OPEN ACCESS

ESTUDIO DE CASO

Acciones epistémicas durante el aprendizaje de magnitudes continuas

Andrea Milena Osorio-Cárdenas, *Ph. D.*[a]
Secretaria de educación de Manizales, Colombia
Oscar Eugenio Tamayo-Alzate, *Ph. D.*[b]
Universidad de Caldas, Colombia

Angélica María Rodríguez-Ortiz, *Ph. D.*[c]
Universidad Autónoma de Manizales, Colombia
Francisco Javier Ruiz-Ortega, *Ph. D.*[d]
Universidad de Caldas, Colombia

andrea.osorio@autonoma.edu.co

Resumen

La investigación se desarrolló mediante un estudio de caso cualitativo con entrevistas basadas en tareas y actividades de elicitación de modelos aplicadas a estudiantes de grado quinto. Los resultados muestran que las acciones epistémicas constituyen procesos centrales en la construcción de significados matemáticos sobre magnitudes continuas al funcionar como mecanismos dinámicos que median entre la percepción y la explicación. La comparación se identificó como una acción epistémica más recurrente, actuando como recursos de articulación entre magnitud y la unidad (estándar o no estándar) en los procesos de estimación y medición. Así mismo, se evidenció que las acciones epistémicas no operan de manera lineal, sino de forma anidada, integrando la comparación, estimación, cálculo e iteración. Estas acciones se encuentran culturalmente mediadas, lo que evidencia que el aprendizaje de las magnitudes continuas combina recursos cognitivos con repertorios culturales. El estudio aporta un marco integrador con implicaciones didácticas para el diseño de tareas culturalmente pertinentes.

Palabras clave

Ambiente cultural; aprendizaje; cognición; construcción de modelos; matemáticas.

Tesauro

Tesauro Eric.

Puntos clave

- El procesamiento de las magnitudes continuas es más automático y básico que el de las discretas.
- La comparación como acción epistémica no solo es un recurso cognitivo, sino también una práctica culturalmente situada.
- Las acciones epistémicas actúan como mecanismos dinámicos e interdependientes que median entre la experiencia perceptiva y la explicación matemática.

Para citar este artículo

Osorio-Cárdenas, A. M., & Tamayo-Alzate, O. E., Rodríguez-Ortiz, A. M., & Ruiz-Ortega, F. J. (2026). Acciones epistémicas durante el aprendizaje de magnitudes continuas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 24*(1), 1-31.
https://doi.org/10.11600/rlcsnj.24.1.7053

Historial

Recibido: 10.03.2025
Aceptado: 20.08.2025
Publicado: 08.12.2025

Información artículo

El estudio forma parte de la tesis doctoral «El aprendizaje de las magnitudes continuas a través del razonamiento basado en modelos: una perspectiva multidimensional del aprendizaje de las matemáticas» (Doctorado en Ciencias Cognitivas, Universidad Autónoma de Manizales). Inicio: febrero de 2018; finalización: septiembre de 2024 de la investigación. **Área**: ciencias cognitivas. **Subárea**: aprendizaje de las matemáticas.

Ciencia abierta

Este artículo no permite acceso a material suplementario o a los datos originales de la investigación.

Epistemic actions during the learning of continuous magnitudes

Abstract

This research involves a qualitative case study involving task-based interviews and model elicitation activities carried out with fifth-grade students. The results show that epistemic actions constitute central processes in the construction of mathematical meanings about continuous magnitudes. These actions function as dynamic mechanisms that mediate students' understanding between perception and explanation. Comparison was identified as the most recurrent epistemic action, acting as a resource for articulating magnitude and the unit, whether standard or nonstandard, in the process of estimation and measurement. It was also evident that epistemic actions do not operate in a linear way but instead in a nested manner, integrating the processes of comparing, estimating, calculating, and iterating. These actions are culturally mediated, demonstrating that learning about continuous magnitudes combines cognitive resources with cultural repertoires. The results of the study provides an integrative framework for the design of culturally relevant tasks with didactic implications..

Keywords

Cultural environment; learning; cognition; model construction; mathematics.

Ações epistêmicas durante o aprendizado de magnitudes contínuas

Resumo

A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo de caso qualitativo com entrevistas baseadas em tarefas e atividades de elicitação de modelos administradas a alunos do quinto ano. Os resultados mostram que ações epistêmicas constituem processos centrais na construção de significados matemáticos sobre grandezas contínuas, funcionando como mecanismos dinâmicos que mediam entre percepção e explicação. A comparação foi identificada como uma ação epistêmica mais recorrente, atuando como um recurso para articular a grandeza e a unidade, seja padrão ou não padrão, no processo de estimativa e mensuração. Também ficou evidente que ações epistêmicas não operam linearmente, mas sim de maneira aninhada, integrando comparação, estimativa, cálculo e iteração. Essas ações são culturalmente mediadas, demonstrando que a aprendizagem sobre grandezas contínuas combina recursos cognitivos com repertórios culturais. O estudo fornece uma estrutura integrativa com implicações didáticas para o design de tarefas culturalmente relevantes.

Palavras-chave

Meio cultural; aprendizagem; cognição; construção de modelos; matemática.

Información autores

a) Doctora en ciencias cognitivas, Universidad Autónoma de Manizales. 0000-0002-5143-2829. H5: 4. Correo electrónico: andrea.osorio@autonoma.edu.co

(b) Doctor en didáctica de las ciencias experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona. H5: 25. 0000-0002-6080-8496. Correo electrónico: oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

(c) Doctora en Filosofía, Universidad Pontificia Bolivariana. 0000-0002-7710-9915. H5: 13. Correo electrónico: amrodriguez@autonoma.edu.co

(d) Doctor en didáctica de las ciencias experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona. H5: 18. 0000-0003-1592-5535. Correo electrónico: francisco.ruiz@ucaldas.edu.co

Introducción

Una de las preguntas de investigación relevantes en la actualidad está orientada a comprender cómo las personas (expertas o no en un campo de conocimiento) piensan acerca del saber y de sus procesos de construcción de conocimiento. Este interrogante ha dado lugar a diferentes líneas de investigación, entre las cuales se destacan: la epistemología personal (Hofer & Pintrich, 2002), la cognición epistémica (Greene *et al.*, 2008; Kitchener, 1983) y el pensamiento epistémico (Kuhn & Weinstock, 2002). En conjunto, estas perspectivas han configurado un campo conceptual y empírico amplio, caracterizado por su diversidad teórica y metodológica, así como por la riqueza de sus aportes (Greene *et al.*, 2016). En términos generales, la cognición epistémica se centra en los recursos que utilizan las personas activas al participar en prácticas de construcción de conocimiento (Elby *et al.*, 2016).

En esta misma dirección, Tamayo-Alzate (2025) enfatiza que la cognición epistémica debe entenderse como un fenómeno situado, atravesado por creencias, valores y prácticas que determinan qué se considera conocimiento válido y cómo se justifica en contextos educativos. En esta perspectiva, la construcción del conocimiento matemático y las acciones epistémicas que la acompañan no dependen únicamente de procesos cognitivos generales, sino también de los marcos culturales en los que se producen. Esto refuerza la necesidad de diseñar tareas y andamiajes didácticos culturalmente pertinentes, capaces de articular los recursos epistémicos de los estudiantes con sus repertorios culturales.

Las acciones epistémicas se han consolidado como una categoría de creciente interés en la investigación sobre el aprendizaje de las matemáticas, ya que permiten observar cómo los estudiantes movilizan recursos cognitivos y culturales en la construcción de su conocimiento matemático. Estas acciones, expresadas en formas verbales, gestuales, gráficas o materiales, hacen visible el proceso mediante el cual los estudiantes generan, organizan y validan explicaciones matemáticas (Dreyfus *et al.*, 2015; Hwang *et al.*, 2023). Comprender su papel es particularmente relevante en el aprendizaje de las magnitudes continuas, longitud, área y volumen, dado que estimar y medir constituyen prácticas

matemáticas fundamentales y, al mismo tiempo, procesos atravesados por prácticas culturales diversas.

Desde la perspectiva de la cognición cultural, el aprendizaje no puede reducirse a procesos internos. Está mediado por artefactos, lenguajes y prácticas que configuran cómo se construye conocimiento en el aula (Fajardo-Santamaría, 2022). En esta línea, el aprendizaje de las matemáticas «no puede desligarse de las prácticas culturales en las que los estudiantes participan; comprender el aprendizaje requiere atender a los recursos significados y mediaciones propias de cada contexto» (Fajardo-Santamaría, 2022, p. 6).

Del mismo modo, Goldshtein y Roscoe (2025) destacan que la alfabetización y el pensamiento matemático están profundamente entrelazados con los repertorios culturales y lingüísticos de los estudiantes. Estos planteamientos coinciden con aportes de la etnomatemática, la cual documenta que medir y estimar son *prácticas culturalmente situadas*. Diferentes pueblos construyen unidades, patrones y sistemas con el cuerpo, objetos o hitos del entorno, y los usan para comparar, ordenar y estimar (Bishop, 1999; D'Ambrosio, 2003; Gerdes, 2013; Orey & Rosa, 2007). Por ejemplo, los estudios en etnomatemática han documentado que la comparación iterativa apoyada en el cuerpo o en objetos del entorno sostiene la creación de unidades y patrones en prácticas ancestrales, oficios o juegos tradicionales (Chavarría & Delgado, 2025; Rodríguez-Nieto *et al.*, 2022; Teca & Ferrada, 2025).

En diálogo con estas perspectivas, las ciencias cognitivas aportan un marco amplio para comprender el procesamiento de las magnitudes continuas. Leibovich *et al.* (2016, 2017) han mostrado que el procesamiento de las magnitudes continuas es más automático y básico que el de las discretas, lo que sugiere que los bebés comparan propiedades continuas antes de discriminar numerosidades. Este hallazgo, inscrito en el sistema de magnitudes aproximado, refuerza la importancia de la comparación durante el aprendizaje de las magnitudes continuas.

El razonamiento basado en modelos ofrece un marco explicativo potente para caracterizar las acciones epistémicas durante el aprendizaje de las matemáticas porque permite comprender cómo los estudiantes construyen y transforman representaciones mientras resuelven problemas. Según Nersessian (2002), este tipo de razonamiento es generativo de cambio conceptual porque integra prácticas como la analogía, la modelización mental y la experimentación mental; todas ellas articuladas en ciclos de construcción y modificación de modelos. Estas prácticas no solo facilitan el paso de representaciones ingenuas a explicaciones más elaboradas, sino que hacen visibles mecanismos cognitivos

mediante los cuales los estudiantes abstraen, integran y reorganizan restricciones conceptuales en contextos específicos.

En este sentido, el razonamiento basado en modelos permite observar cómo las acciones epistémicas (verbales, gestuales, gráficas o materiales) se convierten en operaciones fundamentales para generar y validar conocimiento matemático, ya que los modelos —en este caso explicativos— construidos por los estudiantes funcionan como mediadores entre la experiencia concreta de la magnitudes continuas (longitud, área y volumen) y la elaboración de explicaciones matemáticas con poder predictivo y generalizador.

En la didáctica de las matemáticas, la perspectiva de modelos y modelación (Lesh & Doerr, 2003a, 2003b) ha proporcionado un marco para diseñar actividades de elicitación de modelos explicativos de los estudiantes. Los modelos explicativos constituyen representaciones cualitativas que los estudiantes elaboran para dar sentido a fenómenos, y cuyo desarrollo ocurre mediante ciclos de generación, evaluación y modificación (Clement, 2008a, 2008b). En este enfoque el modelo explicativo se concibe como un núcleo cualitativo de significado para la teoría científica y el centro de construcción de sentido para los estudiantes (Clement, 2008a, 2008b). Por tanto, el razonamiento basado en modelos explicativos (en adelante, RBME) ofrece un marco fértil para identificar cómo emergen y se articulan acciones epistémicas con recursos conceptuales y culturales en el aprendizaje de las magnitudes continuas.

A pesar de los avances, la investigación sobre acciones epistémicas en el aprendizaje de las magnitudes continuas sigue siendo incipiente. La literatura ha mostrado que la comparación es una práctica central de la etnomatemática (Chavarría & Delgado, 2025; Rodríguez-Nieto *et al.*, 2022; Teca & Ferrada, 2025) y favorece la eficacia en distintos dominios: al comparar problemas matemáticos (Ziegler & Stern, 2014, 2016) o identificar las estrategias correctas o incorrectas (Durkin & Rittle-Johnson, 2012; Siegler & Chen, 2008). En este sentido, los estudiantes logran mejorar su desempeño y reducir errores sistemáticos (Durkin *et al.*, 2017; Rittle-Johnson *et al.*, 2020), pero rara vez ello ha sido reportado explícitamente como «acción epistémica» en estudios escolares. Esto señala la necesidad de caracterizar de manera situada qué acciones epistémicas emergen en los procesos de estimación o medición y cómo se vinculan con prácticas culturales de referencia.

En este contexto, el presente estudio se orienta a responder la siguiente pregunta: ¿qué acciones epistémicas emplean los estudiantes durante el aprendizaje de las magni-

tudes continuas a través del razonamiento basado en modelos explicativos y cómo se relacionan esas acciones con las prácticas culturales de estimación y medición?

Método

Este estudio tuvo como propósito caracterizar las acciones epistémicas que emergen durante el aprendizaje de las magnitudes continuas a través del RBME y su relación con las prácticas culturales de estimación y medición. La investigación se enmarca en un enfoque cualitativo orientado a comprender fenómenos a profundidad a partir de las experiencias y producciones de los participantes. Este tipo de estudio permite al investigador desmenuzar la manera en que los estudiantes construyen significados matemáticos en contextos culturalmente situados, aportando una compresión rica y contextualizada.

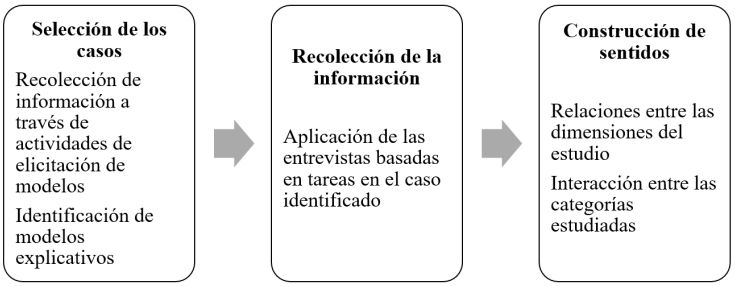
Para responder a la pregunta de investigación se adoptó el estudio de caso como estrategia metodológica. Según Yin (2018), esta selección es adecuada cuando se busca un análisis intensivo y detallado de un fenómeno complejo. Este tipo de diseño es pertinente cuando se busca comprender fenómenos complejos en su contexto natural, más que establecer comparaciones entre múltiples casos (Yin, 2018). En este sentido, no fue necesario incluir casos análogos o paralelos dado que el propósito central radicó en el análisis intensivo de un proceso particular de razonamiento.

Para el estudio se tomaron elementos de la etnografía cognitiva (Williams, 2006), la cual se centra en cómo los estudiantes piensan, representan y explican sus aprendizajes. Esto permitió atender no solo a los resultados de las tareas, sino también a las producciones verbales y escritas como fuentes de evidencia para inferir las acciones epistémicas.

El proceso investigativo se desarrolló en tres momentos (figura 1): *identificación inicial de los modelos explicativos*, en el que se exploraron las producciones de la población participante con el fin de seleccionar el caso a estudiar, privilegiando la riqueza de sus respuestas y la presencia de explicaciones sobre magnitudes continuas; *aplicación de entrevistas basadas en tareas,* durante el cual se diseñaron y aplicaron entrevistas de forma individual, centradas en tareas de estimación y medición de longitud, área y volumen. Con estas entrevistas se buscaba provocar el RBME y registrar las acciones epistémicas emergentes; *análisis de la información*, para lo cual la información recolectada se organizó y analizó mediante procedimientos de análisis de contenido y comparación constante.

Figura 1

Diseño metodológico



Unidad de trabajo

La investigación se desarrolló con 24 estudiantes de grado quinto de educación básica primaria de una institución educativa de la ciudad de Manizales, Caldas, Colombia. Las edades de los participantes oscilaron entre los 9 y 11 años. Para la selección de la unidad de trabajo se realizó un proceso analítico orientado a identificar los modelos explicativos construidos por los estudiantes (tabla 1).

Tabla 1

Operacionalización para la selección de la unidad de trabajo

Objetivo	Categoría	Subcategoría	Indicadores
Caracterizar los modelos explicativos de los estudiantes para seleccionar la unidad de trabajo	Modelos explicativos sobre la medida	Modelo ingenuo	El estudiante posee pocos elementos relacionados con los conceptos métricos. Especialmente con la estimación de magnitudes y el proceso de metrización. El conocimiento informal que posee el niño sobre la medición es incipiente. Emplea solo lenguaje natural en sus explicaciones y es muy pobre. No hay claridad en el proceso de estimación y de medición.
		Modelo cualitativo o premétrico	El estudiante resuelve la actividad desde su conocimiento informal sobre la medida. Emplea más lenguaje no simbólico que simbólico para resolver la tarea. El estudiante ha desarrollado elementos de la estimación directa. El estudiante comprende el proceso de medición de una de las tres magnitudes.
		Modelo cuantitativo	En la solución de la tarea los estudiantes emplean los siguientes elementos en el proceso de estimación y medición en cada una de las magnitudes: Instancia de la magnitud. Selección de la unidad, patrón, aparato. Proceso de asignación numérica. Escritura de la pareja número-unidad. Su proceso de estimación se aproxima a la medición directa.

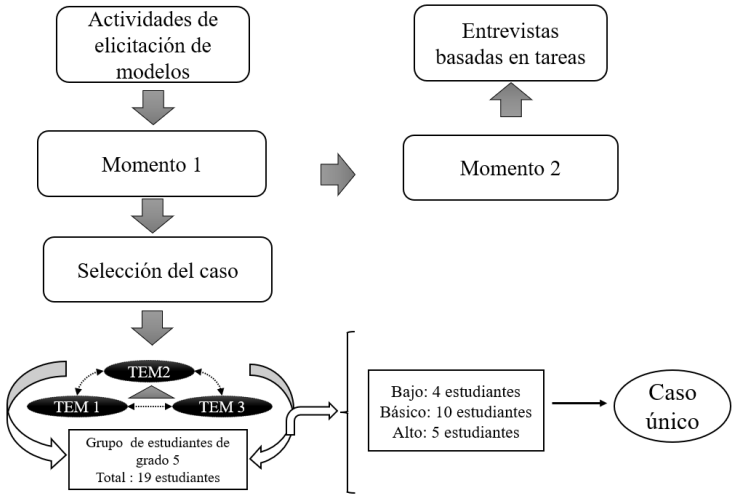
Con este propósito se aplicaron tres actividades de modelización matemática diseñadas a partir de los principios de las actividades de elicitación de modelos (MEA, por su sigla en inglés: *modeling-eliciting activities*) propuestas por Lesh y Doerr (2003a, 2003b). Con estas actividades se buscó provocar procesos de explicación y razonamiento en torno a magnitudes continuas de manera que se pudieran identificar acciones epistémicas observables.

Con el fin de garantizar la calidad y pertinencia de la información se establecieron los siguientes criterios de exclusión: 1) estudiantes que no participaron en alguna de las tres sesiones propuestas; 2) producciones o registros en los instrumentos que no ofrecieran información clara o suficiente para el análisis; 3) estudiantes con algún tipo de discapacidad cognitiva registrada en la hoja de vida escolar; 4) estudiantes cuyos padres de familia manifestaron explícitamente que la información recolectada no podía ser utilizada con fines investigativos.

Tras aplicar estos criterios, se identificaron 19 estudiantes cuya información era viable para el análisis. Con este grupo se avanzó en la revisión detallada de sus producciones con el fin de seleccionar el caso a estudiar en profundidad. La selección del caso se realizó con base en los siguientes criterios de inclusión: 1) pertenecer a uno de los modelos explicativos caracterizados; 2) cumplir con los indicadores definidos en la tabla 1 para cada modelo explicativo; 3) evidenciar precisión y riqueza en la movilización de recursos epistémicos. Por su parte, en la figura 2 se muestra la forma en que se operacionalizó el proceso de selección de la unidad de trabajo.

Figura 2

Procedimiento para la selección del caso



El análisis de las MEA permitió identificar que los estudiantes mostraban tendencia hacia el modelo explicativo cualitativo o premétrico en el procesamiento de las magnitudes continuas. Una de las características es que los estudiantes «asignan un número natural a una magnitud que depende de sus características objetuales, con una unidad/referente presente, no estándar o estándar, por ejemplo, la regla» (Osorio-Cárdenas, 2024, p. 124).

A partir de esta categorización, los estudiantes se agruparon según su desempeño en matemáticas: a) desempeño bajo: 4 estudiantes; b) desempeño básico: 10 estudiantes; c) desempeño alto: 5 estudiantes. Con esta organización se decidió enfocar la selección de los estudiante con desempeños promedios (10 estudiantes), ya que conformaban el nivel más representativo del grupo. Finalmente, aplicando los criterios de inclusión de la tabla 1, se escogió el caso que mostró mayor precisión y consistencia dentro del modelo cualitativo. Este estudiante fue definido como la unidad de trabajo para el análisis en profundidad de las acciones epistémicas durante el aprendizaje de las magnitudes continuas a través del RBME.

Unidad de análisis

Para el propósito de este trabajo se presentan los hallazgos referidos a las acciones epistémicas y las estrategias. La tabla 2 describe la categoría de análisis y sus subcategorías.

Tabla 2

Descripción de las categorías y subcategorías

Categoría	Subcategorías		Descripción
Acciones epistémicas empleadas durante el razonamiento basado en el modelo explicativo sobre las magnitudes continuas	Acciones epistémicas	Comparar	Hace referencia cuando el estudiante emplea expresiones tales como: *lo mismo, es igual, más grande que, más chiquito que.*
		Estimar	Asignar un número a una magnitud sin uso de instrumentos.
		Medir	Se emplea durante la estimación para realizar la representación de la estimación
		Contar	Se refiere a las técnicas de conteo que emplea el estudiante: de uno en uno, dos, en dos, tres en tres, así sucesivamente.
		Iterar	Esta acción epistémica se emplea durante el uso de la unidad, y está relacionada con las veces que la unidad estimación cabe la instancia de magnitud que está empleando. Comparación iterativa.
		Aproximar	El estudiante la emplea en los resultados. Usa expresiones tales como: *más o menos, casi, por ahí...*
		Calcular	Se refiere al proceso que puede realizar de técnicas cálculo o de operadores. Emplea expresiones *partirla en dos, la partimos a la mitad, las sumamos*
	Estrategias	Nivel 1	Solo emplea una acción epistémica para obtener el resultado de la estimación o la medición.
		Nivel 2	Emplea dos acciones epistémicas para obtener el resultado de la estimación o la medición.
		Nivel 3	Emplea tres o más acciones epistémicas para obtener el resultado de la estimación o de la medición.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

La recolección de la información se realizó mediante dos tipos de instrumentos: actividades de elicitación de modelos y entrevistas basadas en tareas (TBI, por sus siglas en inglés). Ambos instrumentos fueron diseñados y validados para este estudio, en coherencia con el objetivo de caracterizar las acciones epistémicas empleadas durante el aprendizaje de las magnitudes continuas a través del RBME.

Actividades de elicitación de modelos (MEA)

Se diseñaron tres MEA con base en los criterios propuestos por Lesh y Doerr (2003a, 2003b): 1) favorecer el desarrollo de un modelo que describe una situación de la vida real; 2) animar a los estudiantes a describir, revisar y refinar tanto sus ideas como sus enfoques; y 3) fomentar el uso de una variedad de medios de representación para explicar y documentar los sistemas conceptuales de los estudiantes.

Cada MEA se desarrolló en tres momentos. En los dos primeros se plantearon preguntas relacionadas con procesos de estimación y medición de magnitudes. En el tercero se propuso un proceso de revisión y verificación en el que los estudiantes debían contrastar los resultados iniciales de estimación con el procedimiento de medición. Estas actividades permitieron identificar los modelos explicativos presentes en los estudiantes y, a partir de ellos, seleccionar el caso para el análisis a profundidad.

Entrevistas basadas en tareas

Las entrevistas basadas en tareas se definen como interacciones en las que el estudiante resuelve un problema matemático mientras verbaliza y representa sus razonamientos (Maher & Sigley, 2020). Cada entrevista fue diseñada con base en un problema desencadenante (la tarea), que se desarrolló en cuatro fases: 1) exploración libre del problema; 2) sugerencias heurísticas mínimas; 3) uso guiado de heurísticas; 4) preguntas metacognitivas.

Para el diseño de estas actividades se adaptaron los criterios de Goldin (2000): duración aproximada de una hora, anticipación de posibles respuestas, accesibilidad de las tareas a los estudiantes, inclusión de representaciones diversas y elaboración de un guion con preguntas metacognitivas.

Las entrevistas se realizaron de manera individual con el estudiante seleccionado y se centraron en tareas de estimación y medición de longitud, área y volumen, permitiendo observar acciones epistémicas en distintos modos de expresión: verbal, gestual, gráfico y escrito.

Validación de los instrumentos

La validación de las MEA y de las entrevistas se llevó a cabo a través de pruebas piloto, discusiones en talleres de línea doctoral y presentaciones de avances del proyecto. A partir de estos procesos se realizaron los ajustes necesarios en la redacción, secuencia y pertinencia de las tareas.

Procedimiento para la recolección de la información

La recolección de datos se desarrolló en tres fases (tabla 3): 1) aplicación de las MEA para identificar los modelos explicativos de los estudiantes y seleccionar el caso; 2) entrevistas basadas en tareas con el estudiante elegido, centradas en magnitudes continuas; 3) registro multimodal de las producciones orales, escritas, gráficas y gestuales para el análisis posterior.

Tabla 3

Procedimiento para la recolección de la información

Fases	Acciones	
Consentimiento informado de la institución educativa.	1. Socialización del proyecto al Rector y docente de matemáticas del grado quinto de la institución educativa que esté interesado en participar en el proyecto. 2. Consentimiento de participación en el proyecto por parte del rector y el docente de grado 5.	
Recolección de información para la selección de la unidad de trabajo.	1. Socialización del proyecto a los estudiantes. 2. Aplicación de actividades de elicitación de modelos durante la jornada escolar.	
Consentimientos informados de los padres de familia para la recolección de información del caso seleccionado	1. Diálogo con los padres de familia y estudiantes de los casos identificados en la unidad de trabajo sobre el proyecto de investigación. 2. Consentimiento informado de los padres de familia y estudiantes para la recolección de la información a través de videos.	
Recolección de información a través de los instrumentos diseñados y las técnicas.	Entrevistas basadas en tareas	1. Selección y organización del espacio para la aplicación de las entrevistas en la institución educativa. Se buscó un aula donde existiera poca contaminación auditiva y visual para los niños. Esta aplicación se realizó durante la jornada escolar del estudiante. 2. Explicación al estudiante seleccionado sobre el desarrollo del trabajo. 3. Semanalmente se aplicó una entrevista. En fueron son seis semanas para la recolección de la información. 4. Retroalimentación al estudiante sobre el desarrollo de cada una de las tareas propuestas
	Video y grabación	1. Organización de la cámara en un solo plano para la recolección de los datos en cada una de las entrevistas. 2. Se empleó grabadora para recolectar el audio para obtener la mejor calidad de sonido posible.

Estrategias para el análisis de la información

El análisis de la información se fundamentó en la etnografía cognitiva (Williams, 2006), privilegiando la descripción de cómo los estudiantes piensan y representan sus aprendizajes en situaciones culturalmente situadas. Se emplearon como estrategias principales:

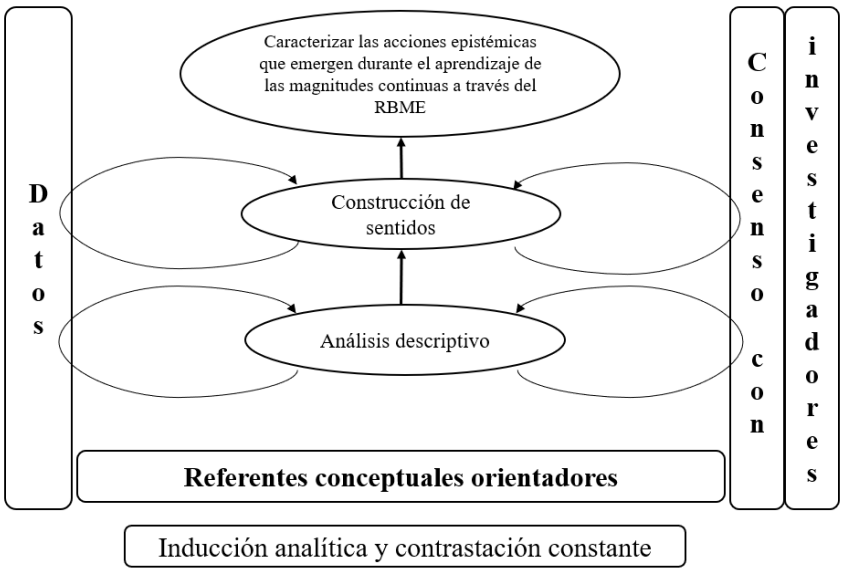
- *Inducción analítica y comparación constante* (Goetz & LeCompte, 1988) para identificar regularidades y diferencias en las producciones de los estudiantes.
- *Análisis de contenido* (Bardin, 1991) para organizar las respuestas verbales y escritas en categorías emergentes.

El análisis se realizó de manera iterativa: se partió de subcategorías iniciales, se contrastaron los datos y se refinaron en ciclos sucesivos de revisión (figura 3). La constante comparación entre significados permitió la construcción de nuevas dimensiones y relaciones entre categorías (Tamayo-Alzate, 2009).

En este proceso se identificó que, durante el razonamiento basado en modelos explicativos, los estudiantes emplean diversos modos semióticos (lenguaje oral, escrito, gestos y gráficos), aunque en este reporte se presentan principalmente los análisis derivados del lenguaje oral y escrito.

Figura 3

Análisis de los datos



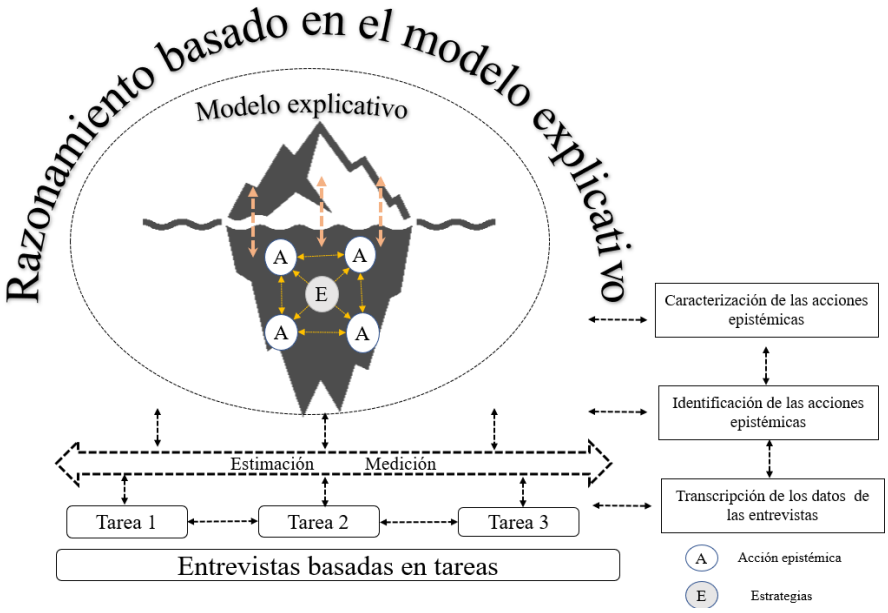
Nota. Basado en Tamayo-Alzate (2009).

Plan de análisis

El procesamiento de la información se realizó con el *software* ATLAS.ti 23. Se distinguieron dos momentos analíticos: estimación y medición. A partir de estos se identificaron las acciones epistémicas empleadas por el estudiante durante el aprendizaje de las magnitudes continuas a través del razonamiento basado en modelos. Posteriormente, se agruparon las citas y de ellas se derivaron las estrategias vinculadas al uso de recursos epistémicos en la resolución de las tareas (figura 4).

Figura 4

Análisis de la información



La validación de los análisis se realizó mediante la triangulación de los diferentes modos del lenguaje empleados por el estudiante, la discusión con investigadores en talleres académicos y el contraste con la literatura científica relevante; ello permitió fortalecer la pertinencia de las categorías emergentes y dar cuenta de su coherencia con hallazgos previos.

La triangulación entre tareas y momentos de análisis (estimación y medición) aseguró al validez del estudio, permitiendo identificar la recurrencia de las acciones epistémicas. Este procedimiento garantizó que los hallazgos no dependieran de un único instrumento o situación, sino que emergieran consistentemente en diferentes tareas, alcanzando un criterio de saturación en los datos recolectados.

Por tanto, no se requieren casos análogos o paralelos, dado que el propósito no fue comparar, sino comprender en profundidad un proceso de razonamiento en un contexto escolar y cultural específico. Este nivel de análisis aporta categorías conceptuales y metodológicas útiles para investigaciones posteriores con múltiples casos o grupos. Pero en el marco de esta investigación la riqueza proviene justamente del estudio intensivo del caso único.

Resultados

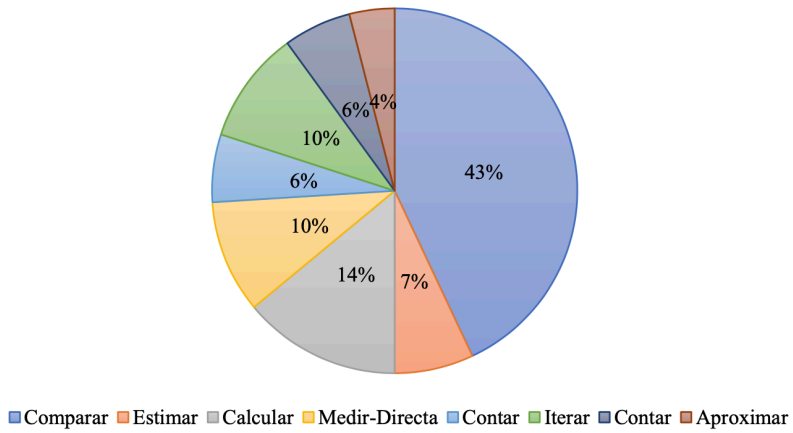
Caracterización de las acciones epistémicas empleadas durante el razonamiento basado en el modelo explicativo

Durante el procesamiento de las magnitudes continuas se identificó que el modelo explicativo del estudiante sobre el sentido de la medida estaba relacionado con «asignar un número natural a una magnitud que depende de sus características objetuales con una unidad/referente presente/no estándar o estándar [la regla]» (Osorio-Cárdenas, 2024, p. 124). A continuación, se presentan los resultados frente a las acciones epistémicas.

En relación con las acciones epistémicas empleadas por el estudiante durante la estimación y la medición, la acción epistémica empleada con mayor recurrencia en ambos momentos fue la comparación. La estimación-directa se empleó con mayor recurrencia durante la medición. La medida-directa se empleó en ambos momentos con recurrencias similares. Igual sucedió con el conteo y el cálculo. La aproximación y la iteración solo se emplearon durante la estimación. En figura 5 se observan las recurrencias de las acciones epistémicas durante el procesamiento de las magnitudes continuas a través del razonamiento basado en el modelo explicativo.

Figura 5

Porcentaje de distribución de las acciones epistémicas durante el razonamiento basado en el modelo explicativo

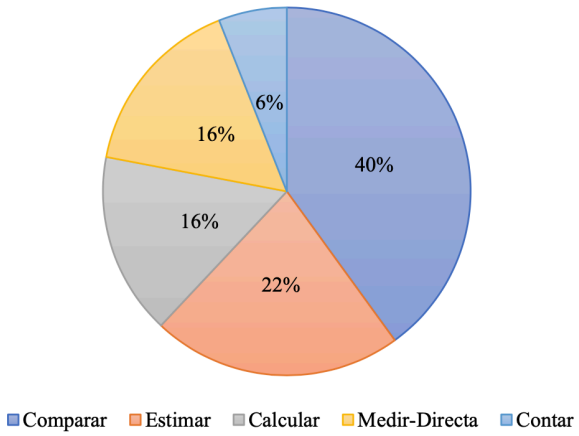


Momento de estimación

Se caracteriza a continuación cada una de las acciones epistémicas utilizadas por el estudiante durante las entrevistas basadas en tareas durante el modelo de estimación (figura 6).

Figura 6

Porcentaje de distribución de las acciones epistémicas durante el momento de estimación de las entrevistas basadas en tareas



Comparar. Esta acción epistémica se refiere a expresiones que emplea el estudiante tales como: «más o menos», «le da lo mismo», «que quede igual». La comparación se empleó en función de la congruencia, los cuantificadores y la iteración. Estos usos de la comparación se emplearon en cualidades geométricas, en el tratamiento de la instancia de la magnitud y su representación, la unidad no estándar como referente presente. Además, durante el procesamiento de las magnitudes a través de esta acción epistémica se obtuvieron resultados tanto en formato numérico como formato no numérico. En la siguiente cita se identifica la comparación en función del cuantificador:

> *Orientadora*: ¿Cuánto crees que tiene de largo?
> *Estudiante*: Por ahí casi lo mismo [observa la cancha en línea recta de extremo a extremo de la cancha].
> *Orientadora*: ¿20 metros y 20 metros? ¿Eso es lo que crees que tiene?
> *Estudiante*: [mueve su cabeza afirmando]. (Comunicación personal, 3 de julio de 2018)

Calcular. Esta es una de las acciones epistémicas más empleadas por el estudiante, después de la comparación. El cálculo se empleó en función del cálculo mental (cuatro citas), cálculo en función del razonamiento proporcional (12 citas). El cálculo mental

tuvo relación fuerte con el procesamiento de la magnitud en función de la superficie y el resultado en formato numérico. El cálculo proporcional tuvo relación fuerte con el procesamiento de la superficie y en la unidad como referente presente no estándar.

En la siguiente cita el estudiante, durante el proceso de estimación de la superficie, empleó el cálculo de superficie a través de la proporción. Para ello utilizó una unidad como referente presente para obtener el resultado en formato numérico-natural:

> *Orientadora*: ¿Cuánto papel necesitarías?
> *Estudiante*: Pues yooo estoy como multiplicando, porque si la estoy partiendo en dos, sabe ¿cuántas necesito?
> *Orientadora*: ¿Cuántas necesitas?
> *Estudiante*: Necesito 10.
> *Orientadora*: ¿Por qué necesitas 10?
> *Estudiante*: (cambia de idea) ¿O necesito 20?
> *Orientadora*: ¿Por qué necesitas 20 hojas?
> *Estudiante*: Porque la partimos a la mitad. (Comunicación personal, 16 de julio de 2018)

Iterar. Durante el razonamiento basado en el modelo explicativo (RBME) se relacionó con fuerza durante el procesamiento de la longitud y la superficie. Por su número de coocurrencias tuvo relación fuerte con la unidad como referente presente no estándar. Además, se utilizó para la representación de las magnitudes. El estudiante presentó el resultado de dicha iteración en formato numérico-natural.

En algunos momentos hace referencia a las características de la representación de la unidad durante la iteración, dado que no cubre completamente la instancia de la magnitud a estimar utilizando expresiones tales como: «me queda un huequito», «me queda un espacio», «me caben tres porque si no eso queda estripado». En la siguiente cita se procesó el volumen. Para ello, la instancia de dicha magnitud fue representada a través de la longitud:

> *Orientadora*: Y luego, ¿qué más?
> *Estudiante*: De para arriba... Espere, ah no, espere... Si aquí dan tres, debo primero calcular esa parte. A ver, ¿cuántos me caben? [organiza el pimpón dentro de la caja]. (Comunicación personal, 18 de julio de 2018)

Contar. Al emplear esta acción el estudiante utiliza el conteo a saltos, dado que en algunos momentos cuenta de uno en uno, de tres en tres, de seis en seis. Dicho conteo se

relacionó con el procesamiento de la magnitud en función de la superficie. Se relacionó con poca coocurrencia con la unidad como referente presente-no estándar. El resultado del conteo fue en formato numérico-natural. En la siguiente cita se identifica el procesamiento del conteo en una situación del volumen, en la cual lo procesó en función de la superficie. El conteo lo hace a saltos de tres en tres.

> *Orientadora*: ¿Cuántos te caben acá en el piso, entonces?
> *Estudiante*: Aquí van tres, pero así no sé..., tres..., tres, seis... Espere, yo lo cojo bien... Nueve; acá van nueve [organiza el pimpón dentro de la caja].
> *Orientadora*: ¿Por qué nueve?
> *Estudiante*: Porque si aquí van tres... [señala el fondo de la caja] y lo corro un poquito antes [mueve el pimpón en el fondo de la caja], porque en esa fila caben tres; entonces tres, seis, nueve, doce... Caben doce..., acá van doce [señala el fondo de la caja]. (Comunicación personal, 2 de agosto de 2018).

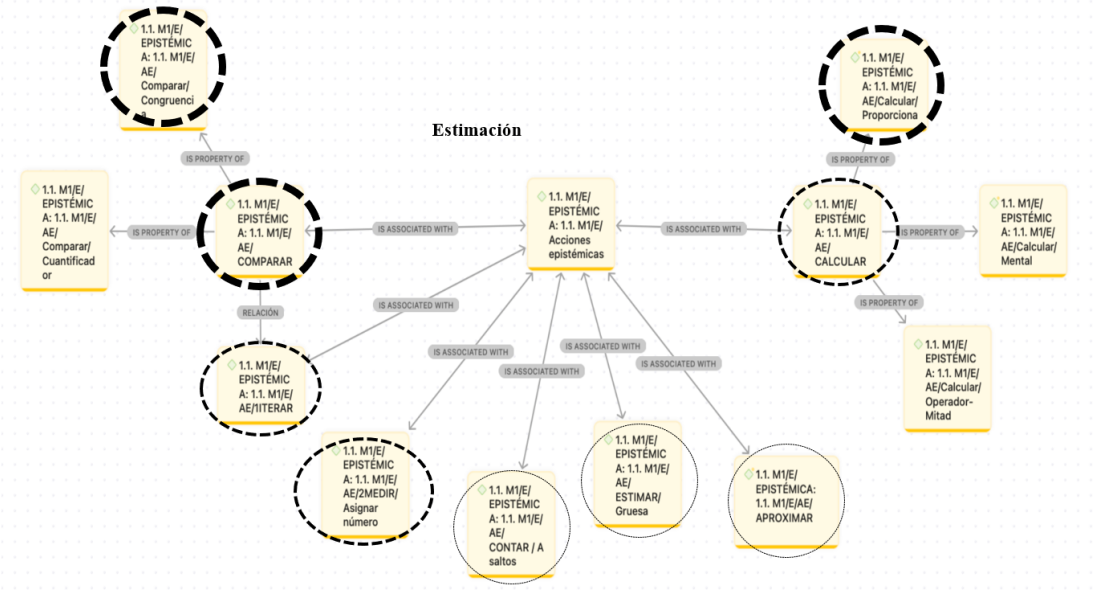
Aproximar. Es una acción epistémica con baja densidad frente a las demás acciones epistémicas caracterizadas. Se empleó en el procesamiento del resultado obtenido a través de la unidad en función del instrumento durante el tratamiento de la longitud. El resultado se representó a través formato numérico-natural. En la siguiente cita se procesa la longitud a través de la aproximación; expresa el resultado a través en formato numérico-natural: «Noo pues..., me da hasta por ahí veinte» (comunicación personal, 5 de julio de 2018).

La estimación directa. Esta acción epistémica, con baja recurrencia, el estudiante la empleó para estimar el resultado de la instancia de la longitud. No se identificó uso de un referente para la estimación. El resultado de dicha estimación lo representó en formato numérico-natural. En la cita se identifica que estimar es obtener un resultado en formato numérico-natural que sale de su mente: «Yo observo el ancho y el largo y me sale un número» (comunicación personal, 3 de julio de 2018).

La medida directa. Durante el RBME el estudiante utilizó la medida directa para representar —a través del dibujo— la cantidad de magnitud estimada por medio de las diversas acciones epistémicas. Se empleó para procesar la longitud y representar a través de propiedades geométricas. La unidad se emplea en función del instrumento. El resultado de la medida-directa se representa a través del formato numérico-natural (figura 7).

Figura 7

Red semántica sobre la caracterización de las acciones epistémicas (estimación)



Momento de medición

El estudiante empleó cinco acciones epistémicas diferentes. De las figuras 8 y 9 se infiere que empleó con mayor recurrencia la comparación y la estimación-directa. El conteo se utilizó con menor recurrencia.

Figura 8

Porcentaje de distribución de las acciones epistémicas durante el momento de medición de las entrevistas basadas en tareas

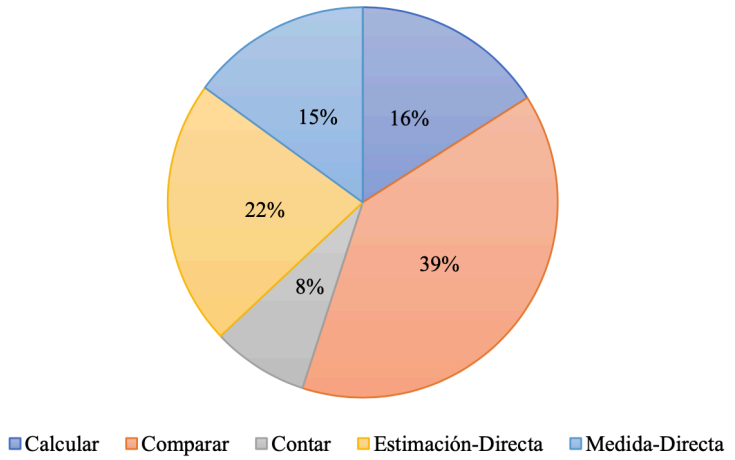
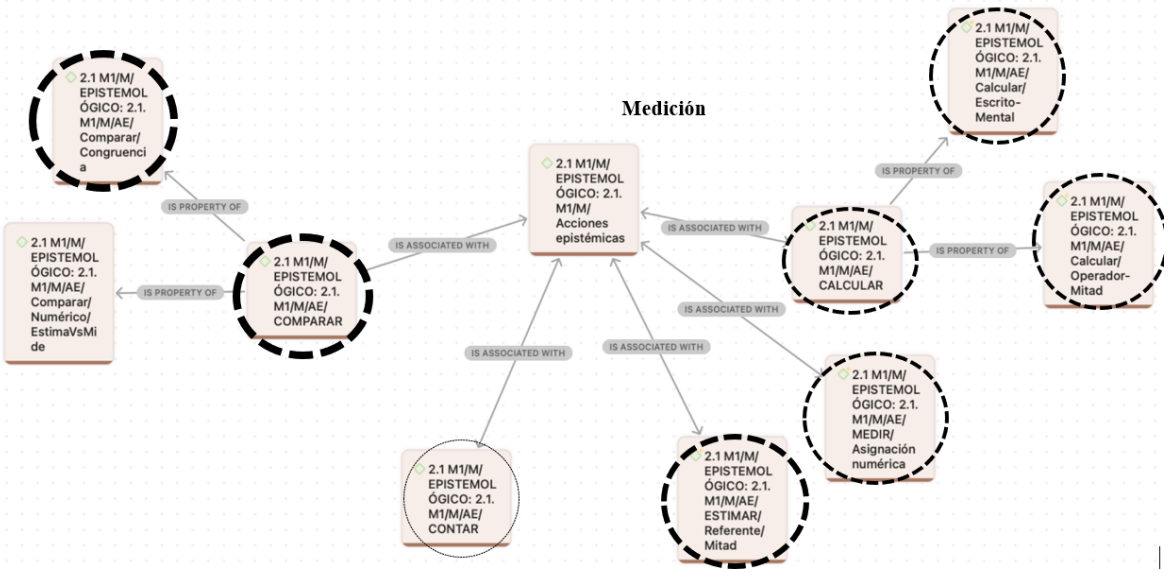


Figura 9

Red semántica sobre la caracterización de las acciones epistémicas (medición)



Comparar. El estudiante emplea la comparación en función de la congruencia y de lo numérico; la congruencia en función de las cualidades geométricas; la magnitud, en función de la unidad; y la igualdad, entre magnitud y unidad. En la siguiente cita el estudiante procesa la magnitud superficie a través de la comparación y para ello emplea los dobleces sobre la superficie hasta obtener el resultado no-numérico (cualitativo) del procesamiento.

> *Estudiante*: La trazo y acá igual [el estudiante va completando el avión de papel haciendo diferentes dobleces].
> *Orientadora*: ¿Siempre buscas es que las partes vayan quedando como iguales?
> *Estudiante*: Sí.
> *Estudiante*: Después, la doblo sí, de para atrás. Después la cojo así y la doblo; así como que hacia esta parte.
> *Estudiante*: Y por detrás, igual.
> *Estudiante*: Después, cojo esta parte… [ha completado el avión de papel]. (Comunicación personal, 16 de julio del 2018)

Estimación-directa con referente-mitad. Frente a esta acción epistémica, se la usó para el procesamiento de la superficie. Durante su empleo se utilizó un recurso geométrico (los ejes) y el resultado de dicho procesamiento se representó a través de un formato no numérico. La siguiente cita muestra el procesamiento de la superficie a través de

estimación directa con referente-mitad. Se identifica que emplea ejes para el procesamiento de este tipo de estimación.

> *Orientadora*: Entonces, ¿cómo podríamos dividirlo para que te dé seis?
> [El estudiante piensa en silencio mientras observa la hoja]
> *Estudiante*: La doblo a la mitad, ¿cierto? [empieza a doblar la hoja]
> *Orientadora*: Sí, si esa es tu estrategia, sí.
> *Estudiante*: Pues para... Es que no sé de otra manera, para que me dé seis. La que yo sabía era esa, pero ahí toca que usar toda la hoja.
> *Estudiante*: No, primero voy a pensar, calcular, un, dos, tres, cuatro [empieza a estimar las seis secciones de la hoja].
> *Estudiante*: Ehhhh, la parto aquí, aquí van dos, la parto así, van cuatro..., no... ¿Sí da? (Comunicación personal, 24 de julio de 2018)

Medida-directa. Se empleó para asignar un número a través del instrumento de medida a una instancia de la longitud. También se para dibujar la representación de la instancia de la longitud a través del instrumento. Se emplearon diversos recursos geométricos para la representación de la magnitud y el resultado se representó en un formato numérico-natural acompañado de la unidad.

Calcular. Con mayor recurrencia, el estudiante utilizó cálculos mentales para obtener el resultado de la instancia de la magnitud que fue procesada a través de la unidad como referente presente estándar (la regla). La siguiente cita ejemplifica el cálculo que propone el estudiante a partir de la medición a la instancia de la magnitud longitud. En ella se hace referencia al cálculo metal a través de la suma. Además, expresa que la suma se hace diferenciada de acuerdo con las unidades elegidas. Finalmente, representa el resultado parcial la suma a través del número natural + unidad.

> *Orientadora*: ¿Qué debes hacer con eso?
> *Estudiante*: ¿Sumar o qué?
> *Orientadora*: ¿Cómo lo podemos sumar?
> *Estudiante*: Ayyy... Sumando todos estos números ¿o qué?, ¿o no? Los metros con los metros, centímetros.
> *Orientadora*: Más seis metros.
> *Estudiante*: 10 metros... Aquí van... 16 metros. (Comunicación personal, 6 de julio de 2018)

En conclusión, se identifica que, durante el RBME, la magnitud en función de la longitud, la representación de la magnitud a través de recursos geométricos, la unidad en

función del instrumento de medida y el resultado en formato numérico natural se relacionaron con las acciones epistémicas: comparar, medir y calcular. Su relación fue fuerte. La magnitud en función de la superficie y el resultado en formato no numérico (componentes del modelo explicativo) se relacionaron con la comparación y la estimación directa. El uso de la unidad como referente presente no estándar se relacionó solamente con la comparación.

Caracterización de las estrategias empleadas durante el razonamiento basado en el modelo explicativo

Momento de estimación

En relación con las estrategias empleadas a través del RBME durante el procesamiento de las magnitudes continuas, se identificaron 32 citas.

Estrategias nivel 1. Las estrategias empleadas con mayor recurrencia fueron:

- *Compara/resultado:* cinco citas identificadas corresponden a esta estrategia. Se utiliza en función de la congruencia.
- *Calcula/resultado:* cuatro citas identificadas corresponden a esta estrategia. El cálculo fue proporcional.
- *Estimación/resultado:* tres citas identificadas corresponden a esta estrategia.

Las estrategias que presentaron mayor densidad sobre los componentes de las dimensiones del modelo mental fueron calcular/R y comparar/R. Se concluye que estas dos estrategias se emplearon para el procesamiento de la magnitud en función de la superficie, obteniéndose el resultado en formato numérico-natural en ambos casos.

Estrategias nivel 2. Las estrategias empleadas con mayor recurrencia fueron:

- *Estima/compara/R:* tres citas identificadas corresponden a esta estrategia.
- *Mide/compara/R:* seis citas identificadas corresponden a esta estrategia.

Se identifica que en la estrategia con mayor recurrencia (mide/compara/R) se empleó la comparación en función de los cuantificadores. Esta estrategia fue emplea para procesar la representación de la estimación en función de la longitud. Su relación es fuerte con la representación de la magnitud en función de los elementos geométricos. Durante su uso se empleó la unidad en función del instrumento de medida y el resultado obtenido

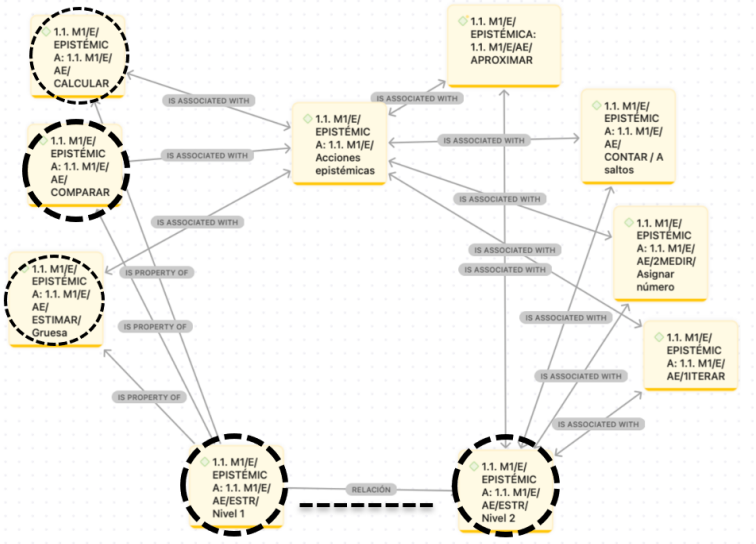
fue formato numérico-natural. Esta estrategia en algunos momentos, durante el RBME, tuvo resultados entre aproximados y precisos y, en otros momentos, poco precisos.

Las estrategias de nivel 2 al parecer fueron útiles, pero su uso era inadecuado durante el RBME. De acuerdo con los resultados, las estrategias de nivel 1 y 2 obtuvieron porcentajes de uso similares. Se infiere que las estrategias de nivel 2 parecen ser más eficientes que las estrategias de nivel 1.

En conclusión, se infiere que las estrategias de nivel 1 fueron concurrentes con las acciones epistémicas: cálculo proporcional, comparar en función de la congruencia, contar y estimar. Se identifica que la comparación se empleó en los diferentes niveles de estrategias. En los datos se identificaron cuatro tipos de estrategias correspondientes a las de nivel 1. Las estrategias basadas en el cálculo proporcional obtuvieron resultados poco precisos; igual sucedió con la estimación gruesa.

Figura 10

Red semántica sobre la caracterización de las estrategias durante el RBME (estimación)



Momento de medición

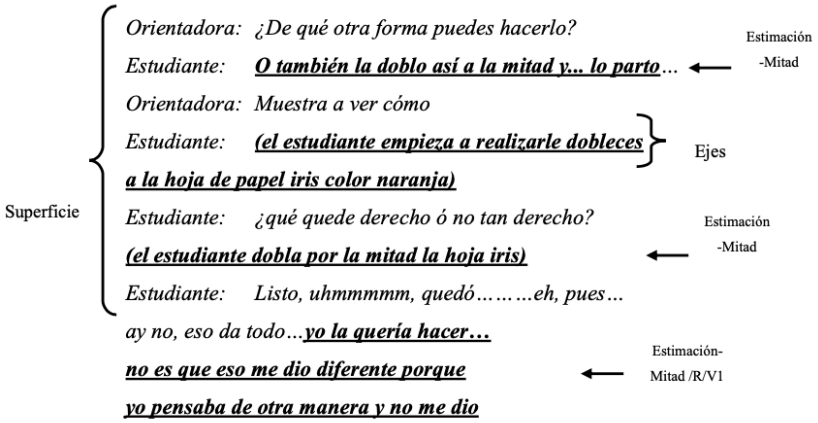
En relación con las estrategias empleadas durante la medición, se identificaron 12 citas en las de nivel 1 y 7 en las de nivel 2. Para el análisis de estas se empleó el mismo procedimiento utilizado durante la estimación.

Estrategias nivel 1. Se identificaron 12 estrategias. Las de nivel 1 empleadas con mayor frecuencia durante la medida fueron: calcula/R (3 citas), comparar/R (5 citas) y estima/R

(3 citas). Comparar/R es la estrategia de la magnitud en función de la longitud, la unidad en función del instrumento y la unidad como referente presente estándar (regla y su resultado en formato numérico-natural). Calcular/R se relacionó con fuerza con la unidad en función del instrumento. La estrategia estima-mitad/R se relacionó con el tratamiento de la superficie. La siguiente cita (figura 11) describe como, a través de la estima-mitad/R, se procesa la superficie a través de ejes. Su resultado parcial fue poco preciso.

Figura 11

Estimación basada en proporcionalidad: la mitad



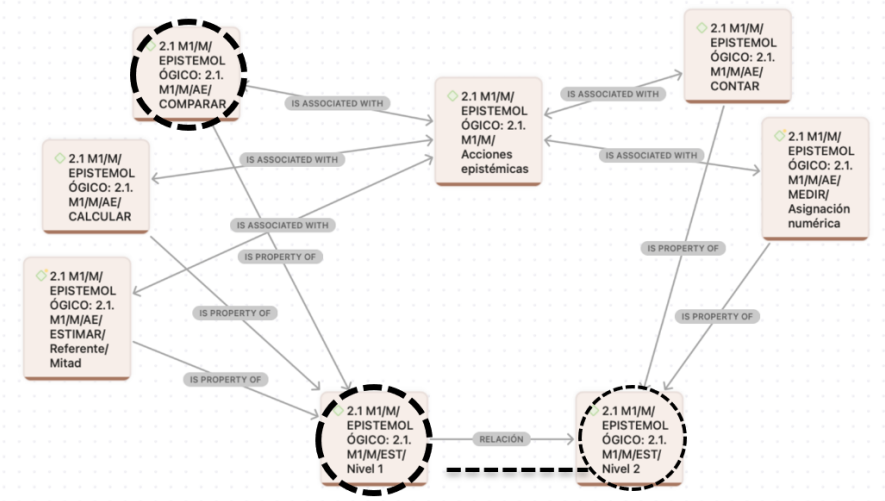
Se concluye que las valoraciones asignadas a los resultados parciales de las estrategias (ocho de las 12 citas) no dan respuesta a la medición, dado que la respuesta no es válida. En las otras cuatro su respuesta es precisa.

Estrategias nivel 2. Se identificaron siete estrategias. La que se empleó con mayor frecuencia fue estima/compara/R (4 citas). De las siete citas, en cinco de ellas se obtienen resultados parciales. En cinco citas se identifica que las estrategias funcionaron y en dos de ellas se obtiene un valor preciso. Se analizará a continuación solo la estrategia más empleada (estima/compara/R). De esta se obtienen resultados imprecisos.

Durante el uso de las estrategias de nivel 2 se procesó la superficie. El resultado de dicho procesamiento se representó a través de formato no numérico. Tanto las estrategias de nivel 1 como las de nivel 2 no fueron claras frecuentemente. En la figura 4 se identifica que hay acciones epistémicas que se usaron únicamente en las de nivel 1. Estas fueron: calcular y medir-directo. Se emplearon «estimar» y «comparar», pero con menor frecuencia en las de nivel 1 en comparación con las de nivel 2. El conteo solo se empleó en las de nivel 2.

Figura 12

Red semántica sobre la caracterización de las estrategias durante el RBME (medición)



De acuerdo con los resultados, se identifica que durante el razonamiento basado en el modelo explicativo el estudiante:

- Utiliza la comparación como acción epistémica de base.
- Utiliza con mayor recurrencia estrategias de nivel 1. Estas son poco eficientes.
- Utiliza, con mayor frecuencia, estrategias de nivel 2 durante el proceso de estimación y estrategias de nivel 1 durante la medición. El resultado de dichas estrategias tiende a ser impreciso.

Discusión

El objetivo del estudio fue caracterizar las acciones epistémicas empleadas durante el aprendizaje de las magnitudes continuas a través del RBME y analizar su relación con prácticas culturales de estimación y medición. Los hallazgos permiten afirmar que las acciones epistémicas constituyen un eje central en la construcción de significados matemáticos sobre la longitud, área y volumen; confirmando que no se limitan a operaciones aisladas, sino que funcionan como mecanismos dinámicos e interdependientes que median ente la experiencia perceptiva y la explicación matemática.

Uno de los resultados más relevantes fue la identificación de la comparación como acción epistémica recurrente, tanto en la estimación como en la medición. En este caso, la comparación actuó como un mecanismo anclaje, posibilitando la articulación ente la

representación de la magnitud y la unidad de medida empleada. Este hallazgo es consistente con los estudios de cognición numérica que reconocen la comparación como un proceso esencial para el sistema de magnitudes aproximado (Leibovich *et al.*, 2016). Además, se vincula con los reportes de Durkin *et al.* (2017) y Rittle-Johnson *et al.* (2020), quienes muestran que la comparación potencia el conocimiento conceptual y la flexibilidad procedimental, aunque requiere de un esfuerzo cognitivo considerable el cual demanda apoyo didáctico.

Así mismo, se identificó al cálculo basado en el razonamiento proporcional como otra acción epistémica desplegada por el estudiante. Estudios previos han sugerido que fracciones y proporciones no simbólicas pueden estar representadas mentalmente de manera temprana (Boyer *et al.*, 2008; Duffy *et al.*, 2005; Vallentin & Nieder, 2008); ello refuerza la hipótesis de que el procesamiento de magnitudes continuas está en la base del desarrollo del razonamiento proporcional.

Un hallazgo relevante es que las acciones epistémicas no se emplean de forma lineal, sino a través de un anidamiento dinámico durante el RBME (Dreyfus *et al.*, 2015; Hwang *et al.*, 2023). La interacción de dos o tres acciones epistémicas (por ejemplo, comparar, estimar y calcular) aportó mayor eficacia a la resolución de las tareas, evidenciando procesos cognitivos de alta complejidad. Este anidamiento refleja la complejidad del razonamiento en contextos de RBME, durante el cual los estudiantes no siguen pasos procedimentales rígidos, sino que orquestan recursos epistémicos que permiten construir, evaluar y refinar modelos explicativos. Como plantean Clement (2008a, 2008b) y Nersessian (2002), el razonamiento basado en modelos potencia ciclos de generación, evaluación y modificación de modelos, los cual se evidenció en las estrategias utilizadas por el estudiante.

Desde la perspectiva de la cognición cultural y la etnomatemática, los hallazgos subrayan que la comparación como acción epistémica no solo es un recurso cognitivo, sino también una práctica culturalmente situada. Diversos estudios han mostrado que cada cultura desarrolla sus propios sistemas de medida y formas de estimación (Bishop, 1999; Gerdes, 2013). En este estudio, el uso de unidades de referencia —tanto estándar como no estándar— evocó repertorios culturales cotidianos. Lo anterior, en sintonía con lo que señalan Fajardo-Santamaría (2022) y Goldshtein y Roscoe (2025) sobre la estrecha relación entre la alfabetización matemática, los repertorios culturales y la cognición. Así, las acciones epistémicas observadas no pueden entenderse como procesos internos, sino como manifestaciones de recursos epistémicos mediados culturalmente.

Teóricamente, este estudio aporta un marco integrador en el que la cognición epistémica, el RBME y las prácticas culturales (etnomatemáticas) se entrelazan para explicar el aprendizaje de las magnitudes continuas. Este marco permite ampliar la noción de acciones epistémicas como recursos que no solo favorecen el rendimiento académico (Hwang *et al*., 2023), sino que también actúan como puentes entre prácticas culturales y explicaciones matemáticas.

En el plano del aprendizaje de las matemáticas, los resultados sugieren la necesidad de diseñar intervenciones didácticas que promuevan explícitamente las acciones epistémicas en contextos culturales relevantes. Proponer tareas que activen procesos como la comparación, la iteración y la estimación apoyándose en referentes culturales (juegos, prácticas comunitarias, oficios locales) podría favorecer que los estudiantes transiten desde experiencias concretas hacia explicaciones más elaboradas. En este sentido, el RBME se presenta como un marco fértil para comprender cómo los estudiantes transforman la experiencia perceptiva en conocimiento matemático, lo cual tiene implicaciones directas para el diseño de actividades de estimación y medición en la escuela.

Finalmente, se reconoce como limitación el que, si bien el estudio inició con 24 estudiantes, la profundización se realizó con un solo caso, lo que restringe la posibilidad de generalización de los resultados. No obstante, esta aproximación permitió obtener una comprensión detallada del fenómeno, aportando categorías analíticas útiles para investigaciones futuras. Estas deberían considerar múltiples casos y contextos culturales que permitan examinar cómo lo estudiantes movilizan acciones epistémicas en distintos contextos (culturales y escolares), ampliando la comprensión de la relación entre cognición epistémica, prácticas culturales y aprendizaje matemático.

En conclusión, los hallazgos de este estudio muestran que las acciones epistémicas constituyen un componente clave en el aprendizaje de las magnitudes continuas cuando se analizan desde el razonamiento basado en el modelo explicativo (RBME). En particular, la acción de comparar emergió como la más recurrente y significativa, al funcionar como un recurso de anclaje que articula la magnitud con la unidad de referencia (estándar o no estándar) en los procesos de estimación y medición.

Se constató que las acciones epistémicas no operan de forma aislada, sino en un anidamiento dinámico que integra comparar, estimar, iterar, calcular y medir, generando estructuras de razonamiento más complejas. Este hallazgo refuerza la pertinencia del RBME como marco explicativo para comprender cómo los estudiantes movilizan y coordinan recursos cognitivos durante la resolución de tareas matemáticas.

La investigación también evidenció que las acciones epistémicas observadas están culturalmente mediadas. El caso analizado recurrió al cuerpo, a objetos del entorno y a prácticas cotidianas como unidades de referencia; esto confirma que el aprendizaje de las magnitudes continuas está profundamente vinculado a los repertorios culturales disponibles. Así, las acciones epistémicas se consolidan no solo como recursos cognitivos, sino como puentes entre prácticas culturales y construcción de conocimiento matemático.

En conjunto, estos resultados aportan a un marco integrador que vincula la cognición epistémica, la cognición cultural y el razonamiento basado en modelos, ofreciendo nuevas comprensiones sobre cómo se configuran las explicaciones continuas sobre las magnitudes continuas. Este estudio abre camino para investigaciones futuras que, ampliando la diversidad de contextos y estudiantes, permitan profundizar en el análisis de las acciones epistémicas en el aprendizaje matemático y en el diseño de propuestas didácticas culturalmente pertinentes.

Referencias

Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido*. Akal.

Bishop, A. (1999). *Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural*. Paidós.

Boyer, T. W., Levine, S. C., & Huttenlocher, J. (2008). Development of proportional reasoning: Where young children go wrong. *Developmental Psychology, 44*(5), 1478-1490. https://doi.org/10.1037/a0013110

Chavarría, G., & Delgado, C. (2025). Etnomatemática en la cocina: explorando el tamal de arroz en la elaboración de problemas contextualizados. *Revista Educación Matemática, 21*(73).

Clement, J. (2008a). The role of explanatory models in teaching for conceptual change. En S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 417-452). Routledge.

Clement, J. (2008b). Student/teacher co-construction of visualizable models in large group discussion. En J. Clement, & M. A. Rea-Ramírez (Eds.), *Model based learning and instruction in science* (pp. 11-22). Springer. https://doi.org/bzxcrr

D'Ambrosio, U. (2003). *Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade*. Autêntica.

Dreyfus, T., Hershkowitz, R., & Schwarz, B. (2015). The nested epistemic actions model for abstraction in context: Theory as methodological tool and methodological tool as theory. En A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to*

qualitative research in mathematics education: Examples of methodology and methods (pp. 185-217). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_8

Duffy, S., Huttenlocher, J., & Levine, S. (2005). It is all relative: How young children encode extent. *Journal of Cognition and Development, 6*(1), 51-63. https://doi.org/cqj5dx

Durkin, K., & Rittle-Johnson, B. (2012). The effectiveness of using incorrect examples to support learning about decimal magnitude. *Learning and Instruction, 22*(3), 206-214. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.11.001

Durkin, K., Star, J., & Rittle-Johnson, B. (2017). Using comparison of multiple strategies in the mathematics classroom: Lessons learned and next steps. *ZDM Mathematics Education, 49*, 585-597. https://doi.org/10.1007/s11858-017-0853-9

Elby, A., Macrander, C., & Hammer, D. (2016). Epistemic cognition in science. En J. Greene, W. Sandoval, & I. Bråten (Eds.), *Handbook of epistemic cognition* (pp. 113-127). Routledge.

Fajardo-Santamaría, J. A. (2022). La cognición 4E para el aprendizaje matemático en pospandemia: una revisión sistemática. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 20*(3), 1-32. https://doi.org/10.11600/rlcsnj.20.3.5328

Gerdes, P. (2013). *Etnomatemática: Reflexões sobre Matemática e Diversidade Cultural.* Húmus.

Goetz, J. P., & LeCompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Morata.

Goldin, G. (2000). A scientific perspective on structures, task-based interviews in mathematics education research. En A. Kelly & R. Lesh (ed.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 517-545). Routledge.

Goldshtein, M., & Roscoe, R. D. (2025). Intersections of literacy, cognition, and culture in mathematics: Themes for advancing research and instruction. *Journal of Education and Practice, 16*(1), 94–105. https://doi.org/10.7176/JEP/16-1-09

Greene, J., Azevedo, R., & Torney-Purta, J. (2008). Modeling epistemic and ontological cognition: Philosophical perspectives and methodological directions. *Educational Psychologist, 43*(3), 142-160. https://doi.org/10.1080/00461520802178458

Greene, J., Sandoval, W., & Bråten, I. (2016). *Handbook of epistemic cognition.* Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315795225

Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (2002). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Lawrence Erlbaum. https://doi.org/10.4324/9781410604316

Hwang, J., Choi, K., & Hand, B. (2023). Epistemic actions and mathematics achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education, 21*(3), 787-809. https://doi.org/10.1007/s10763-022-10278-2

Kitchener, R. F. (1983). Cognition, metacognition, and epistemic cognition: A three-level model of cognitive development. *Human Development, 26*(4), 222-232. https://doi.org/10.1159/000272885

Kuhn, D., & Weinstock, M. (2002). What is epistemological thinking and why does it matter? En B. Hofer, & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 121-144). Routledge.

Leibovich, T., Katzin, N., Harel, M., & Henik, A. (2016). From «sense of number» to «sense of magnitude»: The role of continuous magnitudes in numerical cognition. *Behavioral and Brain Sciences, 40*, e164. https://doi.org/10.1017/S0140525X16000960

Lesh, R., & Doerr, H. (Eds.). (2003a). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781410607713

Lesh, R., & Doerr, H. (2003b). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. En R. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching.* (pp. 3-34). Routledge.

Maher, C. A., & Sigley, R. (2020). Task-Based Interviews in Mathematics Education. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 821-824). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_147

Nersessian, N. J. (2002). The cognitive basis of model-based reasoning in science. En P. Carruthers, S. Stich, & M. Siegal (Eds.), *The cognitive basis of science* (pp. 133-153). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511613517.008

Orey, D., & Rosa, M. (2007). Cultural assertions and challenges towards pedagogical action of an ethnomathematics program. *For the Learning of Mathematics, 27*(1), 10-16.

Osorio-Cárdenas, A. M. (2024). *El aprendizaje de las magnitudes continuas a través del razonamiento basado en modelos: una perspectiva multidimensional del aprendizaje de las matemáticas* [Tesis doctoral no publicada]. Universidad Autónoma de Manizales.

Rittle-Johnson, B., Star, J. R., & Durkin, K. (2020). How can cognitive-science research help improve education? The case of comparing multiple strategies to improve mathematics learning and teaching. *Current Directions in Psychological Science, 29*(6), 1-8. https://doi.org/10.1177/0963721420969365

Rodríguez-Nieto, C., Morales-García, L., Muñoz-Orozco, A., & Navarro, C. (2022). Etnomatemática y medidas: un estudio con comerciantes de un mercado del suroeste mexicano. *Tecné, Episteme y Didaxis. TED,* (51), 13-36. https://doi.org/qfs4

Siegler, R. S., & Chen, Z. (2008). Differentiation and integration: Guiding principles for analyzing cognitive change. *Developmental Science, 11*(4), 433-448. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00689.x

Tamayo-Alzate, O. E. (2009). *Didáctica de las ciencias la evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Editorial Universidad de Caldas.

Tamayo-Alzate, O. E. (2025). Critical thinking and epistemic sophistication in science education. *Journal of Intelligence, 13*(8), 93-103. https://doi.org/qfs5

Teca, G., & Ferrada, C. (2025). Etnomatemática, conexiones reales en el proceso de aprendizaje: tejiendo la medida en la educación rural. *Revista Estudios de la Información, 3*(1), 20-29. https://doi.org/10.54167/rei.v3i1.1820

Vallentin, D., & Nieder, A. (2008). Behavioral and prefrontal representation of spatial proportions in the monkey. *Current Biology, 18*(18), 1420-1425. https://doi.org/cgfprc

Williams, R. F. (2006). Using cognitive ethnography to study instruction. En S. Barab, K. Hay, & D. Hickey (Eds.), *The International Conference of the Learning Sciences: Indiana University 2006. Proceedings of ICLS 2006, Volume 2* (pp. 838-844). International Society of the Learning Sciences.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications*. Sage.

Ziegler, E., & Stern, E. (2014). Delayed benefits of learning elementary algebraic transformations through contrasted comparisons. *Learning and Instruction, 33*, 131-146. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.04.006

Ziegler, E., & Stern, E. (2016). Consistent advantages of contrasted comparisons: Algebra learning under direct instruction. *Learning and Instruction, 41*, 41-51. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.09.006

Transparencia

Financiamiento

Fundación Universidad de Antioquia, n.° 2022-7267. Convocatoria Programática 2021-2022: Ciencias Sociales, Humanidades y Artes de la Universidad de Antioquia n.° 2022-53518 y Convocatoria Programática 2016.

Agradecimientos

Agradecimientos a la Secretaría de Educación de Manizales, Unidad de Calidad y a la Institución Educativa Malhabar de la ciudad de Manizales (Caldas) por el apoyo (2014-2023).

Conflictos de interés

Los investigadores no reportan ningún tipo de conflicto de interés.

Datos abiertos de la investigación

Los autores no ponen a disposición pública sus datos.

Materiales abiertos de la investigación

Los autores no ponen a disposición pública sus materiales.

Pares revisores del artículo (comité científico)

Lilia P. Aké, Universidad Autónoma de Querétaro, México.

Antonio P. Gutiérrez de Blume, Universidad de Georgia, Estados Unidos.

Revisión académica (revisión de escritorio)

Héctor Fabio Ospina, Universidad de Manizales, Cinde. Doctor en Educación de la Nova University-Cinde.

Simón Montoya-Rodas, Corporación Akará. Doctor en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud de la Universidad de Manizales y el Cinde.

Revisión editorial

David Arturo Acosta-Silva, Universidad de Manizales, Corporación Universitaria Unitec. Doctor en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud de la Universidad de Manizales y el Cinde.

Licencia

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en concordancia con los términos de la licencia Creative Commons 4.0 Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional, la cual permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) o adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material), si y solo si, se da crédito de manera adecuada, se brinda un enlace a la licencia y se indica si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante. No se permiten los usos comerciales del material. Si se remezcla, transforma o crea a partir del material, se debe distribuir la contribución bajo la misma licencia del original. Véase: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es