estructura conceptual respalda la eficacia del modelo implementado para fomentar un aprendizaje más participativo y autónomo.

3.6 Estadísticos descriptivos por factor

La Tabla 5 presenta los valores de tendencia central y dispersión para los tres factores identificados. El Factor I obtuvo la media más alta (2,59), seguido del Factor III (2,12) y del Factor II (2,08). Estos valores sugieren que los estudiantes valoran más las condiciones tecnológicas y pedagógicas que los aspectos de autonomía o motivación. Además, la desviación estándar más elevada en el Factor I (0,53) evidencia una mayor diversidad de percepciones respecto a los recursos tecnológicos, mientras que la menor variabilidad se observó en la autonomía del aprendizaje.

Tabla 5

Estadísticos descriptivos

	Factor I	Factor II	Factor III
N válido	178	178	178
Media	2,59257	2,08275	2,12439
Mediana	2,64550	2,06400	2,17900
Desviación estándar	,532724	,353564	,462449
Mínimo	,676	,663	,545
Máximo	3,467	2,741	2,724

Nota. Elaboración Propia

3.7 Correlaciones entre los factores

La Tabla 6 muestra las correlaciones obtenidas mediante el coeficiente de Pearson. Se evidencia una relación débil y positiva entre el Factor I (Facilitadores) y el Factor II (Autonomía) ($r = 0,154$; $p < 0,05$), así como entre el Factor I y el Factor III (Motivación) ($r = 0,133$). Sin embargo, la correlación más fuerte se observó entre el Factor II y el Factor III, con un valor de $r = 0,800$; $p < 0,01$, lo que revela que los estudiantes que gestionan eficazmente su aprendizaje tienden a mostrar mayor motivación e interés por las matemáticas en modalidad virtual.

Tabla 6

Correlaciones entre factores

	Factor I	Factor II	Factor III
Factor I	1	,154*	,133
Factor II	,154*	1	,800**
Factor III	,133	,800**	1
N	178	178	178

(* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$)

Nota. Elaboración Propia

4. Discusión

Los resultados evidencian que la integración de la estructura PACIE y el modelo de clase invertida generó un efecto positivo en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en modalidad virtual, principalmente en la dimensión de *facilitadores del aprendizaje en línea*. Este resultado se explica por la adecuada estructuración de los entornos digitales y la claridad pedagógica del diseño, factores que optimizan la interacción y la comprensión de los contenidos. La percepción favorable de los estudiantes hacia la accesibilidad tecnológica y la utilidad de los recursos concuerda con lo descrito por Czerkowski y Lyman (2016), quienes sostienen que un entorno virtual bien planificado potencia la autonomía cognitiva y la participación activa.

El predominio de la dimensión tecnológica sobre las de autonomía y motivación puede explicarse porque la familiarización con las herramientas digitales no implica necesariamente una disposición sostenida hacia el autoaprendizaje. En esta investigación, los valores medios obtenidos en *autonomía* y *motivación* reflejan que los estudiantes aún dependen del acompañamiento docente y de la estructura del curso para mantener su ritmo de aprendizaje. Este resultado coincide con lo planteado por Baig y Yadegaridehkordi (2023), quienes argumentan que la simple presencia de recursos tecnológicos no basta para estimular el compromiso sostenido si no se desarrollan estrategias que fortalezcan la autorregulación y la gestión del tiempo en el entorno virtual.

La fuerte correlación entre *autonomía* y *motivación* observada en los datos sugiere que el desarrollo de habilidades de autogestión influye directamente en el interés por aprender. DeLozier y Rhodes (2017) demostraron que los estudiantes con mayor capacidad de autorregulación tienden a involucrarse más activamente en las actividades académicas, debido a que perciben el aprendizaje como un proceso controlado y significativo. En este sentido, los resultados del presente estudio confirman que la motivación no surge únicamente del acceso a la tecnología, sino del grado de autonomía alcanzado en la planificación y ejecución de las tareas académicas.

El modelo PACIE contribuye a este proceso mediante su enfoque gradual, que contempla fases como *Presencia*, *Alcance*, *Capacitación*, *Interacción* y *E-learning*. Durante las etapas de *Alcance* y *Capacitación*, los estudiantes reciben orientación estructurada, establecen metas y desarrollan habilidades para el trabajo autónomo. Esta metodología favorece la claridad pedagógica y la comunicación formativa entre docente y estudiante, tal como señala Basantes (2018), quien argumenta que la aplicación del modelo PACIE permite al profesor desempeñarse como tutor virtual, guiando el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias digitales.

Por otro lado, la clase invertida potencia la autorregulación al promover la revisión de contenidos antes de las sesiones sincrónicas, liberando tiempo para la discusión y la resolución de problemas. De acuerdo con Jang y Kim (2020), los estudiantes que aprenden bajo este enfoque desarrollan estrategias cognitivas avanzadas como la organización, comprensión y síntesis, lo que repercute en una mayor retención y aplicación del conocimiento. Este comportamiento coincide con los hallazgos del presente estudio, donde los estudiantes que asumieron una participación más activa en las fases previas de las clases mostraron mejores niveles de motivación y desempeño.

No obstante, los resultados también revelan limitaciones. La relación entre el uso de herramientas digitales y el incremento de la motivación o autonomía no fue proporcionalmente alta. Este aspecto coincide con lo indicado por Cevikbas y Kaiser (2022), quienes sostienen que la tecnología, aunque esencial, no garantiza por sí misma la implicación del estudiante si no se articula con un diseño pedagógico intencional. En el contexto amazónico, factores externos como la conectividad, la falta de acompañamiento constante y las limitaciones en el acceso a equipos influyen en la experiencia de aprendizaje y podrían explicar parte de la variabilidad observada.

Entre las limitaciones del estudio se encuentra la naturaleza transversal del diseño, que impide establecer relaciones causales firmes entre las variables analizadas. Además, la muestra se limitó a una institución universitaria, por lo que los resultados no son completamente generalizables a otros contextos o áreas del conocimiento. Sin embargo, los hallazgos ofrecen una visión representativa del comportamiento académico de los estudiantes en entornos virtuales dentro del contexto amazónico ecuatoriano.

5. Conclusiones

La integración de la estructura PACIE y el modelo de clase invertida en la enseñanza en línea de las matemáticas universitarias en la Universidad Estatal Amazónica indicó una mejora sustancial en la dinámica pedagógica, al optimizar la accesibilidad tecnológica, la interacción sincrónica y asincrónica, y la utilidad de los recursos digitales utilizados durante el proceso formativo. Los resultados del análisis factorial confirmaron tres dimensiones esenciales facilitadores del aprendizaje, autonomía y motivación donde la primera presentó los valores medios más altos, lo que demuestra la efectividad del entorno virtual y la claridad metodológica del modelo implementado. La fuerte correlación observada entre autonomía y motivación ($r = 0.800$; $p < 0.01$) indica que el desarrollo de habilidades de autogestión favorece el interés sostenido por aprender matemáticas, aunque ambas dimensiones mantienen márgenes de mejora.

Referencias Bibliográficas

- Baig, M. I., & Yadegaridehkordi, E. (2023). *Flipped classroom in higher education: A systematic literature review and research challenges*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Article 61. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00430-5>
- Basantes, A. V., Naranjo, M., & Ojeda, V. (2018). *Metodología PACIE en la educación virtual: Una experiencia en la Universidad Técnica del Norte*. *Formación Universitaria*, 11(2), 38–52. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000200035>
- Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2022). *Promoting personalized learning in flipped classrooms: A systematic review study*. *Sustainability*, 14(18), 11393. <https://doi.org/10.3390/su141811393>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Czerkawski, B. C., & Lyman, E. W. (2016). *An instructional design framework for fostering student engagement in online learning environments*. *TechTrends*, 60(6), 532–539. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0110-z>

- DeLozier, S. J., & Rhodes, M. G. (2017). *Flipped classrooms: A review of key ideas and recommendations for practice*. *Educational Psychology Review*, 29(1), 141–151. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9356-9>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Sage Publications.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Karjanto, N., & Acelajado, M. J. (2022). *Sustainable learning, cognitive gains, and improved attitudes in College Algebra flipped classrooms*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2210.15979>
- Kyriazos, T. A. (2018). *Applied psychometrics: Sample size and sample power considerations in factor analysis and structural equation modeling*. *Psychology*, 9(8), 2207–2230. <https://doi.org/10.4236/psych.2018.98126>
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). *Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment*. *Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43. <https://doi.org/10.1080/00220480009596759>
- Ní Fhloinn, E., & Fitzmaurice, O. (2021). *Challenges and opportunities: Experiences of mathematics lecturers engaged in emergency remote teaching during the COVID-19 pandemic*. *Mathematics*, 9(18), 2303. <https://doi.org/10.3390/math9182303>
- O'Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). *The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review*. *Internet and Higher Education*, 25, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.02.002>
- Pepin, B., Gueudet, G., & Trouche, L. (2017). *Digital curriculum resources in mathematics education: Foundations for change*. *ZDM – Mathematics Education*, 49(5), 689–701. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0879-z>
- Jang, H. Y., & Kim, H. J. (2020). A Meta-Analysis of the Cognitive, Affective, and Interpersonal Outcomes of Flipped Classrooms in Higher Education. *Education Sciences*, 10(4), 115. <https://doi.org/10.3390/educsci10040115>
- Sánchez Luján, B. I. (2017). *Aprender y enseñar matemáticas: Desafío de la educación*. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 8(15), 7–10. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v8i15.101
- Shukla, N. J., & McInnis, B. (2021). *Flipped classroom: Success with first year mathematics*. *Mathematics Teaching-Research Journal*, 13(1), 86–101. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1282353.pdf>
- Szabo, Z. K., Körtesi, P., Guncaga, J., Szabo, D., & Neag, R. (2020). *Examples of problem-solving strategies in mathematics education supporting the sustainability of 21st-century skills*. *Sustainability*, 12(23), 10113. <https://doi.org/10.3390/su122310113>
- Taber, K. S. (2018). *The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education*. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>

- Twum, D., Adukpoh, R., Nyarko, A. O., Martey, Y., Twum Pobi, P., Donkoh, G., & Mawuli, R. A. (2025). *Evaluating the effectiveness of the flipped classroom approach on junior high school students' mathematics performance in Ghana*. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9(6), 735–741. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.90600063>
- Velasco, J. C. C. (2020). *El mobile-learning mediado con metodología PACIE para saberes constructivistas*. *Sophia*, 28, 135–156. <https://doi.org/10.17163/soph.n28.2020.05>
- Voskoglou, M. G. (2019). *Communities of practice for teaching and learning mathematics*. *American Journal of Educational Research*, 7(6), 386–391. <https://doi.org/10.12691/education-7-6-2>

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.