

Artículo de Investigación

La explicación en el aula de matemáticas: una revisión de la literatura

Mathematics classroom explanation: a literature review

Gabriel Valdés-León: Universidad Andrés Bello, Chile.

g.valdesleon@uandresbello.edu

Fecha de Recepción: 21/05/2024

Fecha de Aceptación: 05/08/2024

Fecha de Publicación: 18/12/2024

Cómo citar el artículo

Valdés-León, G. (2025). La explicación en el aula de matemáticas: una revisión de la literatura [Mathematics classroom explanation: a literature review]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 01-14. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-921>

Resumen

Introducción: La investigación sobre la explicación en la enseñanza de matemáticas en la educación primaria y secundaria es crucial para mejorar la comprensión y el aprendizaje efectivo de conceptos matemáticos. Este estudio se enfoca en analizar las investigaciones empíricas que han abordado la explicación en la enseñanza de las matemáticas en estos niveles de enseñanza, publicadas en los últimos cinco años en revistas indexadas en la Web of Science. **Metodología:** Se realiza una revisión de la literatura, siguiendo la metodología PRISMA para garantizar un análisis sistemático y reproducible. **Resultados:** Los hallazgos destacan que la investigación en los niveles educativos de primaria y secundaria sobre la explicación matemática es escasa. Predominan estudios con innovaciones docentes que le otorgan un rol secundario a la calidad de la explicación. **Discusión:** Se discute la necesidad de formación continua para los docentes, enfatizando la importancia de las explicaciones claras y adaptadas a las necesidades de los estudiantes para facilitar un aprendizaje profundo y duradero, así como las implicaciones prácticas del estudio. **Conclusiones:** Este estudio subraya la oportunidad de expandir la investigación en este campo para enriquecer las prácticas pedagógicas y mejorar la enseñanza de las matemáticas en niveles educativos fundamentales.

Palabras clave: explicación matemática; educación primaria; educación secundaria; metodología PRISMA; formación docente; desarrollo pedagógico; aprendizaje efectivo; revisión sistemática.

Abstract

Introduction: Research on explanation in the teaching of mathematics at the secondary education level is crucial for improving understanding and the effective learning of mathematical concepts. This study focuses on analyzing empirical research that has addressed the explanation in the teaching of mathematics at the secondary level, published in the last five years in journals indexed in the Web of Science. **Methodology:** A systematic analysis is carried out, following the PRISMA methodology to ensure a systematic and reproducible analysis. **Results:** The findings highlight that research at the primary and secondary educational levels on mathematical explanation is scarce. Studies with teaching innovations predominate. **Discussions:** The need for ongoing training for teachers is discussed, emphasizing the importance of clear explanations tailored to the needs of the students to facilitate deep and enduring learning, as well as the practical implications of the study. **Conclusions:** This study underscores the opportunity to expand research in this field to enrich pedagogical practices and improve the teaching of mathematics at fundamental educational levels.

Keywords: mathematical explanation; primary education; secondary education; PRISMA methodology; teacher training; pedagogical development; effective learning; systematic review.

1. Introducción

En los últimos años, la investigación sobre la explicación en el aula de matemáticas ha avanzado significativamente debido a su papel crucial en la comprensión y aprendizaje efectivo de conceptos matemáticos (Lehet, 2021a; Lehet, 2021b). La explicación no solo facilita la adquisición de conocimientos, sino que también desarrolla habilidades críticas como el razonamiento lógico, la resolución de problemas y la capacidad de comunicar ideas matemáticas de manera clara y precisa. Esta investigación se centra en revisar la literatura reciente para identificar cómo se han abordado los estudios sobre la explicación, las tendencias y los avances logrados (Murtafiah, 2018).

La importancia de la explicación en la enseñanza de las matemáticas se ha destacado en múltiples estudios recientes. Según Santos-Trigo (2024), las actividades de resolución de problemas en matemáticas fomentan un pensamiento crítico que se activa mediante métodos de indagación, ayudando a los estudiantes a comprender y explorar conceptos matemáticos de manera profunda. Además, el uso de tecnologías digitales en el aula ha transformado la manera en que se presentan las explicaciones, permitiendo a los estudiantes interactuar de manera más dinámica y visual con los conceptos matemáticos (Engelbrecht y Borba, 2024).

La integración de enfoques pedagógicos como el aula invertida (*flipped classroom*) también ha mostrado beneficios significativos. Algunas investigaciones señalan que este método promueve el aprendizaje autónomo y el uso de tecnologías para explorar matemáticas, mejorando la retroalimentación y la orientación de los estudiantes (Izquierdo-Álvarez y Herrero-Pascual, 2023; Maldonado-García *et al.*, 2022). Este enfoque no solo cambia la dinámica del aula, sino que también permite a los estudiantes prepararse con antelación, optimizando el tiempo de clase para discusiones y actividades más interactivas.

La importancia que tiene la explicación en la enseñanza de las matemáticas ha desembocado, como podemos ver, en un interés creciente de parte de los investigadores por abordar este tema desde diversas perspectivas. Por ello, surge la necesidad de conocer cuál es el panorama de los estudios sobre este tema, para establecer bases que permitan seguir contribuyendo en las áreas menos exploradas. Por ello, nuestra investigación se ha propuesto

analizar las investigaciones empíricas que han abordado la explicación en la enseñanza de las matemáticas en el nivel primario y secundario, publicadas en los últimos cinco años en revistas indexadas en la *Web of Science* (WoS).

1.1. La enseñanza de las matemáticas en educación primaria

La enseñanza de las matemáticas en la educación primaria es fundamental para el desarrollo académico temprano de los estudiantes. Los estudios en este campo han destacado especialmente la importancia de una explicación efectiva en el aula para facilitar la comprensión de conceptos matemáticos fundamentales. Investigaciones recientes han subrayado que los métodos pedagógicos activos y dinámicos, como el aprendizaje basado en problemas y el uso de tecnologías digitales, pueden mejorar significativamente el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes más jóvenes (Engelbrecht y Borba, 2024; Lo y Hew, 2021).

Una explicación clara y adaptada a la comprensión temprana de los niños es fundamental. Esto no solo ayuda en la adquisición de conocimientos, sino que también fomenta el interés y la motivación en matemáticas, reduciendo la ansiedad y construyendo una base sólida para futuros aprendizajes. Según estudios como los de Cahyono (2020) y Dowker y Sheridan (2022), las explicaciones que incorporan ejemplos concretos y contextualizan los conceptos matemáticos en situaciones del día a día permiten a los estudiantes relacionar los aprendizajes con su entorno, fomentando una comprensión más profunda y duradera. Esto mejora tanto la retención de los conocimientos como también su aplicabilidad en diversos contextos, un aspecto fundamental en las primeras etapas educativas.

Las estrategias pedagógicas en la educación primaria, por tanto, deben centrarse en adaptar las explicaciones para hacerlas accesibles y atractivas. En este sentido, metodologías como el aula invertida y el aprendizaje basado en problemas son recomendadas por su capacidad para involucrar activamente a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, permitiéndoles explorar conceptos matemáticos de manera autónoma antes de discutirlos colectivamente en clase. Estudios como los de Szczygie (2020) destacan que estas técnicas facilitan el aprendizaje y fomentan un entorno educativo en el cual los estudiantes pueden desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico desde una edad temprana.

Debido a su importancia, es crucial que los maestros reciban formación continua para mejorar sus técnicas de explicación y adaptarlas a las necesidades cambiantes de sus estudiantes. La integración de nuevas tecnologías y la evaluación continua de la efectividad de las prácticas docentes son esenciales para garantizar que la enseñanza de las matemáticas en la educación primaria sea tanto relevante como efectiva, preparando así a los estudiantes para desafíos académicos futuros y fomentando un interés duradero en la disciplina.

1.2. La enseñanza de las matemáticas en educación secundaria

La enseñanza de las matemáticas en la educación secundaria ha sido objeto de atención para los investigadores en educación en los últimos años, debido a su papel crucial en la formación académica y profesional de los estudiantes. Dentro de los aspectos que se han estudiado con especial atención, destacan la importancia de la explicación en el aula, el uso de la tecnología en la enseñanza de matemáticas y las metodologías pedagógicas innovadoras (Engelbrecht y Borba, 2024; Li *et al.*, 2021; Maldonado-García *et al.*, 2022).

La integración de tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas ha transformado significativamente las prácticas pedagógicas. Algunas herramientas para la enseñanza de

conceptos algebraicos, por ejemplo, han permitido a los estudiantes interactuar de manera más dinámica y visual con los conceptos matemáticos, facilitando una comprensión más profunda (Cenas Chacón *et al.*, 2021). Además, el enfoque del aula invertida ha ganado popularidad, promoviendo el aprendizaje autónomo y permitiendo un uso más eficiente del tiempo de clase para actividades interactivas y discusiones (Attard y Holmes, 2022).

Al igual que en educación primaria, las metodologías pedagógicas innovadoras, como el aula invertida y la instrucción basada en problemas, han demostrado ser efectivas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Estas metodologías fomentan un entorno de aprendizaje activo, donde los estudiantes no solo reciben información, sino que también participan activamente en la construcción de su conocimiento (Cevikbas y Kaiser, 2023; Wang *et al.*, 2022). La investigación ha demostrado que estos enfoques pueden aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, lo cual contribuye con el éxito en matemáticas (Lo y Hew, 2021; Moliner y Alegre, 2020; Süren y Kandemir, 2020).

La explicación clara y efectiva en el aula de matemáticas es un elemento clave para facilitar la comprensión de conceptos complejos y abstractos. Investigaciones recientes subrayan que la explicación no solo ayuda en la adquisición de conocimientos, sino que también desarrolla habilidades críticas como el razonamiento lógico y la resolución de problemas (Lehet, 2021a; Santos-Trigo, 2020). La habilidad de los profesores para descomponer problemas complejos y relacionar conceptos abstractos con aplicaciones prácticas es determinante para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes (Margulieux y Catrambone, 2021).

Además, la efectividad de la explicación en el aula de matemáticas se ve potenciada cuando los profesores utilizan ejemplos concretos y conectan los conceptos matemáticos con situaciones del mundo real. Este enfoque no solo permite que las matemáticas sean más accesibles, sino que también aumenta la relevancia y el interés de los estudiantes en la materia (Cahyono, 2020). La utilización de un enfoque personalizado en la enseñanza, y por tanto, en el modo de explicar, que permita abordar las diversas necesidades de aprendizaje de los estudiantes también ha demostrado ser un factor crucial en la mejora de la comprensión y el rendimiento académico (Bernacki *et al.*, 2021).

1.3. La explicación de las matemáticas en el aula

La enseñanza de las matemáticas constituye un pilar fundamental en el desempeño académico de los estudiantes. Dentro de los aspectos clave que se han investigado en este ámbito, destacan la dinámica de la explicación matemática en el aula, su importancia en el aprendizaje efectivo y las metodologías actuales que optimizan este proceso (Abín *et al.*, 2020; Catubig, 2023; Dowker y Sheridan, 2022).

La explicación efectiva en la enseñanza de las matemáticas va más allá de la mera transmisión de conocimientos; es una herramienta clave para desvelar la lógica inherente a los conceptos matemáticos. La claridad en la explicación de conceptos matemáticos complejos es una pieza clave en la interacción en el aula cuando se busca la comprensión y el interés de los estudiantes. Una buena explicación puede repercutir no solo en mejores desempeños académicos, sino también en menores niveles de ansiedad en el aula y mayores niveles de motivación (Benden y Lauer mann, 2022; Szczygie, 2020).

La manera en que el profesor explica los contenidos afecta directamente la capacidad de los estudiantes para entender y aplicar conceptos matemáticos en diversos contextos. Abín *et al.* (2020) hallaron que las explicaciones que incorporan ejemplos variados y contextualizan los problemas dentro de escenarios reales promueven una mayor retención y aplicabilidad del

conocimiento matemático. Esta integración de la vida real en la enseñanza matemática no solo mejora la comprensión, sino que también aumenta la relevancia percibida de la matemática por parte de los estudiantes (Cahyono, 2020).

Las estrategias didácticas más recomendables en la actualidad son aquellas que enfocan la explicación matemática no solo en términos de transmisión de conocimientos, sino también como una oportunidad para el desarrollo del pensamiento crítico y analítico. Técnicas como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aula invertida han sido destacadas por autores como Lo y Hew (2021) por su eficacia en mejorar las habilidades de análisis y síntesis en los estudiantes a través de la exploración autodirigida de los conceptos antes de su discusión en clase. Asimismo, la evaluación continua de la efectividad de las explicaciones en el aula ha demostrado que contribuye a la mejora constante de las prácticas docentes. En esta misma línea, Roschelle *et al.* (2010) sugieren que la incorporación de tecnología, el diseño de actividades cooperativas y la implementación de prácticas educativas que potencien la explicación, tanto desde los docentes como desde los pares, pueden influir favorablemente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

2. Metodología

Una revisión sistemática es un tipo de revisión académica que emplea métodos explícitos y reproducibles para identificar, seleccionar y sintetizar toda la evidencia disponible en torno a una pregunta de investigación específica. Este proceso abarca una búsqueda exhaustiva de estudios pertinentes, la evaluación crítica de la calidad de dichos estudios y la síntesis de los hallazgos de manera clara y estructurada. Las revisiones sistemáticas son cruciales para ofrecer una evaluación completa y objetiva del conocimiento existente sobre un tema particular, y son ampliamente utilizadas en la elaboración de guías clínicas y en la toma de decisiones basadas en evidencia (Higgins *et al.*, 2019).

Para realizar esto, hemos recurrido a la metodología PRISMA (Page *et al.*, 2021). En cuanto al planteamiento de la pregunta que guía esta investigación, se han seguido los lineamientos de la metodología PICO (García-Fernández *et al.*, 2023): Participantes (P): profesores de matemáticas de secundaria; Intervención por analizar (I): las explicaciones en el aula; Comparación (C): en comparación con el desempeño académico; Resultados (O): Las explicaciones de calidad favorecerán mejores desempeños académicos.

Para responder a la pregunta planteada, se realizó una búsqueda sistemática en la base de datos Web of Science. Las palabras clave utilizadas para realizarla fueron: *explanation AND mathematics AND teachers*. Los criterios de inclusión fueron: investigaciones empíricas; contexto educativo de enseñanza primaria o secundaria; publicados durante los últimos cinco años; y que la explicación en el aula fuese una de las variables principales del estudio. Por su parte, se establecieron los siguientes criterios de exclusión: trabajos sobre autoexplicación de los estudiantes; metaanálisis; artículos de revisión; investigaciones teóricas.

Tras identificar todos los artículos en las diversas bases de datos, se realizó una revisión manual para detectar y eliminar duplicados. Luego, se inició la extracción de datos, analizando los títulos y resúmenes de todos los artículos según los criterios de selección previamente establecidos. Para la extracción de resultados, se utilizó un archivo Excel®, en donde se organizaron los artículos según los siguientes datos:

- (i) identificación del estudio (autor, año de publicación),
- (ii) tipo de estudio,
- (iii) objetivo,
- (iv) método y
- (v) (v) resultados.

Dado que se aceptaron estudios tanto cuantitativos como cualitativos, se optó por realizar un análisis de contenido de los resultados para evaluar su pertinencia en la revisión planeada.

3. Resultados

De acuerdo con los criterios establecidos, se obtuvieron un total de 89 artículos en la base de datos de Web of Science (Figura 1). Luego de la revisión de este corpus, según los criterios de inclusión y exclusión señalados, se obtuvieron siete artículos (Tabla 1). El resumen de cada una de las investigaciones se puede revisar en la Tabla 2.

Tabla 1.

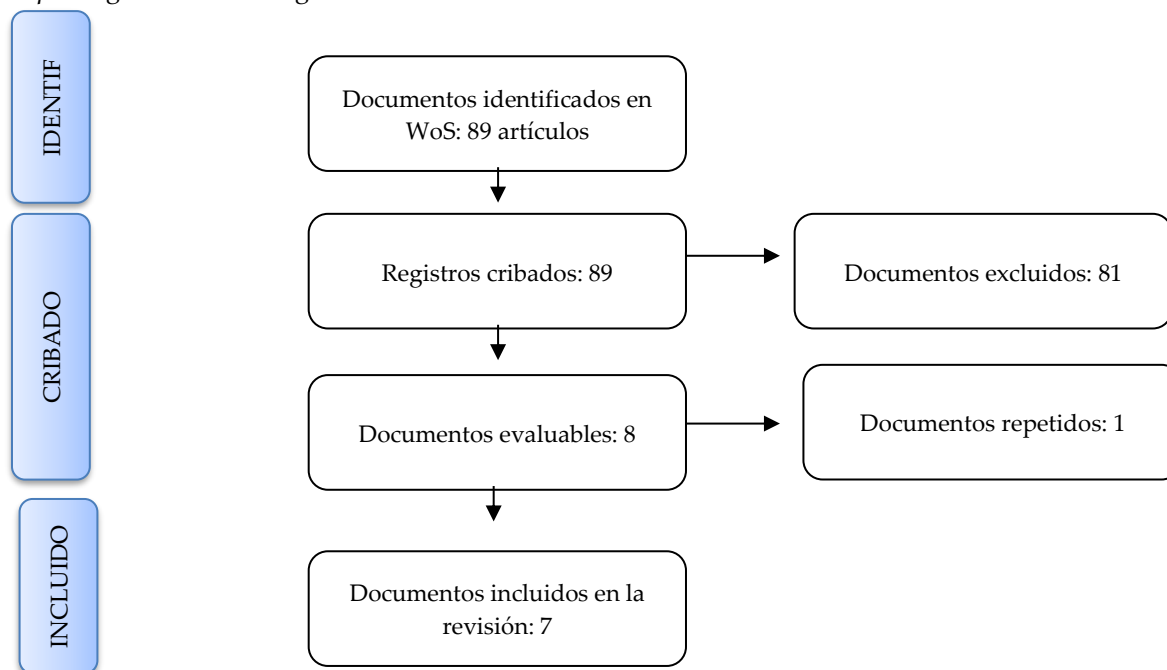
Lista de artículos obtenidos

	Autores	Año	Título
1	Pang, Jeongsuk; Seah, Wee Tiong	2021	Excellent Mathematical Performance Despite Negative Affect of Students in Korea: The Values Perspective
2	Mensah, Ernest; Baidoo-Anu, David	2022	Towards quality and equitable education in South Africa: Unpacking the relationship between teacher factors, students' socioeconomic background and mathematics achievements
3	Gurefe, Nejla; Aktas, Gulfem Sarpkaya	2022	The concept of prime number and the strategies used in explaining prime numbers
4	Harel, Guershon	2024	Epistemological justification
5	Meyer, Michael; Schnell, Susanne	2020	What counts as a good argument in school?-how teachers grade students' mathematical arguments
6	Aliu, A; Rexhepi, S and Iseni, E	2023	Efficiency of understanding some mathematical problems by means of Pascal's triangle
7	Gallego-Sánchez, I; González, A and Gavilán-Izquierdo, JM	2022	Analyzing Pedagogical Routines in the Upper Secondary School Teacher's Discourse Using the Commognitive Approach

Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 1.

Etapas según la metodología PRISMA



Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla 2.

Resumen de los artículos obtenidos

Nº	Resumen
1	<p>Propósito: Dada la relación poco clara entre la cognición y el afecto, este artículo informa sobre un estudio que explora cómo la variable conativa de los valores puede proporcionar alguna explicación para los estudiantes con un rendimiento excelente a pesar de una actitud negativa hacia las matemáticas. Diseño/Enfoque/Métodos: El estudio que se presenta en este artículo representa la participación de Corea en el estudio internacional <i>What I Find Important (in my mathematics learning)</i> [WIFI], que evalúa los atributos del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas que valoran los estudiantes. Los participantes en este estudio fueron 816 estudiantes coreanos que respondieron al cuestionario WIFI. Resultados: Los resultados del análisis de componentes principales indicaron que los estudiantes coreanos valoraban los siguientes cinco atributos de las matemáticas y la pedagogía matemática: comprensión, conexiones, diversión, precisión y eficacia. Estos atributos se analizaron además en relación con el sexo de los estudiantes, el sistema escolar y la confianza de los estudiantes. Originalidad/Valor: Cabe destacar que los estudiantes coreanos valoran la comprensión y las conexiones. Se espera que los hallazgos de este estudio puedan explicar el excepcional rendimiento de los estudiantes coreanos a pesar de un modo afectivo generalmente bajo, y extendiendo esto más allá, cómo los valores en la educación matemática podrían ser un constructo útil para ayudarnos a dar sentido al desajuste observado globalmente entre alto rendimiento y bajo afecto.</p>
2	<p>Este estudio pretendía comprender la relación entre los factores del profesor, el origen socioeconómico de los estudiantes y los logros en matemáticas en el contexto sudafricano. Este estudio contribuye a la investigación sobre calidad y equidad educativas en Sudáfrica. Aplicando una técnica de modelización de ecuaciones estructurales de dos niveles, se utilizó una muestra de 334 profesores de matemáticas y 12.514 alumnos de 292 escuelas del 9º curso de Sudáfrica (TIMSS) de 2015. Los resultados revelaron que la cualificación y las características de los profesores y la calidad de la instrucción no afectan al rendimiento de los alumnos en matemáticas, una vez que se tuvieron en cuenta las composiciones del SES familiar y del SES del aula del alumno. La composición del SES del aula explicó casi el 80 % de las diferencias entre aulas en el rendimiento en matemáticas en Sudáfrica, lo que indica un alto nivel de segregación socioeconómica entre aulas en el rendimiento en matemáticas. Una explicación provisional podría ser que los profesores</p>

cualificados y con experiencia son más propensos a ser autoseleccionados para las escuelas y las clases donde están los mejores estudiantes. Además, cómo el nivel de rendimiento del alumnado está relacionado con su origen socioeconómico. Las escuelas y aulas con mejores resultados suelen estar también con alumnado de un nivel socioeconómico más alto. Así pues, en Sudáfrica, los efectos de los profesores se confunden con el efecto de la composición del NSE. Se discuten estos resultados y se sugieren implicaciones políticas y recomendaciones prácticas.

3 La enseñanza de las matemáticas no sólo requiere que el docente tenga conocimientos sobre la materia, sino que también necesita conocimientos matemáticos que sean útiles para la enseñanza y la explicación de la misma, ya que los conocimientos del profesor repercuten en los conocimientos de los alumnos. Un docente debe utilizar la explicación matemática adecuada para que su alumnado la entienda bien. En el estudio que aquí se presenta, se investigó cómo definían los futuros profesores de matemáticas el concepto de número primo y qué estrategias empleaban para explicarlo. El estudio fue una encuesta descriptiva dentro de una investigación cualitativa. Cuarenta y ocho participantes tomaron parte en el estudio y todos completaron los cursos de álgebra abstracta en los que aprendieron el concepto en cuestión. El instrumento de recogida de datos fue un formulario compuesto por 3 preguntas abiertas en las que se cuestionaba qué era el concepto de número primo y cómo se podía explicar este concepto a los alumnos de secundaria/bachillerato. Se analizaron los datos y los resultados mostraron que los profesores en formación tenían grandes dificultades para definir el concepto de número primo y que utilizaban reglas para explicarlo.

4 La justificación epistemológica es una forma de pensamiento que se manifiesta a través de ciclos de perturbación-resolución que giran en torno a la pregunta ¿por qué y cómo se concibió un conocimiento matemático? El artículo ofrece un marco conceptual para los elementos constitutivos de la justificación epistemológica. El marco proporciona: (a) una base teórica para la justificación epistemológica, (b) criterios para su aparición, y (c) un análisis de su relación con la explicación matemática. Los criterios se ilustran mediante una serie de eventos de aprendizaje-enseñanza tomados de experimentos de enseñanza destinados a investigar el aprendizaje y la enseñanza en álgebra lineal. La contribución del marco propuesto es triple: (a) aborda un aspecto crítico de la comprensión de la prueba no tratado explícitamente en la literatura; (b) va más allá del tratamiento tradicional de la comprensión y la producción matemática hacia cuestiones sobre la conceptualización de los orígenes del conocimiento matemático por parte de los estudiantes; y (c) teoriza enfoques instruccionales que pueden promover esta conceptualización entre los estudiantes.

5 Dado que la argumentación es una actividad central de las matemáticas, (no sólo) los planes de estudio alemanes piden a los estudiantes que construyan argumentos matemáticos, que son evaluados por los docentes. Sin embargo, sigue sin estar claro qué criterios utilizan los profesores para decidir una calificación específica en un contexto de evaluación sumativa. En este artículo, se basan en dos fuentes para estos criterios: En primer lugar, se presentan dimensiones derivadas teóricamente según las cuales pueden evaluarse los argumentos. En segundo lugar, una entrevista cualitativa realizada a 16 profesores de centros de enseñanza secundaria alemanes permite conocer los criterios que aplican en la práctica. A partir de la presentación detallada del caso de un profesor, el artículo ilustra cómo los criterios desarrollados en la práctica tienen en cuenta una variedad de aspectos diferentes y también se corresponden con las dimensiones identificadas teóricamente. Los resultados se discuten en términos de implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje de la argumentación matemática en la escuela y la universidad: El énfasis en criterios más pedagógicos en el bachillerato ofrece una explicación a la brecha percibida entre las matemáticas de nivel escolar y universitario.

6 Se han encontrado varias características ocultas en el triángulo de Pascal. En este artículo, se presentan algunas propiedades muy conocidas del triángulo de Pascal, así como las propiedades relacionadas con diferentes extensiones del triángulo, a saber, la pirámide de Pascal. Dado que en los libros de texto del décimo grado de la escuela donde se realizó la investigación, aunque también en general en otras escuelas, la importancia del triángulo de Pascal no está en el nivel adecuado, en este trabajo se ha demostrado muy bien que muchos ejercicios diferentes en matemáticas pueden ser resueltos con el triángulo de Pascal. El propósito de este trabajo es observar la diferencia y la importancia de la explicación de las unidades matemáticas frente a las unidades de las que los estudiantes no tienen conocimiento, a saber, la explicación del triángulo de Pascal en la eficiencia de las soluciones a diversos ejercicios de matemáticas. Esta investigación se basa principalmente en el método descriptivo y cuantitativo, mientras que los instrumentos de investigación son dos tests. A partir del estudio del triángulo de Pascal, surgieron muchas soluciones de problemas en matemáticas a través de este triángulo, empezando por la fórmula binomial, la extensión de la fórmula binomial y la combinatoria, así como la probabilidad. Así, los alumnos se dieron cuenta de que el triángulo de Pascal permite resolver todos estos ejercicios de forma más fácil y comprensible, y esto también se desprendía de los resultados de dos pruebas. Además, los alumnos se mostraron abiertos y motivados ante la idea de utilizar el triángulo de Pascal para otros ejercicios, pero lo que ahora les queda es encontrar otras posibles soluciones a los ejercicios a través del triángulo de Pascal.

- 7 En este trabajo, investigan mediante un estudio de caso el discurso pedagógico del profesor de secundaria superior al introducir el concepto de derivada. El sujeto fue seleccionado teniendo en cuenta su experiencia y conocimientos en el campo de la enseñanza de las matemáticas. Se grabaron en audio y vídeo once sesiones de clase, y tres de ellas se transcribieron literalmente para su análisis. El marco teórico utilizado en el análisis fue la teoría sociocultural del reconocimiento (Sfard, 2008). En concreto, se centran en identificar una de las propiedades del discurso, las rutinas, que son patrones repetitivos que pueden inferirse observando el resto de propiedades (es decir, el uso de palabras, los mediadores visuales y las narraciones). Así, se identificaron y clasificaron algunos subtipos de rutinas de explicación y motivación, que complementan las que aparecen en el trabajo de Viirman (2015): ejemplificación, uso de lenguaje personificado, uso de paráfrasis y sinónimos, promoción de la autonomía en el aprendizaje, variación, esquema, localización, vinculación de conceptos y referencia a la dificultad. Asimismo, distinguimos entre ellas cuáles son más propias de la etapa de transición a la universidad que de cursos anteriores y viceversa, así como cuáles de ellas pueden ser utilizadas por los docentes para ayudar a los estudiantes a tener éxito en su transición a la universidad.
-

Fuente: Elaboración propia (2024).

4. Discusión

La investigación sobre la explicación de las matemáticas en la enseñanza primaria y secundaria abarca una variedad de enfoques metodológicos que reflejan la complejidad del campo. Algunos estudios priorizan métodos cuantitativos para conocer el impacto de intervenciones específicas, evaluando la eficacia de ciertas estrategias didácticas mediante pruebas pre y post instrucción. Esta aproximación permite medir con precisión los cambios en la comprensión matemática de los estudiantes (Aliu *et al.*, 2023). Otras investigaciones adoptan métodos cualitativos para profundizar en las experiencias y percepciones de estudiantes y docentes, ofreciendo una visión más rica de los contextos educativos y las dinámicas de aprendizaje (Harel, 2020).

Los enfoques mixtos, es decir, aquellos que integran tanto métodos cuantitativos como cualitativos, permiten obtener una visión más holística del proceso educativo. Estos estudios no solo miden los resultados académicos a través de evaluaciones estandarizadas, sino que también investigan cómo las interacciones en el aula y las dinámicas sociales influyen en la comprensión matemática. Por ejemplo, el uso de entrevistas y grupos focales junto con análisis estadísticos permite a los investigadores identificar no solo qué métodos son efectivos, sino también por qué lo son y cómo pueden ser mejorados. Este enfoque holístico es particularmente útil para adaptar estrategias pedagógicas a contextos específicos y para entender mejor las necesidades individuales de los estudiantes (Ray, 2007). Sin embargo, pese al valor que poseen este tipo de investigaciones, no se recogen trabajos en el corpus obtenido que hayan adoptado esta perspectiva.

En cuanto a los enfoques pedagógicos presentes en los trabajos analizados, estos varían significativamente. Algunos estudios se enfocan en herramientas didácticas específicas, como el triángulo de Pascal, explorando cómo su incorporación en la enseñanza puede clarificar conceptos complejos y mejorar la resolución de problemas en los estudiantes (Aliu *et al.*, 2023). Otros, discuten el valor de metodologías generales como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aula invertida, que se destacan por fomentar un pensamiento crítico y una exploración autodirigida de los conceptos matemáticos antes de su discusión en el aula (Meyer *et al.*, 2021). En estas investigaciones, la calidad de la explicación se enmarca en una propuesta didáctica que pone en primer lugar las estrategias activas para el aprendizaje.

Respecto a los resultados de las investigaciones, estos convergen en que una implementación efectiva de estrategias de explicación puede llevar a mejoras en el rendimiento y la comprensión matemática de los estudiantes. Sin embargo, también se reconoce la presencia

de desafíos, especialmente en la adaptación de estas estrategias a diferentes contextos educativos y estilos de aprendizaje (Gallego-Sánchez *et al.*, 2021).

Las implicaciones pedagógicas de estos hallazgos son claras: es esencial la capacitación continua y el desarrollo profesional de los docentes. Esta formación debe incluir no solo técnicas pedagógicas avanzadas, sino también el uso competente de herramientas tecnológicas, lo cual es crucial para mantener el compromiso de los estudiantes y facilitar un aprendizaje efectivo (Pang *et al.*, 2021). Además, se subraya la importancia de la retroalimentación formativa como herramienta para evaluar y mejorar la calidad de las explicaciones matemáticas, permitiendo así ajustes pedagógicos que respondan a las necesidades específicas de los estudiantes (Lee y Nguyen, 2021).

La literatura actual subraya la importancia de una explicación clara y contextualizada en la enseñanza de las matemáticas. La necesidad de estrategias pedagógicas que no solo transmitan conocimientos, sino que también inviten a los estudiantes a participar activamente en su propio proceso de aprendizaje es fundamental para desarrollar una comprensión profunda y duradera de las matemáticas en la educación primaria y secundaria.

5. Conclusiones

Este artículo se propuso como objetivo analizar las investigaciones empíricas sobre la enseñanza de las matemáticas publicadas en los últimos cinco años en revistas indexadas en la Web of Science. Para ello, se han explorado las diversas estrategias utilizadas en la explicación de matemáticas en la educación secundaria, destacando la efectividad de métodos innovadores y la integración de tecnología en el aula. Los hallazgos indican que, aunque la adopción de tales enfoques mejora significativamente la comprensión y el rendimiento de los estudiantes, la investigación sobre las explicaciones en el aula de matemáticas, especialmente en los niveles de primaria y secundaria, sigue siendo escasa. Esta carencia subraya una oportunidad crucial para futuros estudios que podrían ofrecer *insights* adicionales sobre la calidad de las explicaciones en la enseñanza de las matemáticas y su impacto en variables como el desempeño académico, la ansiedad o el bienestar de los estudiantes. Asimismo, se enfatiza la importancia de la capacitación continua para los docentes, no solo para mejorar las explicaciones matemáticas, sino también para adecuarlas a las necesidades de aprendizaje de cada estudiante. En suma, esta revisión pone de relieve la necesidad de seguir profundizando en la investigación educativa para enriquecer las prácticas pedagógicas en matemáticas a lo largo de los distintos niveles educativos, con énfasis en los niveles de educación primaria y secundaria.

6. Referencias

- Abín, A., Núñez, J. C., Rodríguez, C., Cueli, M., García, T. y Rosário, P. (2020). Predicting mathematics achievement in secondary education: The role of cognitive, motivational, and emotional variables. *Frontiers in Psychology*, 11, 876. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00876>
- Aliu, A., Rexhepi, S. y Iseni, E. (2023). Efficiency of understanding some mathematical problems by means of Pascal's Triangle. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 18(4), em0753. <https://doi.org/10.29333/iejme/13713>
- Bernacki, M. L., Greene, M. J. y Lobczowski, N. G. (2021). A systematic review of research on personalized learning: Personalized by whom, to what, how, and for what

- purpose(s)? *Educational Psychology Review*, 33(4), 1675-1715.
<https://doi.org/10.1007/s10648-021-09615-8>
- Cahyono, A. N., Sukestiyarno, Y. L., Asikin, M., Ahsan, M. G. K. y Ludwig, M. (2020). Learning mathematical modelling with augmented reality mobile math trails program: How can it work? *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 181-192.
<http://doi.org/10.22342/jme.11.2.10729.181-192>
- Catubig, M. (2023). Exploring student-centered approaches in mathematics education: a qualitative case study. *Excellencia: International Multi-disciplinary Journal of Education*, 1(3), 48-62. <https://acortar.link/TctpP7>
- Cenas Chacón, F. Y., Gamboa Ferrer, L. R., Blaz Fernández, F. E. y Castro Mendocilla, W. E. (2021). Geogebra: herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(18), 382-390. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.181>
- Cevikbas, M. y Kaiser, G. (2023). Can flipped classroom pedagogy offer promising perspectives for mathematics education on pandemic-related issues? A systematic literature review. *ZDM–Mathematics Education*, 55(1), 177-191.
<https://doi.org/10.1007/s11858-022-01388-w>
- Dowker, A. y Sheridan, H. (2022). Relationships between mathematics performance and attitude to mathematics: influences of gender, test anxiety, and working memory. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.814992>
- Engelbrecht, J. y Borba, M. C. (2024). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM–Mathematics Education*, 56(2), 281-292.
<https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2>
- Gallego-Sánchez, I. M., González Herrera, A. y Gavilán Izquierdo, J. M. (2022). Analyzing pedagogical routines in the upper secondary school teacher's discourse using the commognitive approach. *International Journal of Instruction*, 15(3), 291-306.
<https://doi.org/10.29333/iji.2022.15316a>
- García-Fernández, R., Rodríguez-Llagüerri, S., Presado, M. H., Baixinho, C. L., Martín-Vázquez, C. y Liebana-Presa, C. (2023). Autoeficacia en la lactancia materna y apoyo social: Un estudio de revisión sistemática. *New Trends in Qualitative Research*, 18, 1-11.
<https://doi.org/10.36367/ntqr.18.2023.e875>
- Gürefe, N. y Aktas, G. S. (2020). The concept of prime number and the strategies used in explaining prime numbers. *South African Journal of Education*, 40(3), 1-9.
<https://dx.doi.org/10.15700/saje.v40n3a1741>
- Harel, G. (2024). Epistemological justification. *ZDM–Mathematics Education*, 1-13.
<https://doi.org/10.1007/s11858-024-01603-w>
- Higgins, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. y Welch, V. (2019). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Wiley.
- Izquierdo-Álvarez, V. y Herrero-Pascual, R. (2023). Experiencia estudiantil en el aprendizaje a distancia de matemáticas en tiempos de pandemia. En S. Silva, P. Peres y C. Silva

- (Eds.), *Developing Curriculum for Emergency Remote Learning Environments* (pp. 214-232). IGI Global.
- Lehet, E. (2021a). Mathematical explanation in practice. *Axiomathes*, 31(5), 553-574. <https://doi.org/10.1007/s10516-021-09557-4>
- Lehet, E. (2021b). Induction and explanatory definitions in mathematics. *Synthese*, 198(2), 1161-1175. <https://doi.org/10.1007/s11229-019-02095-y>
- Li, Q., Cho, H., Cosso, J. y Maeda, Y. (2021). Relations between students' mathematics anxiety and motivation to learn mathematics: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33, 1017-1049. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09589-z>
- Lo, C. K. y Hew, K. F. (2021). Student engagement in mathematics flipped classrooms: Implications of journal publications from 2011 to 2020. *Frontiers in Psychology*, 12, 672610. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.672610>
- Maldonado-García, B. E., Ocampo-Díaz, A. y Portuguese-Castro, M. (2022). Evaluando diferencias en competencias matemáticas en estudiantes de secundaria durante condiciones de pandemia a través de una plataforma preparada. *Education Sciences*, 12(8), 546. <https://doi.org/10.3390/educsci12080546>
- Margulieux, L. E. y Catrambone, R. (2021). Scaffolding problem solving with learners' own self explanations of subgoals. *Journal of Computing in Higher Education*, 33(2), 499-523. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09275-1>
- Mensah, E. y Baidoo-Anu, D. (2022). Towards quality and equitable education in South Africa: Unpacking the relationship between teacher factors, students' socioeconomic background and mathematics achievements. *Research in Mathematics*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/27684830.2022.2088645>
- Meyer, M. y Schnell, S. (2020). What counts as a "good" argument in school? - how teachers grade students' mathematical arguments. *Educational Studies in Mathematics*, 105(1), 35-51. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09974-z>
- Moliner, L. y Alegre, F. (2020). Peer tutoring effects on students' mathematics anxiety: A middle school experience. *Frontiers in Psychology*, 11, 1610. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01610>
- Murtafiah, W., Sa'dijah, C., Candra, T. D. y As'ari, A. R. (2018). Exploring the explanation of pre-service teacher in mathematics teaching practice. *Journal on Mathematics Education*, 9(2), 259-270. <https://doi.org/10.22342/jme.9.2.5388.259-270>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J., Tricco, A., Whiting, P. y Moher, D. (2021). Declaración PRISMA2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

- Pang, J. y Seah, W. T. (2021). Excellent mathematical performance despite “negative” affect of students in Korea: The values perspective. *ECNU Review of Education*, 4(2), 285-306. <https://doi.org/10.1177/2096531120930726>
- Ray, R. (2007). Designing and conducting mixed methods research. *Qualitative Research Journal*, 7(2), 90-92.
- Roschelle, J., Rafanan, K., Bhanot, R., Estrella, G., Penuel, B., Nussbaum, M. y Claro, S. (2010). Scaffolding group explanation and feedback with handheld technology: Impact on students’ mathematics learning. *Educational Technology Research and Development*, 58, 399-419. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9142-9>
- Santos-Trigo, M. (2024). Problem solving in mathematics education: tracing its foundations and current research-practice trends. *ZDM–Mathematics Education*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8>
- Soto, M. M. y Ambrose, R. (2016). Making students' mathematical explanations accessible to teachers through the use of digital recorders and iPads. *Learning, Media and Technology*, 41(2), 213-232. <https://doi.org/10.1080/17439884.2014.931867>
- Süren, N. y Kandemir, M. A. (2020). The effects of mathematics anxiety and motivation on students’ mathematics achievement. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(3), 190-218. <https://doi.org/10.46328/ijemst.v8i3.926>
- Szczygieł, M. (2020). When does math anxiety in parents and teachers predict math anxiety and math achievement in elementary school children? The role of gender and grade year. *Social Psychology of Education*, 23(4), 1023-1054. <https://doi.org/10.1007/s11218-020-09570-2>
- Wang, A., Xiao, R., Zhang, C., Yuan, L., Lin, N., Yan, L., Wang, Y., Yu, J., Huang, Q., Gan, P., Xiong, C., Xu, Q. y Liao, H. (2022). Effectiveness of a combined problem-based learning and flipped classroom teaching method in ophthalmic clinical skill training. *BMC Medical Education*, 22(1), 487. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03538-w>

AUTOR

Gabriel Valdés-León

Universidad Andrés Bello, Chile.

Gabriel Valdés-León es investigador postdoctoral en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria a través de una beca Margarita Salas, financiada por los fondos *NextGenerationEU* (2022-2024). Se doctoró en Estudios Lingüísticos en 2021 por la misma universidad, con una tesis que obtuvo el premio extraordinario de doctorado. Es máster en Lingüística por la Universidad de Santiago de Chile (2014) y máster en Lexicografía Hispánica impartido por la Universidad de León en colaboración con la Real Academia Española (2017), financiado por una beca de la Fundación Carolina. En 2018, recibió una beca de la Cooperación Española MAEC-AECID por sus contribuciones a los proyectos de la Academia Chilena de la Lengua. gabielsebastian.valdes@ulpgc.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8807-8838>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218581473>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=wdbia1IAAAAJ&hl=es&oi=ao>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Valdes-Leon>