

# La cognición 4E para el aprendizaje matemático en pospandemia: una revisión sistemática

Jesús Armando Fajardo-Santamaría, Ph. D.<sup>a</sup>

Fundación Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano (Cinde), Colombia.

 thalmut.phd@gmail.com

## Resumen (analítico)

Este estudio tiene como objetivo describir la adaptación de las ideas de la cognición 4E en el estudio del aprendizaje de las matemáticas en la investigación contemporánea, de manera que pueda proporcionar estrategias para cualificar los procesos pedagógicos y didácticos en las aulas en tiempos de pospandemia. Se realizó la búsqueda de artículos a texto completo en las bases de datos Science Direct y Ebsco Academic Search Ultimate, de los últimos cuatro años. Se seleccionaron 56 artículos, que se analizaron mediante análisis de conglomerados, nubes de palabras y mapas jerárquicos en Nvivo 11. Se obtuvieron cuatro núcleos temáticos (andamiaje, trayectoria socio-cultural, numerosidad y adquisición de conceptos básicos en matemáticas y exploración de nichos matemáticos) que permiten avanzar en la implementación de mejoras en la enseñanza y el aprendizaje en pospandemia.

## Palabras clave

Matemáticas; pandemia; cognición 4E; aprendizaje; revisión sistemática.

## Tesaurus

Tesaurus de Ciencias Sociales de la Unesco.

## Para citar este artículo

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://dx.doi.org/10.11600/rllcsnj.20.3.5328>

## Historial

**Recibido:** 13.01.2022

**Aceptado:** 04.04.2022

**Publicado:** 29.07.2022

## Información artículo

Esta revisión teórica hace parte de la investigación «Las emociones epistémicas en el aprendizaje de la adición y la sustracción», que se desarrolló desde marzo de 2021 y finalizó en mayo de 2022. El proyecto contó con aprobación y financiación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, Convocatoria 891 de 2020 de estancias posdoctorales, mediante contrato CTO 80740-094-2021. **Área:** psicología. **Subárea:** psicología.

## 4E cognition for post-pandemic math learning: A systematic review

### Abstract (analytical)

This study aims to describe the adaptation of the ideas of 4E cognition in research on Mathematics learning in contemporary research. These ideas can provide strategies to improve pedagogical and didactic processes in classrooms during the post-pandemic period. Full-text articles published in the last 4 years were searched for in the Science Direct and Ebsco Academic Search Ultimate databases. A total of 56 articles were selected and were analyzed through the generation of cluster analysis, word clouds and hierarchical maps in the NVivo 11 software. Four thematic cores were identified (scaffolding; sociocultural trajectory; numeracy and acquisition of basic concepts in mathematics; and exploration of mathematical niches) that contribute to improvements in teaching and learning in the post-pandemic period.

### Keywords

Mathematics; pandemic; 4E cognition; learning; systematic review.

## 4E cognição para aprendizagem de matemática pós-pandemia: uma revisão sistemática

### Resumo (analítico)

Este estudo tem como objetivo descrever a adaptação das ideias da cognição 4E no estudo da aprendizagem da Matemática na pesquisa contemporânea, de modo que possa fornecer estratégias para qualificar processos pedagógicos e didáticos em sala de aula em tempos pós-pandêmicos. Artigos de texto completo foram pesquisados nas bases de dados Science Direct e Ebsco Academic Search Ultimate nos últimos 4 anos. Foram selecionados 56 artigos, os quais foram analisados por meio de análise de cluster, nuvem de palavras e mapas hierárquicos no Nvivo 11. Foram obtidos quatro núcleos temáticos (andaimes, trajetória sociocultural, multiplicidade e aquisição de conceitos básicos em matemática e exploração de nichos matemáticos) que permitem avançar na implementação de melhorias no ensino e aprendizagem no pós-pandemia.

### Palavras-chave

Matemática; pandemia; cognição 4E; aprendizagem; revisão sistemática.

### Información autor

[a] Licenciado en Ciencias Sociales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Psicólogo, Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Filosofía, Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Filosofía Universidad Nacional de Colombia. Participante del Programa de Investigación Posdoctoral en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud Cinde Manizales, Colombia.  0000-0002-3386-9250. H5: 2. Correo electrónico: [thalmut.phd@gmail.com](mailto:thalmut.phd@gmail.com)

## Introducción

La cognición de las 4E es una tendencia teórica reciente que trata de explicar los fenómenos psicológicos enfocándose en su naturaleza situada. La idea es que la mente humana se constituye en la interacción con otras personas y con el mundo, esto es, en situaciones sociales (Newen *et al.*, 2018). Los términos de las 4E (*extended, enactive, embedded, embodied*) describen diversos aspectos que los investigadores han ido reconociendo en la vida mental cotidiana.

De una manera más precisa, se dice que la mente humana está extendida (*extended*) porque nuestra especie deposita información en artefactos culturales que así se convierten en *herramientas mentales* que usamos para cargar y descargar parte del trabajo cognitivo en configuraciones (*affordances*)<sup>1</sup> del entorno (Smart, 2018). Del mismo modo, apuntar al carácter enactivo (*enactive*) de la cognición implica atender al hecho de que la mente implica fenómenos estrechamente conectados con la actividad en tiempo real, con lo que sucede *aquí y ahora*, de manera que las condiciones específicas de tiempo y espacio son relevantes para entender la naturaleza de dichos fenómenos (van Dijk & Myin, 2019). Adicionalmente, es necesario reconocer la relación intrínseca entre la actividad compartida y la creación de ámbitos de racionalidad o actividad dentro de los cuales los fenómenos mentales de las personas se articulan con prácticas, saberes y costumbres sostenidos de manera conjunta por quienes pertenecen a una tradición cultural; es por ello que es importante notar que cada fenómeno mental se halla incorporado (*embedded*) a dicha estructura interactiva que trasciende la subjetividad individual (Chavarria & Orozco, 2006). Asimismo, es importante notar que en todo caso se trata de fenómenos que se actualizan en la práctica, por lo cual suponen toda una serie de despliegues corporales, en los que la estructura y calidad del movimiento, el gesto y, en general, las manifestaciones

---

<sup>1</sup> Una noción muy en boga en las teorías 4E que se deriva de la psicología ecológica y que fue originalmente acuñada por Gibson. Se entiende como una posibilidad de acción provista por el entorno a alguna forma de vida (Rietveld & Kiverstein, 2014).

del cuerpo (*embodied*) son relevantes para entender la subjetividad de los agentes involucrados (Gallagher, 2017).

Existe una gama amplia de preguntas significativas en psicología que se pueden formular sobre la base de las ideas de la cognición de las 4E. En los últimos años los investigadores del ámbito de la psicología educativa han hallado conexiones muy fructíferas entre las ideas de las 4E y los conceptos que explican el aprendizaje y el desarrollo cognitivo; especialmente, cuando los interrogantes decisivos se enfocan en un ambiente de aprendizaje (el aula) dentro del cual se lleva a cabo la actividad sociocultural de enseñanza-aprendizaje. Así pues, en concordancia con todo lo anterior, vale la pena describir cómo la investigación reciente ha incorporado las ideas de la cognición de las 4E en la indagación sobre el aprendizaje matemático.

Este objetivo resulta mucho más acuciante dadas las circunstancias de la pandemia de covid-19 a nivel mundial, las cuales supusieron una ruptura en las formas de socialización habituales de la escuela (Cardini *et al.*, 2020). Si se analizan las consecuencias de la pandemia en la socialización desde el enfoque 4E, puede notarse que el aislamiento no afectó solamente la comunicación fluida entre maestro y estudiante, lo cual puede estar estrechamente relacionado con la dinámica enactiva en tiempo real del aprendizaje, sino que, además, implicó una reorganización profunda de toda la actividad educativa en las otras facetas mencionadas. Así, por ejemplo, en la faceta extendida, los arreglos didácticos tradicionales del aula (lápices, cuadernos, libros, diagramas, etc.) fueron relegados a un segundo plano para privilegiar el uso de objetos interactivos de aprendizaje; ello instó a los maestros a reconfigurar sus estrategias pedagógicas dentro de ambientes virtuales (Hu *et al.*, 2021; Sullivan *et al.*, 2020). El marco sociocultural mismo del aprendizaje (*embedded*) se reestructuró de manera tal que buena parte del contexto de las situaciones de aprendizaje requiere ahora la interacción con plataformas e interfaces virtualmente soportadas (Ruiz-Palmero *et al.*, 2016). Evidentemente, todo esto implicó una transformación de la actividad corporal (*embodied*) de los aprendices, quienes, repentinamente y por razones originadas en el contagio, empezaron a pasar más tiempo frente sus ordenadores, con consecuencias desconocidas para su salud física y mental (Spiteri, 2021).

De manera particular, en el contexto de la educación matemática, el impacto de la pandemia en las prácticas de enseñanza-aprendizaje tuvo repercusiones valoradas de manera tanto negativa como positiva. En el primer caso, los docentes reportaron dificultades en la atención de los estudiantes a los contenidos matemáticos en modalidad virtual, inasistencia o fallos en la conectividad, que generan una disminución en el rendi-

miento académico en matemáticas, lo que se conoce como *Covid Slide* (caída de covid) (Scott, 2021). Para ilustrar este fenómeno, Kuhfeld *et al.* (2020) calcularon que en otoño de 2020 los estudiantes que no recibieron instrucción remota durante primavera ingresarían con solo el 37 % a 50 % de los logros de aprendizaje en matemáticas. Asimismo, las interacciones docente alumno estuvieron comprometidas tanto en términos de poca programación de espacios de tutoría o apoyo académico como en la expresión de una faceta afectiva negativa caracterizada por estrés académico e incremento de ansiedad o fobia a las matemáticas por parte de estudiantes y padres de familia (Scott, 2021). En el segundo caso, la pandemia permitió a los docentes de matemáticas de básica primaria y secundaria visibilizar «nuevas formas de enseñar y aprender, como la televisión (TV) y las aplicaciones educativas que ganaron el espacio en la nueva configuración social, donde maestros, profesores, familiares y estudiantes pasaron a vivir nuevos contextos de hacer escuela» (de Souza, 2021, p. 149).

Teniendo en cuenta este panorama, las teorías de la cognición 4E pueden brindar un marco amplio para entender la transición que conduce de un modelo de educación predominantemente presencial a otros que seguramente se instaurarán en la pospandemia, en los que predominará algún grado de virtualización de la actividad conjunta. La transformación que está en juego implica repensar cómo es que la educación conduce a cambios físicos y psicológicos en los niños; así, por ejemplo, para el caso de la percepción:

En general, se considera que la educación cambia el conocimiento y la comprensión de un niño. Lo que puede resultar menos obvio es que la educación transforma la percepción del niño. Vygotsky teorizó el desarrollo de la percepción como una transformación de formas reales (o ingenuas) a ideales (o culturales) (...). La transformación ontogenética de la percepción a partir de su forma ingenua ha adquirido diversos nombres en la literatura de investigación educativa: visión profesional (Goodwin, 1994) apunta al contexto de *un dominio de escrutinio* así como la práctica discursiva en la que emerge la percepción; la *percepción disciplinada* (Stevens & Hall, 1988) agrega la cualidad moral de ser formado por otros; la *percepción educada* (Goldstone *et al.*, 2010) se refiere a la transformación de la percepción de arriba hacia abajo cuando aprendemos a percibir algo de acuerdo con las necesidades cognitivas de nivel superior; y la *percepción teórica* (Radford, 2010) se refiere a la idea marxista de la práctica social que transforma los sentidos humanos. (Shvarts & Abrahamson, 2019, p. 3)

Como puede verse en la cita anterior, la educación introduce cambios profundos, aún si examinamos solamente una de las facultades psicológicas de los seres humanos.

Las aristas desde las cuales se pueden examinar esas metamorfosis son muy diversas (Pérez-Jiménez, 2016). El enfoque de la cognición 4E tiene el potencial para suministrar una red de conceptos interrelacionados que configuren un marco con el cual estudiar esas transformaciones psíquicas producto del aprendizaje; ello sin aislar cada fenómeno, faceta, suceso o interacción relevante de otros con los cuales está intrínsecamente relacionado.

Así pues, en este caso, vale la pena conocer cómo se ha venido indagando el desarrollo de habilidades y conceptos en el aprendizaje de la matemática inicial desde puntos de vista inspirados en las teorías 4E. La consigna principal de los investigadores parece ser que «los conceptos matemáticos abstractos se forman y se comprenden haciendo inferencias a través de la comprensión estructural durante las acciones y experiencias físicas del niño» (Moyer-Packenham *et al.*, 2019, p. 330). En suma, la pregunta central que orienta este estudio apunta a establecer cómo se han adaptado las ideas de la cognición situada 4E para el estudio del aprendizaje de las matemáticas en la investigación contemporánea, de manera que pueda proporcionar estrategias para la cualificación de los procesos pedagógicos y didácticos en las aulas en tiempos de pospandemia.

## Método

### Estrategia metodológica

Se realizó una indagación documental que atiende a la investigación reciente en el área; para ello se implementó una estrategia de revisión sistemática con síntesis cualitativa, siguiendo las fases de: a) identificación de los recursos disponibles; b) tamizaje de los documentos encontrados según criterios; c) selección de los recursos a incluir de acuerdo con el contenido; y d) elaboración de una síntesis comprensiva de las investigaciones recientes sobre el tema (Snyder, 2019).

### Procedimiento

La revisión se realizó cubriendo el rango de los últimos cuatro años. La indagación en bases de datos se llevó a cabo en dos momentos (14 de septiembre de 2020 y 28 de octubre de 2021), lo cual permitió seleccionar de una manera más fiable los documentos por la comparación de registros. La búsqueda se realizó en las bases de datos Science Direct y Ebsco Academic Search Ultimate; se mantuvo abierta la posibilidad de agregar recursos encontrados en otras fuentes.

Para la búsqueda se introdujo el *script Mathematics AND Situated AND Cognition AND Learning AND (Extended, Enactive, Embodied, Embedded)*. Es decir, se mantuvieron los términos básicos de la búsqueda sobre ideas de cognición situada en el aprendizaje de la matemática, alternándolos con los términos de las 4E. La idea era distribuir de manera anticipada los recursos encontrados en las cuatro categorías correspondientes a cada una de las facetas conceptuales de la cognición de las 4E.

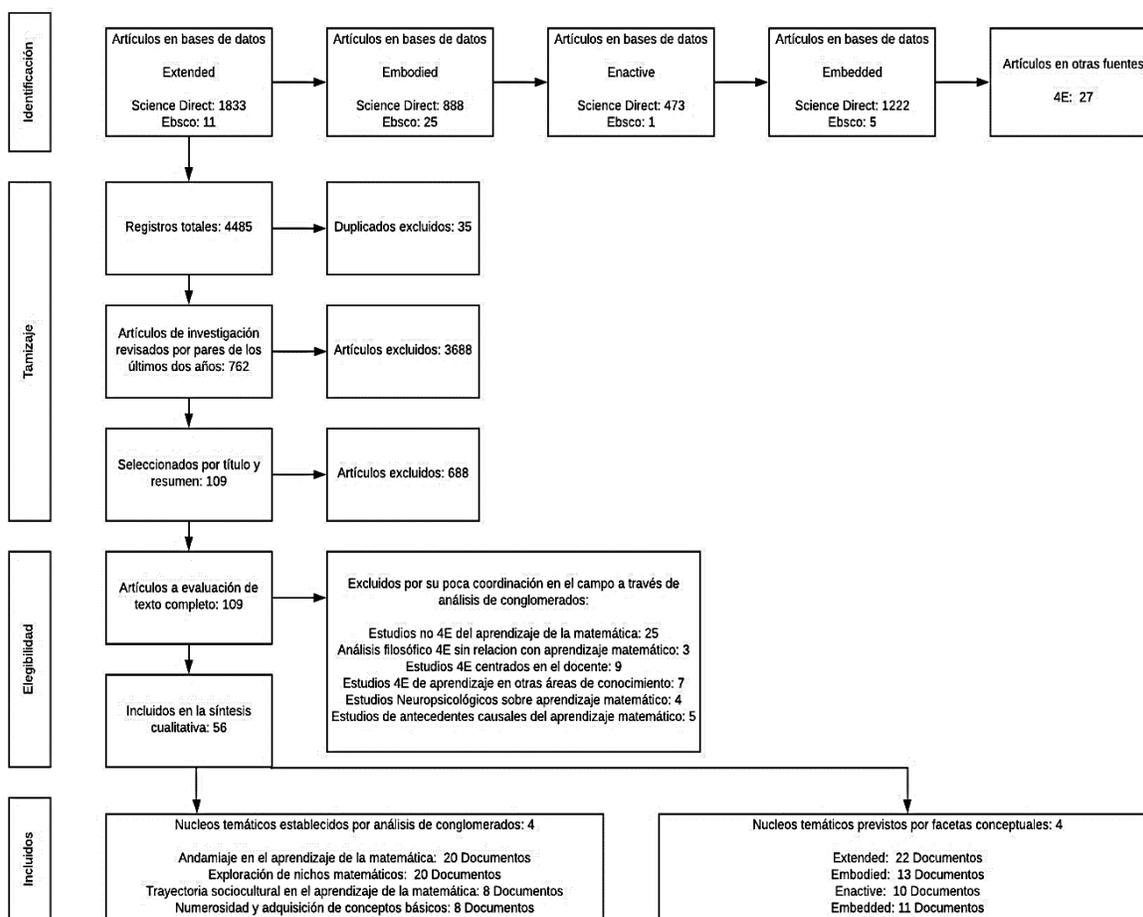
Para el tamizaje se aceptaron los documentos que presentaran investigaciones en psicología y educación o artículos conceptuales relacionados con la temática de interés. Se excluyeron: a) otras revisiones documentales; b) capítulos de libro; y c) notas editoriales y textos que no son resultado de investigación. Durante la selección se aplicaron otros criterios de exclusión, dirigidos a garantizar al máximo que los documentos seleccionados trataran sobre investigación del aprendizaje de la matemática en cognición 4E centrados en el aprendiz (figura 1). Para ello se aplicó el procedimiento de análisis de conglomerados bajo el criterio de palabra repetida, extrayendo las 20 palabras más frecuentes con una longitud mínima de cuatro caracteres y se examinó el contenido de los conjuntos hallados, de modo que se dejaron por fuera aquellos grupos de documentos que atendían solo colateralmente al tema en cuestión.

## Plan de análisis

Se aplicó análisis de conglomerados para encontrar una configuración final que permitiera hallar núcleos temáticos en torno a los que se articula la discusión entre los investigadores del área. Para la síntesis cualitativa se examinaron de manera detallada 56 artículos (54 en idioma inglés y 2 en español) que cumplieron los criterios mencionados, atendiendo a su coordinación en esos núcleos temáticos y en las facetas de las 4E. Se obtuvieron nubes de palabras con los artículos en inglés para cada componente de las 4E, a fin de caracterizar los términos más frecuentes, así como mapas jerárquicos para establecer relaciones entre nodos (términos clave) y facetas de las 4E. Todos los análisis se realizaron en Nvivo 11.

**Figura 1**

*Fases de la revisión sistemática de las ideas de la cognición 4E sobre el aprendizaje de la matemática*



## Resultados

En cuanto a características de identificación de los 56 artículos obtenidos, 43 de ellos (76.78 %) se sitúan entre 2018 y 2021. Los 13 restantes se ubican entre los años 2005, 2010, 2012-2017 y 2022, esto teniendo en cuenta que los artículos conceptuales y empíricos de estas fechas presentan acercamientos iniciales al estudio de las 4E; de ahí la importancia de caracterizar el fenómeno desde sus comienzos.

Con relación al país de procedencia de los autores, 31 artículos provienen de Estados Unidos, seis del Reino Unido, cuatro de Australia, tres de Alemania, Israel y Canadá,

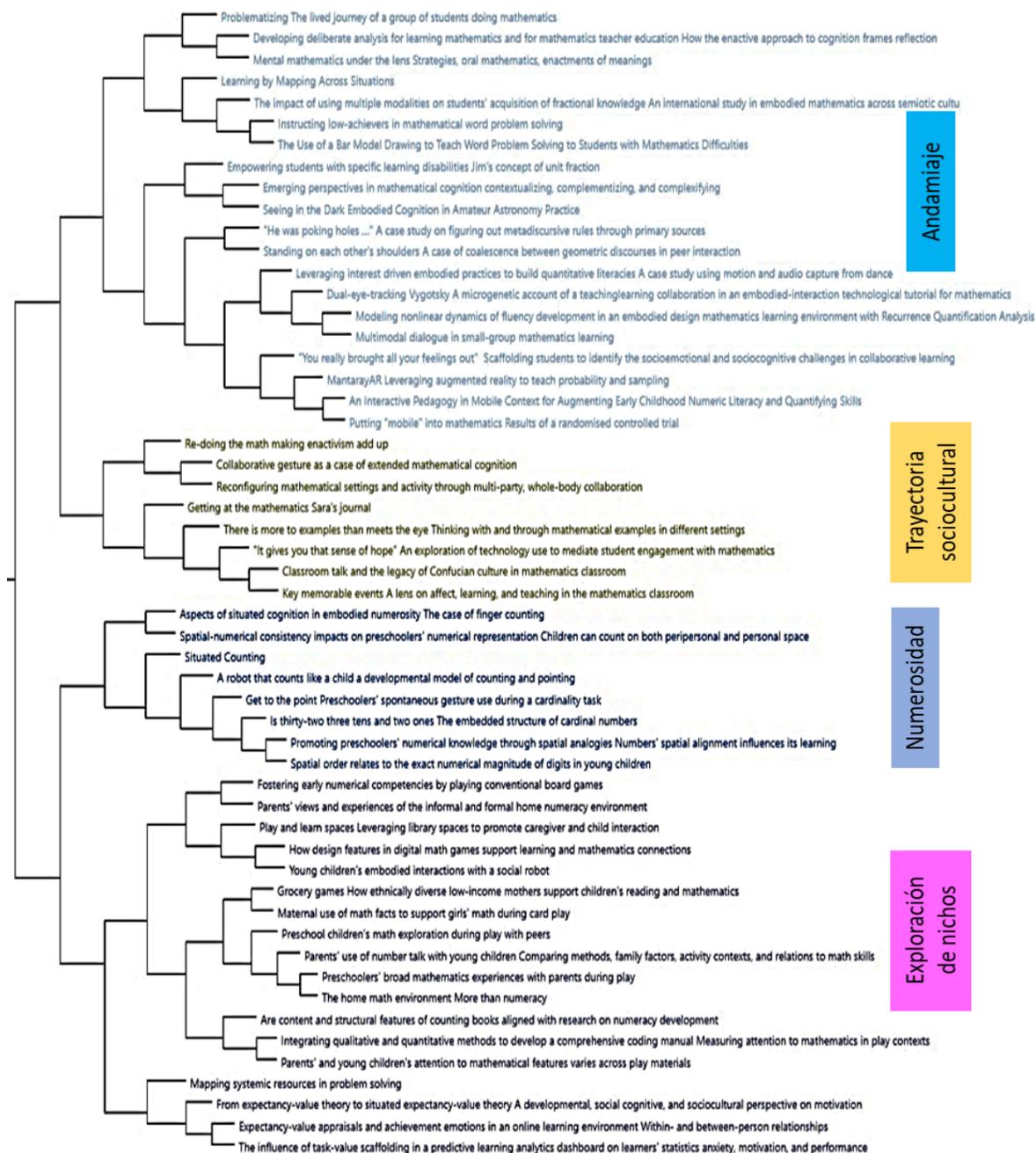
dos de Finlandia e Italia y con un artículo aparecen los siguientes países: Brasil, Chile, Colombia, Corea del Sur, Suecia, Polonia, España, Países Bajos y Rusia.

A nivel metodológico, 19 de los 56 artículos corresponden a estudios experimentales, nueve a estudios observacionales, ocho son de estudios de caso, siete artículos son conceptuales y seis aluden a intervenciones educativas. También se obtuvieron estudios de corte predictivo, longitudinal, análisis de contenido y de discurso, con dos artículos cada uno, así como un artículo de análisis temático. Hay que apuntar que 41 de las investigaciones incluidas son estudios acerca del aprendizaje infantil. Entre los participantes de las investigaciones están estudiantes de preescolar, básica primaria, de díadas infantes-padres, docentes en servicio y practicantes de carreras de matemáticas o afines que están en proceso de formación para la posterior a enseñanza a infantes y jóvenes (anexo 1).

El análisis de conglomerados arrojó cuatro núcleos temáticos que agrupan los 56 documentos seleccionados para la síntesis final (figura 2). Se trata de temas que son transversales dentro del campo de estudio de la educación matemática y que se revelan como tendencias interesantes de estudio en conexión con las ideas de la cognición situada.

Figura 2

Recursos conglomerados por similitud de palabra, configuración final de 4 núcleos temáticos



Los núcleos temáticos son:

## Andamiaje

El uso de tecnologías y objetos culturalmente dispuestos para el aprendizaje orienta el primero de los núcleos temáticos hallados. El andamiaje es un proceso psicosocial en el que otros individuos y el entorno compartido brindan soporte al aprendiz de una manera que propulsa decisivamente su desarrollo intelectual, afectivo e incluso físico (Krueger, 2011). En el caso del aprendizaje infantil de la matemática, es un hecho que la cognición del niño se nutre de sus experiencias con objetos culturalmente diseñados para facilitar su acceso a conceptos (ábacos, reglas, libros, dispositivos electrónicos, etc.). Del mismo modo, hay unas personas (maestros, padres, etc.) que se esfuerzan activamente en crear oportunidades de aprendizaje y generar situaciones (tareas) que, desde su punto de vista, conducen al desarrollo de conceptos matemáticos.

Una de las indagaciones más interesantes emprendida por los estudios 4E actuales, y definitivamente crucial dadas las condiciones que derivaron de la emergencia sanitaria, consiste en establecer el modo en el que las tecnologías de la información y la comunicación pueden fomentar el aprendizaje; verbigracia, establecer en qué medida artefactos como los teléfonos celulares pueden servir de andamiaje para el aprendizaje. La idea es promover una integración digital en la que el niño aprende a ser un usuario activo en plataformas interactivas: «Las técnicas de aprendizaje móvil han aportado el potencial de *estructurar (scaffolding)* la información en un contexto del mundo real que permite a los alumnos interactuar más activamente con su contenido de aprendizaje» [énfasis añadido] (Mowafi & Abumuhfouz, 2021, p. 1541).

En esa misma vía, el potencial educativo del andamiaje tecnológico está generando una transformación que insta a los maestros a cambiar los modelos pedagógicos centrados en la transmisión de conocimiento por otros en los que el eje principal es la participación en *actividades interactivas conjuntas* dentro de ambientes de realidad aumentada. Los estudios muestran que el *diseño* de ambientes de aprendizaje que incluyan objetos interactivos en entornos de realidad aumentada puede mediar efectivamente el aprendizaje:

La participación activa en la actividad de aprendizaje facilitó la inclusión de los conocimientos, actitudes, hábitos e intereses previos que los estudiantes aportaron a la experiencia. Los estudiantes que participan en experiencias de aprendizaje aumentado pueden aprovechar el marco de la actividad y su propio conocimiento e imaginación a medida que la experimentan. Ellos tienen la capacidad para actuar y responder como si la activi-

dad de aprendizaje fuera real, incluso si hay muy poco apoyo visual explícito para soportar la metáfora de esa actividad. (Conley *et al.*, 2020, p. 19)

En concordancia, y en relación con las condiciones exigidas por el marco de interacción virtualizada, parece necesario transformar la mediación pedagógica trayendo al centro de la reflexión del docente tanto una evaluación del potencial comunicativo de las estrategias de enseñanza junto como la estructuración de los objetos incluidos durante las actividades de aprendizaje. Así pues, para la preparación de la clase del docente contemporáneo resulta tan importante atender a la estructura de los argumentos y contenidos a desarrollar como a la infraestructura de plataformas, objetos virtuales, recursos y apoyos didácticos que se van introducir dentro de la sesión de aprendizaje. En palabras de los investigadores hay que atender al acto pedagógico como una *actividad multimodal*:

Proponemos una lente analítica que combina el aprendizaje dialógico y el diseño corporeizado. Esta lente analítica expande la noción de diálogo como una actividad multimodal. En consecuencia, nos parece imperativo explorar cómo un diálogo multimodal se manifiesta en el aprendizaje en otros contextos dentro y fuera de la Educación Matemática. El uso de estas dos teorías en conjunto también puede ilustrar el aprendizaje corporeizado de grupos pequeños dentro de un contexto social realista como sucede en el caso del aula. (Abdu *et al.*, 2021, p. 10)

Es claro que enfatizar la importancia de la mediación durante el aprendizaje es un asunto ya ampliamente reconocido antes de las teorías 4E; lo que resulta novedoso es atender al potencial educativo del diseño de objetos (*extended*), el marco social y tecnológico (*embedded*), las dinámicas en tiempo real (*enactive*) y el ajuste de la actividad al movimiento/cuerpo del aprendiz (*embodied*).

## Trayectoria sociocultural

Tiene que ver con que los aprendices atraviesan un proceso de *enculturación* (Heft, 2013), el cual les permite introducirse de manera progresiva como participantes de las prácticas socioculturales que se desarrollan dentro de la escuela o de la comunidad respecto de la matemática. De acuerdo con Barnett *et al.* (2021), se trata de una adquisición en la que el individuo se ajusta progresivamente desarrollando una sensibilidad que le permite reconocer patrones propios de las actividades en las que participa:

A medida que los novatos se involucran en actividades que les otorgan acceso a las prácticas de los veteranos, «van formando gradualmente una idea general de lo que constituye la práctica de la comunidad» (p. 95). Es a través de tales acciones participativas que los estudiantes son enculturados en una comunidad de práctica (Brown *et al.*, 1989), donde esta enculturación «incluye una comprensión cada vez mayor de cómo, cuándo y sobre qué colaborar con los veteranos en qué se confabulan o chocan, y lo que se disfruta, no les gusta, respetan o admiran» (Barnett *et al.*, 2021, p. 3).

Un aspecto importante de ese proceso es que implica una dinámica de mutuas transformaciones en las que son modificados tanto el aprendiz, como los expertos y, de manera simultánea, los objetos y ambientes de aprendizaje. Esa dinámica compleja crea patrones estables de actividad que se pueden caracterizar mejor atendiendo a las trayectorias individuales y compartidas de los participantes:

Conceptualizamos la relación dialéctica entre la actividad y el espacio producido socialmente como necesariamente infundida con acción, interacción, práctica y experiencia corporales. La multiplicidad del espacio, de trayectorias e historias coexistentes en curso (Massey, 2005) es una multiplicidad de seres encarnados que se mueven juntos en actividad. (Kelton & Ma, 2018, p. 182)

Atendiendo a esta idea, el aprendizaje de la matemática inicial ocurre gracias a la integración del individuo en esta dinámica intersubjetiva y con el entorno. Se trata de una forma de coordinación en la que se intercambian ideas en un espacio intersubjetivo *re-creado* continuamente. El ambiente de aprendizaje está imbuido con posturas, sensibilidades y criterios que los participantes traen, además de configuraciones preexistentes propias de su nicho cultural a las cuales pueden atender cuando perciben directamente los objetos de aprendizaje. Así, por ejemplo, el estilo del docente genera formas específicas de acercamiento propias de cada tradición social:

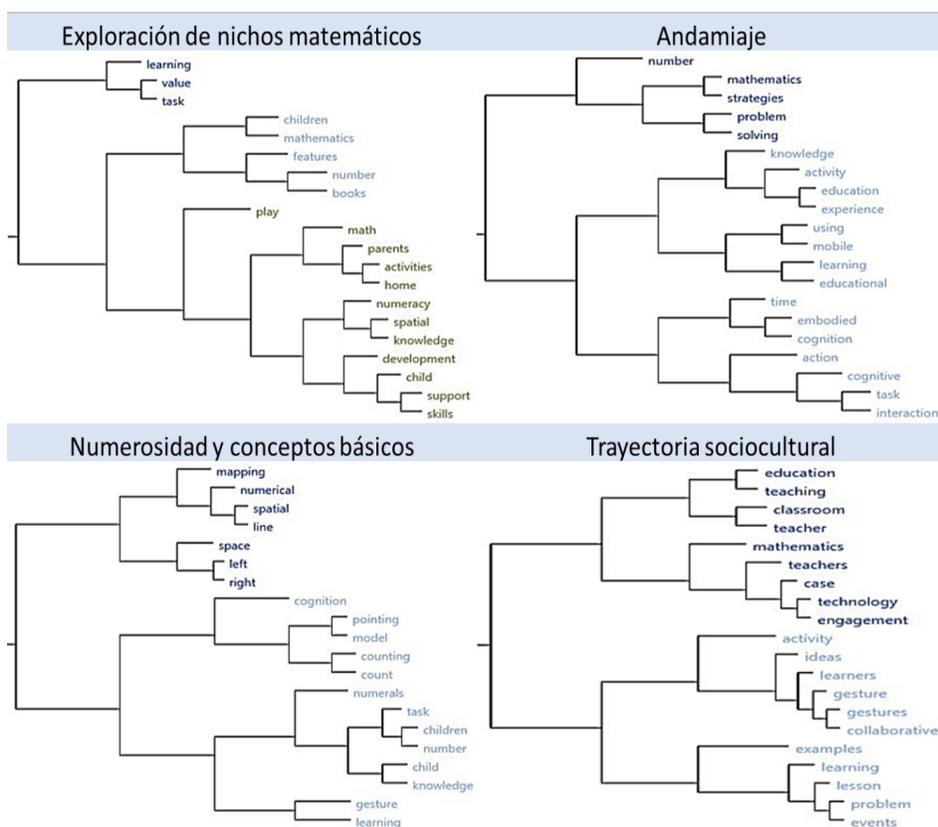
La re-expresión crea una atmósfera en la que los estudiantes se sienten cómodos para presentar y comunicar sus propias ideas matemáticas de una manera lógica/razonable y, por lo tanto, para sacar conclusiones. Los estudiantes co-construyen el conocimiento matemático de una manera armonizada y respetuosa basada en la filosofía del neoconfucianismo coreano. (Sum & Kwon, 2020, p. 9)

En esa medida la unidad de análisis del aprendizaje propuesta por los estudios de cognición 4E deja de ser el individuo aislado que adquiere conocimiento. Incluso la mera

interacción entre individuos abstraída del entorno (por ejemplo, el intercambio de mensajes sin atender al contexto) resulta ser demasiado precaria para la complejidad estudiada; la unidad de análisis propicia es más bien el aula entendida como un *nicho enriquecido de affordances* en el que interactúan estudiantes y maestros. La figura 3 nos muestra la importancia del aula (*classroom*) y la preponderancia de la actividad en el análisis de la trayectoria sociocultural. Esta figura permite visualizar también las relaciones de este núcleo temático con los otros tres hallados mostrando las palabras más recurrentes en cada núcleo.

**Figura 3**

*Palabras clave más recurrentes en los núcleos temáticos obtenidos de acuerdo con el análisis de conglomerados*



## Numerosidad y adquisición de conceptos básicos en matemáticas

Dado que una amplia mayoría de las investigaciones seleccionadas se centran en el aprendizaje *infantil* de las matemáticas, resulta obvio que uno de los núcleos temáticos en el área sea precisamente establecer cómo es que los niños adquieren conceptos básicos

del área. El advenimiento de las habilidades y conceptos para trabajar con números (numerosidad) se halla entre esos asuntos centrales de la investigación reciente. Desde hace unas décadas, la explicación dominante acerca de cómo es que los niños aprenden los números asume que se trata de un aprendizaje que sucede en virtud del desarrollo de procesos representacionales abstractos (función de sucesión, principio de cardinalidad, etc.) en la mente del infante. La investigación en cognición 4E ha revolucionado el área mostrando que la capacidad para tratar con entidades matemáticas abstractas (números, líneas, puntos, etc.) puede estar más bien relacionada con el desarrollo de la habilidad para mapear objetos de la práctica de aprendizaje (*mapping*). En palabras de los investigadores: «Por tanto, cuando se trata de la adquisición de conceptos numéricos, es razonable suponer que la adquisición se basa directamente en la estructura de las representaciones externas de los números» (Guerrero *et al.*, 2020, p. 12).

Es importante notar que la *descarga representacional* es una diferencia crucial entre los dos tipos de explicaciones. Los estudios anteriores suponían el desarrollo de una serie de funciones o procesos cognitivos altamente especializados para las tareas matemáticas más sencillas (contar, sumar, restar, etc.), lo cual implicaría que para la resolución de tareas simples la memoria de trabajo del individuo debería tener el poder de *cargar* toda la información relevante. En los estudios adeptos a la cognición situada se asume que una parte importante del trabajo cognitivo es directamente perceptual; es decir, el niño aprende a tratar con configuraciones y disposiciones de objetos *culturalmente dispuestos*, lo cual disminuye los requerimientos postulados sobre la memoria de trabajo del infante:

Sugerimos que algunos de estos pasos pueden ser facilitados por la organización externa de la situación de conteo. Utilizando los métodos de cognición situada, analizamos cómo el equilibrio entre las representaciones externas e internas implicará diferentes cargas sobre la memoria de trabajo y la atención del individuo que cuenta. (Gärdenfors & Quinon, 2020, p. 1)

En breve, la habilidad para mapear cantidades sobre la base de los *affordances* socio-culturales percibidos (números, conjuntos, líneas, etc.) se desarrolla progresivamente a medida que el infante participa en prácticas matemáticas con pares y docentes. Los poderes perceptuales del infante cuentan con la estructura de los arreglos culturales (líneas, direcciones, numerales, etc. Figura 3) para llevar a cabo las actividades, generando una sensibilidad cada vez mayor a los números (numerosidad). Recíprocamente, la configuración física de los ambientes de aprendizaje sirve de andamio al desarrollo conceptual.

Uno de los estudios seleccionados es claro al respecto: «Nuestros resultados sugieren que el orden espacial de los dígitos puede actuar como una fuente poderosa de información de magnitud que los niños pequeños usan para el andamiaje de la representación mental de números exactos» (Sella *et al.*, 2019, p. 401).

## Exploración de nichos matemáticos

Las teorías 4E suponen en realidad una interacción fluida entre las personas dentro de ambientes arreglados socialmente para la práctica; en esa medida, hay una conexión estrecha entre las ideas de la psicología ambiental-ecológica, la filosofía de la mente y las teorías 4E (Szokolszky & Read, 2018). La convergencia principal está relacionada con una manera de concebir el *ambiente*, según la cual es un nicho enriquecido socioculturalmente pleno de posibilidades de acción (*affordances*) disponibles para los individuos de nuestra especie (Heras-Escribano & de Pinedo-García, 2018). Así las cosas, pensar los ambientes de aprendizaje de la matemática en una perspectiva 4E supone atender a las diversas configuraciones físicas y sociales que determinan las prácticas de enseñanza y aprendizaje; se trata de verdaderos *nichos de actividad matemática*: «Ampliar la forma en que definimos el entorno de las matemáticas en el hogar temprano, reconociendo que los padres apoyan una gama más amplia de habilidades matemáticas que solo la aritmética.» (Zippert & Rittle-Johnson, 2020, p. 11). En concordancia, una gran parte de los estudios que hacen parte de esta revisión centran su análisis en la exploración del aprendiz de esos ambientes complejos creados por la familia, la cultura y la escuela que, aunque no necesariamente están orientados a la enseñanza de la matemática, conducen al desarrollo natural de las habilidades matemáticas del infante en la cotidianidad.

Algunos de los nichos matemáticos están delimitados por la creación activa de oportunidades de aprendizaje generadas por el adulto y dirigidas al niño:

El aprendizaje lúdico ofrece oportunidades para aumentar la conversación y la comunicación (Toub *et al.*, 2018; Weisberg *et al.*, 2016). Al fomentar la conversación entre los compañeros del niño y entre los niños y los cuidadores; las actividades de aprendizaje lúdicas fomentan la construcción de la base de la comunicación que es fundamental para el éxito académico posterior de los niños. (Hassing-Das *et al.*, 2020, p. 3)

En muchos casos el ambiente se enriquece de tantas maneras diferentes que la actividad del aprendiz puede ser soportada y orientada en diversas facetas mutuamente interconectadas, generando procesos fluidos *naturales* de desarrollo cognitivo:

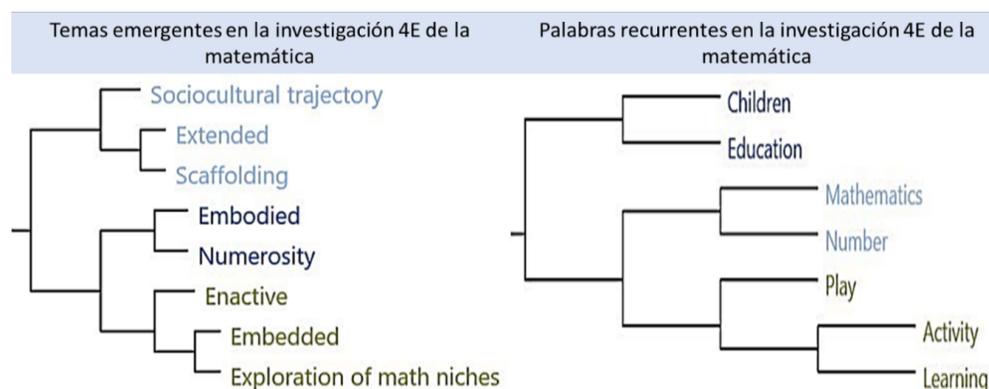
Las experiencias de aprendizaje se pueden apoyar (o estructurar) en los niveles motivacional, afectivo, cognitivo y metacognitivo (Reiser & Tabak, 2014) mediante la implementación de indicaciones, sugerencias y preguntas. Estos *mediadores (scaffolds)* pueden describirse como fijos o adaptativos (Azevedo *et al.*, 2004, 2005; Puntambekar & Hubscher, 2005). En el contexto de los entornos de aprendizaje apoyados por la tecnología, los *sportes (scaffolds)* fijos son elementos estáticos de la interfaz, mientras que los *apoyos (scaffolds)* adaptativos son adaptables para satisfacer las necesidades de los alumnos [énfasis agregados]. (Valle *et al.*, 2021, p. 3)

Es crucial notar que existe una conexión intrínseca entre la disponibilidad de posibilidades de acción en el entorno próximo (*affordances*), la disposición sociocultural del ambiente por parte de los miembros avezados de la comunidad que quieren enseñar al infante mediando su actividad (*scaffolding*) y la exploración-reconocimiento (*skilled responsiveness*) del aprendiz de los patrones decisivos del quehacer *en la práctica* (Rietveld *et al.*, 2018). Ello configura una dinámica triádica relevante para entender el desarrollo de conceptos.

Ahora bien, el método de revisión de este estudio permite una exploración transversal adicional, puesto que los estudios indagados fueron preclasificados de acuerdo con las palabras claves de las 4E. Entonces, ello permite examinar brevemente cómo es que ciertos asuntos relevantes se conciben relacionados con cada una de estas facetas de la cognición situada. Este análisis muestra sutiles diferencias que pueden ser orientadoras respecto a los intereses de los autores de las 4E (figura 4).

#### Figura 4

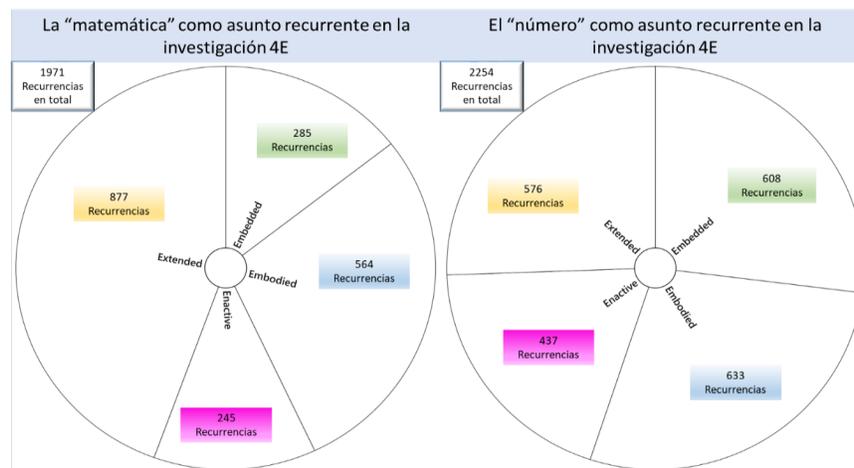
*Relaciones entre las facetas de las 4E y los temas dominantes de estudios junto con las palabras claves más recurrentes*





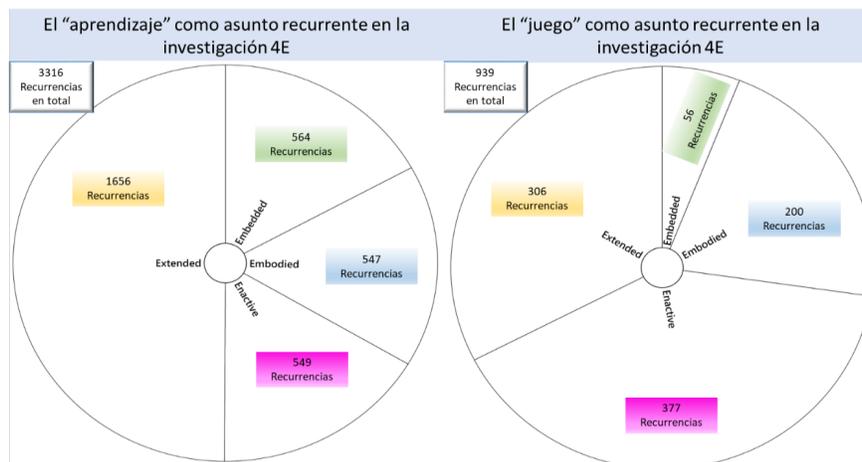
Finalmente, también puede observarse la asociación inversa para ver el peso que cada una de las 4E ha venido teniendo en la indagación de los asuntos relacionados con cada término clave. Así, por ejemplo, en el caso del tema de la numerosidad —que ya mencionamos atrás— sus términos centrales, *matemática* y *número*, han sido explorados más desde un enfoque que privilegia el carácter corporeizado y extendido de la cognición (figura 6).

**Figura 6**  
*Recurrencia de las “matemáticas” y del “número” en los estudios 4E*



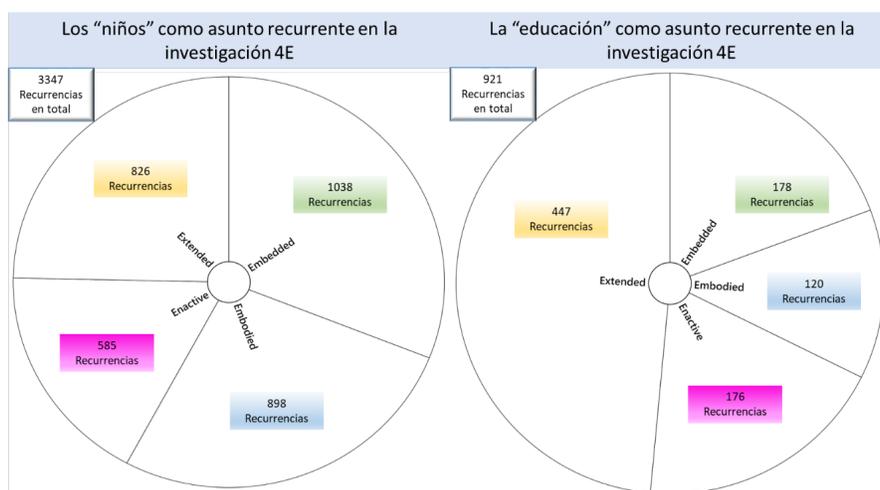
En el caso del juego, que como ya vimos es un asunto central en la exploración de nichos matemáticos cotidianos, la mayor cantidad de recurrencias se encuentran del lado de los estudios que exploran las facetas enactiva y extendida de la cognición (figura 7).

**Figura 7**  
*Recurrencia del “aprendizaje” y el “juego” en los estudios 4E*



En lo que tiene que ver con los términos asociados a la trayectoria sociocultural y el andamiaje (niños y educación) puede anotarse la importancia de los estudios preclasificados en las facetas extendida e incorporada (*embedded*) de la cognición situada (figura 8).

**Figura 8**  
Recurrencia de “niños” y “educación” en los estudios 4E



Nótese que, más allá del simple conteo de palabras asociado con los términos relevantes en cada faceta, lo que se presenta en esta revisión son las coordinaciones interesantes dentro de *tendencias* de investigación (figura 4), lo cual nos acerca a los ejes de discusión que muy seguramente llegarán a ser centrales al abordar los temas relacionados con los términos listados.

## Discusión

De acuerdo con los resultados de esta revisión, las teorías 4E han logrado abrirse espacio en la discusión sobre el aprendizaje de la matemática en cada uno de sus frentes, generando una visión alternativa de cómo promover el desarrollo intelectual. Se puede afirmar que las ideas del enfoque 4E se han adaptado de forma fructífera al ámbito educativo, promoviendo un tipo de reflexión en la que cada aspecto de la dinámica de aprendizaje se investiga de manera coordinada con otros que hacen parte del mismo sistema complejo.

Así, por ejemplo, para los investigadores interesados en la faceta extendida de la cognición, quienes se preocupan por desarrollar tecnologías interactivas y generar diseños de ambientes capaces de promover el aprendizaje, es cada vez más claro que sus esfuerzos están en relación directa con la experiencia subjetiva del aprendiz y con los objetivos socialmente articulados de las actividades dentro de las cuales se usan los dispositivos propuestos:

Las actividades de aprendizaje móvil que se percibieron como útiles, fáciles de usar y divertidas generaron mayores probabilidades de percepciones positivas sobre el aprendizaje móvil. La relación entre estas tres variables y las actitudes hacia el aprendizaje móvil puede servir como una guía de diseño para las sesiones de aprendizaje móvil. Si una aplicación es útil pero incómoda de usar, es posible que los usuarios no la acepten muy bien. De la misma forma, si una aplicación es útil y fácil de usar pero las actividades terminan aburriendo a los alumnos, entonces esta no sería muy bien recibida. (Fabian & Topping, 2019, p. 9)

Esta comprensión del carácter integrado de las cuatro facetas de la cognición (extendida, enactiva, incorporada y corporeizada) tiene el potencial para revolucionar nuestra comprensión sobre cómo incrementar el impacto social de la educación. El asunto estriba en notar el potencial formativo de la participación en prácticas cotidianas de aprendizaje que, tradicionalmente, fueron abandonadas por considerarse externas al ámbito intelectualizado del saber escolar. Esto es muy claro cuando se atiende a la faceta incorporada sociocultural en los estudios recientes:

Los niños pueden aprender y practicar una cantidad sustancial de lectura y matemáticas en el contexto de la compra de comestibles; por ejemplo, leer etiquetas y precios, contar, sumar y restar números de alimentos, escribir y verificar una lista de compras y mantenerse dentro de un presupuesto específico. (Leyva *et al.*, 2017, p. 64)

Hay dos lecturas posibles de la cita anterior. En la visión intelectualista tradicional, las actividades del niño en el supermercado le permiten *ejercitar* sus habilidades y conceptos adquiridos mejor que en ambientes formalizados escolarizados. Desde el punto de vista 4E, el entorno del supermercado constituye un ambiente de aprendizaje en el que se adquieren las habilidades y conceptos necesarios para *lidar* con problemas matemáticos. Hay una auténtica revolución liderada por los maestros de América Latina (Camelo *et al.*, 2017; Cantoral & Reyes-Gasperini, 2014; Miranda & Gómez-Blancarte, 2018) en la que la adquisición de saber matemático ha dejado de ser una cuestión de

transmisión de conceptos y algoritmos, para convertirse en un asunto de vinculación en actividades como parte de *comunidades de práctica*.

Es necesario indicar que existe una enorme diversidad de perspectivas en boga en el área: desde aquellas centradas en la creación de problemas (Malaspina, 2021) hasta los que enfocan la importancia del saber matemático en las comunidades (Aroca, 2015). No se puede ignorar la contribución cada una de estas aproximaciones. Más aún, es preciso señalar los muchísimos puntos de convergencia entre estas aproximaciones y el enfoque de las 4E; por ejemplo, en lo que atañe a las facetas enactiva y socialmente incorporada de la cognición:

Nos demuestran los Calibradores el desarrollo de un sistema de comunicación numérico gestual muy complejo, basado en los tiempos, en el ritmo de trabajo que está en función de las luces del semáforo, de las ganancias diarias del transporte urbano de pasajeros, de la competencia, entre otras variables previamente descritas; cuya organización o algoritmo, lenguaje, sintaxis y procedimiento, marca diferencias con el algoritmo escolar, lo que una vez más muestra que hay un cálculo flexible, que no solo hay una forma de calcular (Aroca, 2015, p. 253)

Nótese en la cita anterior del estudio etnomatemático conducido por Aroca la profunda sintonía con los reclamos de la cognición enactiva acerca de la importancia de lo que sucede en *tiempo real* durante un problema matemático. Apúntese también que esta misma cita conduce a un diálogo fructífero con los maestros cuya perspectiva se centra en la creación de problemas. Queda claro que el impacto social del aprendizaje matemático no es algo que deba buscarse como un agregado adicional a los procedimientos e instituciones formalizadas para la enseñanza, sino que más bien está atado intrínsecamente a la construcción de modelos educativos que integren la matemática a la vida cotidiana de los aprendices.

Esta última reflexión nos conduce directamente a las repercusiones de esta revisión en la situación actual. El escenario de la pospandemia parece conducir ineludiblemente a un cambio en el tipo de actividades de enseñanza-aprendizaje de la escuela tradicional (Castro *et al.*, 2020; Piñeiro & Vásquez, 2021). La situación en la cual un maestro reproduce algoritmos en un tablero para niños atentos a su desarrollo ha pasado a ser solo una posibilidad dentro de una innumerable gama en las que (conforme con lo que hemos venido mostrando) los niños pueden tener un rol más o menos activo, en involucramientos directos

o indirectos, en relación con nuevas mediaciones tecnológicas o en contacto con artefactos culturales tradicionales, en situaciones divertidas, serias o, incluso, problemáticas.

La apertura de oportunidades generada por la transformación de la escuela puede conducir a los docentes al vértigo. Tiene todo el sentido del mundo sentir un poco de aprensión dada la dinámica cada vez más fluida de la relación interpersonal en el eje enseñanza-aprendizaje. Las ideas de la cognición 4E tienen el potencial para orientarnos en los momentos más abrumadores frente a los muchos aspectos de la complejidad de la enseñanza:

Para la actividad y el aprendizaje de las matemáticas, este encuadre destaca el interjuego entre las configuraciones materiales y las prácticas históricamente sedimentadas de una arena, por un lado, y la actividad dinámica y continua de los participantes, por el otro. Prestar atención a cómo los alumnos editan los escenarios en la actividad matemática proporciona una comprensión de los procesos de aprendizaje como un conjunto de contingencias incorporadas en un complejo de relaciones materiales, sociales y disciplinarias. (Kelton & Ma, 2018, p. 179)

En ese orden de ideas, y considerando el retorno a la presencialidad de las instituciones educativas en el marco de la pospandemia, diversos organismos multilaterales como The World Bank, Unesco y Unicef (2021) han enfatizado la importancia de diseñar estrategias eficientes y de calidad para todos los estudiantes. Así, García (2020) refiere la necesidad de acciones en cinco ejes: «1) recuperación del aprendizaje; 2) mantener la permanencia de los estudiantes y su conexión con la escuela; 3) esquemas de aprendizaje bimodales; 4) formación de maestros; y 5) acompañamiento a las familias» (p. 22).

Surge entonces la pregunta: ¿cómo articular estos desafíos en relación con los elementos conceptuales de las 4E para el diseño de estrategias pedagógicas y didácticas que permitan cualificar los procesos de enseñanza-aprendizaje? A continuación se presentan algunos aportes.

En el primer eje de recuperación del aprendizaje es fundamental medir los niveles actuales de aprendizaje en matemáticas, para así obtener un panorama real de las fortalezas y debilidades de los estudiantes, de manera que sea posible diseñar planes de remediación en matemáticas teniendo en cuenta los niveles educativos. En ese sentido, desde una perspectiva *extendida* de la cognición, es relevante diseñar artefactos y ambientes de aprendizaje físicos y virtuales que puedan ser utilizados en procesos de evaluación en el aula, evaluaciones nacionales e internacionales. Para mencionar un ejemplo, en el marco

de la virtualidad suscitada por la pandemia surgió la Olimpiada Internacional de Matemática en Educación Primaria (Mora, 2021), que tiene como uno de sus objetivos generar recursos que promuevan la mejora en la calidad de la educación matemática en diversos países. En estas olimpiadas participan estudiantes de 4<sup>o</sup>, 5<sup>o</sup> y 6<sup>o</sup> grado de primaria de cerca de 14 países de América Latina, Centroamérica y Europa.

En cuanto al segundo eje, que consiste en garantizar la permanencia de los estudiantes y su conexión con la escuela, es preciso fomentar la continuidad de los aprendizajes matemáticos obtenidos en casa durante la pandemia, en estrecho vínculo con las prácticas matemáticas en escenarios formales e informales y con los saberes del aula de clase. Así, se hace necesario, desde un enfoque *incorporado* de la cognición, que las actividades de aprendizaje estén articuladas con los saberes de la tradición cultural en la que los niños participan. Por ejemplo, se pueden propiciar en casa ambientes informales y formales de aprendizaje; en el primer caso se trata de experiencias cotidianas espontáneas (como conteo de elementos, asistir al mercado, clasificar objetos en la habitación) las cuales, si bien no tienen una intencionalidad académica específica, son contingentes a las condiciones espacio-temporales de las situaciones y a las interacciones padres-hijos. Los ambientes formales de aprendizaje requieren planeación explícita, conciencia de los padres sobre la enseñanza de uno o más tópicos matemáticos concretos, estrategias organizadas y reserva de tiempo para la realización de actividades con sus hijos (Cahoon *et al.*, 2017). Asimismo, desde la vinculación docente con los aprendizajes tanto de la escuela como del hogar, se han diseñado proyectos de investigación que se han materializado en recursos digitales como «Aprender y enseñar matemáticas desde casa» (UED, 2022)

En el tercer aspecto de esquemas de aprendizaje bimodales, García (2020) menciona que es necesario

un diseño pedagógico que combine procesos de enseñanza-aprendizaje de manera presencial y no presencial y que incorpore la tecnología disponible en el corto plazo para poderle llegar a todos los estudiantes (...). La meta en el corto plazo es asegurar que, mientras las escuelas estén cerradas o en aperturas parciales, los estudiantes reciban un *paquete educativo* que garantice como mínimo el acceso a contenidos de calidad (vía digital, por televisión, radio o impresos), interacción y retroalimentación con el maestro (vía digital, por redes sociales, teléfono, o presencial cuando se pueda abrir) y materiales (impresos o digitales) para poder realizar las actividades de aprendizaje correspondientes (...). Por supuesto que en el mediano plazo el ideal es contar con plataformas digitales que permitan en *un mismo espacio compartir contenidos y tener interacción entre estudiantes y docentes* [énfasis agregado] (p. 24).

Este compartir en un mismo espacio y tener interacción docente-estudiante en tiempo real (planteamiento afín con la perspectiva *enactiva* de la cognición 4E) se ha ido recopilando en investigaciones que documentan el diseño de recursos digitales desarrollados durante la pandemia que posibilitan el aprendizaje de la matemática en línea (Scott, 2021) o el desarrollo de programas de televisión abierta diseñados para apoyar diariamente en matemáticas a niños de grado iniciales, enfatizando el uso del texto escolar oficial y la interacción docente-estudiante (Olfos *et al.*, 2021). También es importante, por ejemplo, incorporar los aprendizajes obtenidos en juegos matemáticos digitales para fortalecer los procesos en el aula y las conexiones matemáticas (Moyer-Packenham *et al.*, 2019).

En el cuarto aspecto, referente a la formación de maestros, se requiere «desarrollar un plan de formación y acompañamiento a los maestros que los entrene en las competencias tecnológicas y pedagógicas que se requieren para la implementación de las estrategias (a distancia o bimodales) que se llevarán a cabo en los siguientes meses» (García, 2020, p. 26).

En ese sentido, el enfoque de las 4E se puede vislumbrar en trabajos recientes de docentes en formación durante la pandemia. Para citar algunos ejemplos, Vargas *et al.*, (2021) realizó un trabajo en torno a las producciones de futuros profesores durante el segundo semestre de 2020. El proceso se realizó usando la metodología de aprendizaje basado en proyectos, propiciando el descubrimiento de los vídeos digitales acerca de contenidos de geometría como formas novedosas de producir conocimiento en la formación del profesorado. Cao *et al.* (2021) emplearon un modelo de tetraedro didáctico de cuatro componentes (maestro, tecnología, estudiante y matemáticas) para indagar la percepción docente sobre la instrucción en línea en el aprendizaje matemático. Entre las conclusiones obtenidas se documenta la reorganización de métodos de enseñanza en interacción docente-estudiante, ampliar el uso de la tecnología en las interacciones y repensar la manera en que se dan dichas interacciones tanto a nivel presencial como virtual.

El quinto aspecto alude al acompañamiento, orientación y apoyo que han de recibir las familias en los procesos académicos, en prácticas parentales y la promoción del bienestar emocional en sus hijos. Teniendo en cuenta precisamente el componente afectivo, la arista corporeizada de la cognición puede contribuir en el trabajo con padres de familias. Así, Distefano *et al.* (2020) mencionan que los padres con mayores niveles de ansiedad matemática reportaron mayores experiencias emocionales negativas alrededor del ambiente de trabajo en casa cuando debían ayudar a sus hijos con tareas en casa.

En síntesis, las ideas de la cognición 4E pueden reorientar la investigación, la reflexión pedagógica y la planeación didáctica conduciendo la actividad docente de nuevo a su hogar originario; es decir, atrayendo la atención del docente y también la del aprendiz a lo que está ocurriendo en el ambiente compartido y a la actividad del otro que es tan significativa para avanzar juntos.

## Referencias

- \*Abdu, R., van Helden, G., Alberto, R., & Bakker, A. (2021). Multimodal dialogue in small-group mathematics learning. *Learning, Culture and Social Interaction*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2021.100491>
- \*Aroca, A. (2015). ¿Sumar = restar? una perspectiva etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 237-255.
- \*Barnett, J. H., Can, C., & Clark, K. M. (2021). «He was poking holes ...» A case study on figuring out metadiscursive rules through primary sources. *Journal of Mathematical Behavior*, 61, 100838. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100838>
- \*Cahoon, A., Cassidy, T., & Simms, V. (2017). Parents' views and experiences of the informal and formal home numeracy environment. *Learning, Culture and Social Interaction*, 15, 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2017.08.002>
- Camelo, F., Ortiz, G., & Salazar, C. (2017). Una mirada a la equidad en nuestras prácticas desde la dimensión política de la educación matemática. *Revista Colombiana de Educación*, (73), 283-300. <https://doi.org/10.17227/01203916.73rce281.298>
- Cantoral, R., & Reyes-Gasperini, D. (2014). Socioepistemología y matemáticas: del aula extendida a la sociedad del conocimiento: «todo lo que siempre quisiste saber y nunca te animaste a preguntar». *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 27, 1573-1583.
- Cao, Y., Zhang, S., Chan, M. C. (2021). Post-pandemic reflections: Lessons from Chinese mathematics teachers about online mathematics instruction. *Asia Pacific Education Review*, 22, 157-168. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09694-w>
- Cardini, A., Bergamaschi, A., D'Alessandre, V., Torre, E., & Ollivier, A. (2020). *Educación en pandemia: entre el distanciamiento y la distancia social*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0002494>
- Castro, W., Pino-Fan, L., Lugo-Armenta, J., Toro, J., & Retamal, S. (2020). A Mathematics education research agenda in Latin America motivated by Coronavirus pande-

- mic. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/9277>
- Chavarria, M., & Orozco, C. (2006). Ecoanálisis como puerta de entrada a la decodificación de lo cotidiano: hacia una educación posible. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 6(3), 1-35.
- \*Conley, Q., Atkinson, R., Nguyen, F., & Nelson, B. C. (2020). MantarayAR: Leveraging augmented reality to teach probability and sampling. *Computers and Education*, 153, 103895. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103895>
- De Souza, L. (2021). Clases de matemática para primaria: experiencias durante la pandemia con clases por televisión. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 149-162.
- Distefano, M., O'Brien, B., Storozuk, A., Ramírez, G. & Maloney, E. (2020). Exploring math anxious parents' emotional experience surrounding math homework-help. *International Journal of Educational Research*, 99, 101526. <https://doi.org/h4b6>
- \*Fabian, K., & Topping, K. J. (2019). Putting mobile into mathematics: Results of a randomised controlled trial. *Contemporary Educational Psychology*, 59, 101783. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101783>
- Gallagher, S. (2017). Theory, practice and performance. *Connection Science*, 29(1), 106-118. <https://doi.org/10.1080/09540091.2016.1272098>
- García, S. (2020). *Covid-19 y educación primaria y secundaria: repercusiones de la crisis e implicaciones de política pública para América Latina y el Caribe*. C19 PDS No. 20. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, América Latina y el Caribe. <https://uni.cf/3IpkeoM>
- \*Gärdenfors, P., & Quinon, P. (2020). Situated counting. *Review of Philosophy and Psychology*, 12, 721-744. <https://doi.org/10.1007/s13164-020-00508-3>
- \*Guerrero, D., Hwang, J., Boutin, B., Roeper, T., & Park, J. (2020). Is thirty-two three tens and two ones? The embedded structure of cardinal numbers. *Cognition*, 203, 104331. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104331>
- \*Hassinger-Das, B., Zosh, J., Hansen, N., Talarowski, M., Zmich, K., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2020). Play-and-learn spaces: Leveraging library spaces to promote caregiver and child interaction. *Library & Information Science Research*, 42(1). <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2020.101002>
- Heft, H. (2013). Environment, cognition, and culture: Reconsidering the cognitive map. *Journal of Environmental Psychology*, 33, 14-25. <https://doi.org/fz9549>

- Heras-Escribano, M., & de Pinedo-García, M. (2018). Affordances and landscapes: Overcoming the nature-culture dichotomy through niche construction theory. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02294>
- Hu, X., Chiu, M., Leung, W., & Yelland, N. (2021). Technology integration for young children during COVID-19: Towards future online teaching. *British Journal of Educational Technology*, 52(4), 1513-1537. <https://doi.org/10.1111/bjet.13106>
- \*Kelton, M., & Ma, J. (2018). Reconfiguring mathematical settings and activity through multi-party, whole-body collaboration. *Educational Studies in Mathematics*, 98(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9805-8>
- Krueger, J. (2011). Extended cognition and the space of social interaction. *Consciousness and Cognition*, 20(3), 643-657. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.09.022>
- Kuhfeld, M., Soland, J., Tarasawa, B., Johnson, A., Ruzek, E., & Liu, J. (2020). Projecting the potential impact of COVID-19 school closures on academic achievement. *Educational Researcher*, 49(8), 549-565. <https://doi.org/10.3102/0013189x20965918>
- \*Leyva, D., Tamis-LeMonda, C., Yoshikawa, H., Jimenez-Robbins, C., & Malachowski, L. (2017). Grocery games: How ethnically diverse low-income mothers support children's reading and mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, 40, 63-76. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.01.001>
- Malaspina, U. (2021). Creación de problemas y de juegos para el aprendizaje de las Matemáticas. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 10(1), 1-17. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2021.1-17>
- Miranda, I., & Gómez-Blancarte, A. L. (2018). La enseñanza de las matemáticas con el enfoque de la teoría de comunidades de práctica. *Educación Matemática*, 30(3), 277-296. <https://doi.org/10.24844/EM3003.11>
- Mora, M. (2021). La virtualidad como contexto para el surgimiento de la Olimpiada Internacional de Matemática para Educación Primaria (Olimpri). *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 291-304.
- \*Mowafi, Y., & Abumuhfouz, I. (2021). An interactive pedagogy in mobile context for augmenting early childhood numeric literacy and quantifying skills. *Journal of Educational Computing Research*, 58(8), 1541-1561. <https://doi.org/h45m>
- \*Moyer-Packenham, P., Lommatsch, C., Litster, K., Ashby, J., Bullock, E., Roxburgh, A., Shumway, J., Speed, E., Covington, B., Hartmann, C., Clarke-Midura, J., Skaria, J., Westenskow, A., MacDonald, B., & Jordan, K. (2019). How design features in digital math games support learning and mathematics connections. *Computers in Human Behavior*, 91, 316-332. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.09.036>

- Newen, A., Gallagher, S., & De Bruin, L. (2018). 4E cognition: Historical roots, key concepts, and central issues. En A. Newen., L. De Bruin & S. Gallagher (Eds.), *The Oxford handbook of 4E cognition* (pp 3-15). Oxford University Press. <https://doi.org/gkcxp7>
- Olfos, R., Estrella, S., & Isoda, M. (2021). Una iniciativa educativa chilena para atenuar el impacto en el aprendizaje de matemática en estudiantes del grado 1 durante el aislamiento social por Covid-19. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 104-113.
- Pérez-Jiménez, J. (2016). Educación con perspectiva de género en matemáticas. Hacia la inclusión y la relacionalidad en la era posmoderna. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14(1), 740-741.
- Piñeiro, J., & Vásquez, C. (2021). Enseñanza de las matemáticas en tiempo de confinamiento: planificación de las clases postpandemia. En M. Romero & S. Tenorio (Eds.), *La educación en tiempos de confinamiento: perspectivas de lo pedagógico*. Fondo Editorial UMCE. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4948987>
- Rietveld, E., Denys, D., & van Westen, M. (2018). Ecological-enactive cognition as engaging with a field of relevant affordances. En A. Newen., L. De Bruin, & S. Gallagher (Eds.), *The Oxford handbook of 4E cognition*, (pp. 40-70). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198735410.013.3>
- Rietveld, E., & Kiverstein, J. (2014). A rich landscape of affordances. *Ecological Psychology*, 26(4), 325-352. <https://doi.org/10.1080/10407413.2014.958035>
- Ruiz-Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J., & Trujillo-Torres, J. M. (2016). Utilización de Internet y dependencia a teléfonos móviles en adolescentes. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14(2), 1357-1369. <https://doi.org/c98c>
- Scott, P. (2021). Educación matemática y pandemia: experiencias en los Estados Unidos de América. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 31-40.
- Sella, F., Lucangeli, D., & Zorzi, M. (2019). Spatial order relates to the exact numerical magnitude of digits in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 178, 385-404. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.09.001>
- \*Shvarts, A., & Abrahamson, D. (2019). Dual-eye-tracking Vygotsky: A microgenetic account of a teaching/learning collaboration in an embodied-interaction technological tutorial for mathematics. *Learning, Culture and Social Interaction*, 22, 100316. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.05.003>
- Smart, P. (2018). Human-extended machine cognition. *Cognitive Systems Research*, 49, 9-23. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2017.11.001>

- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. <https://doi.org/ggcpgx>
- Spiteri, J. (2021). The impact of the COVID-19 pandemic on children's mental health and wellbeing, and beyond: A scoping review. *i(2)*, 126-138. <https://doi.org/h475>
- Sullivan, P., Bobis, J., Downton, A., Feng, M., Hughes, S., Livy, S., McCormick, M., & Russo, J. (2020). Threats and opportunities in remote learning of mathematics: Implication for the return to the classroom. *Mathematics Education Research Journal*, 32, 551-559. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00339-6>
- \*Sum, E. S. W., & Kwon, O. N. (2020). Classroom talk and the legacy of Confucian culture in mathematics classroom. *Teaching and Teacher Education*, 88, 102964. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102964>
- Szokolszky, A., & Read, C. (2018). Developmental ecological psychology and a coalition of ecological-relational developmental approaches. *Ecological Psychology*, 30(1), 6-38. <https://doi.org/10.1080/10407413.2018.1410409>
- The World Bank, Unesco, & Unicef. (2021). *The state of the global education crisis: A path to recovery*. <https://uni.cf/3aqo2PZ>
- \*Valle, N., Antonenko, P., Valle, D., Dawson, K., Huggins-Manley, A., & Baiser, B. (2021). The influence of task-value scaffolding in a predictive learning analytics dashboard on learners' statistics anxiety, motivation, and performance. *Computers and Education*, 173, 104288. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104288>
- van Dijk, L., & Myin, E. (2019). Reasons for pragmatism: Affording epistemic contact in a shared environment. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 18(5), 973-997. <https://doi.org/10.1007/s11097-018-9595-6>
- Vargas, C. (2021). Adaptaciones en la formación del profesorado durante la pandemia: proyecto de producción de vídeos digitales acerca de contenidos de geometría. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 193-199.
- \*Zippert, E. L., & Rittle-Johnson, B. (2020). The home math environment: More than numeracy. *Early Childhood Research Quarterly*, 50, 4-15. <https://doi.org/h476>

## Anexo 1

## Listado de artículos incluidos en la revisión sistemática

Artículo	Año	Autores	País	Tipo de estudio	Participantes
«He was poking holes ...» A case study on figuring out metadiscursive rules through primary sources	2021	Janet Heine Barnett, Cihan Can, Kathleen Michelle Clark	Estados Unidos	Estudio de caso	Estudiantes de licenciatura en matemática
«It gives you that sense of hope» An exploration of technology use to mediate student engagement with mathematics	2020	Catherine Attard, Kathryn Holmes	Australia	Estudio de caso	Docentes, líderes de tecnología y grupo focales de estudiantes
«You really brought all your feelings out» – Scaffolding students to identify the socio-emotional and socio-cognitive challenges in collaborative learning	2021	Piia Näykki, Jaana Isohäätä, Sanna Järvelä	Finlandia	Experimental	Estudiantes de pregrado en matemáticas
A robot that counts like a child: a developmental model of counting and pointing	2020	Leszek Pecyna, Angelo Cangelosi, Alessandro Di Nuovo	Reino Unido, Japón	Experimental	Modelo computacional
An Interactive Pedagogy in Mobile Context for Augmenting Early Childhood Numeric Literacy and Quantifying Skills	2021	Yaser Mowafi, Ismail Abumuhfouz	Estados Unidos	Experimental (intervención educativa)	Estudiantes de educación preescolar
Are content and structural features of counting books aligned with research on numeracy development?	2017	Jenna M. Ward, Michèle M. Mazzocco, Allison M. Bock, Nicole A. Prokes	Estados Unidos	Análisis de contenido	Libros de enseñanza de la matemática
Aspects of situated cognition in embodied numerosity: the case of finger counting	2014	Mirjam Wasner, Korbinian Moeller, Martin H. Fischer, Hans-Christoph Nuerk	Alemania	Experimental	Estudiantes universitarios
Classroom talk and the legacy of Confucian culture in mathematics classroom	2020	Emily S.W. Sum, Oh Nam Kwon	Corea del Sur	Estudio de caso	Docentes de básica primaria
Collaborative gesture as a case of extended mathematical cognition	2019	Candace Walkington, Geoffrey Chelule, Dawn Woods, Mitchell J. Nathan	Estados Unidos	Experimental	Docentes en servicio y practicantes
Developing «deliberate analysis» for learning mathematics and for mathematics teacher education: how the enactive approach to cognition frames reflection	2012	Laurinda Brown, Alf Coles	Reino Unido	Longitudinal	Docentes en servicio y practicantes
Dual-eye-tracking Vygotsky: A microgenetic account of a teaching/ learning collaboration in an embodied-interaction technological tutorial for mathematics	2019	Anna Shvarts, Dor Abrahamson	Rusia, Estados Unidos	Experimental	Estudiantes de pregrado de psicología
Efectos de enseñar matemáticas a través de actividades musicales	2019	Dorinda Mato-Vásquez, Rocío Chao-Fernández, Aurelio Chao-Fernández	España	Experimental (intervención educativa)	Estudiantes de educación preescolar
Emerging perspectives in mathematical cognition: contextualizing, complementizing, and complexifying	2019	Thorsten Scheiner, Márcia M. F. Pinto	Australia, Brasil	Estudio de caso	Estudiante de matemáticas
Empowering students with specific learning disabilities: Jim's concept of unit fraction	2019	Jessica H. Hunta, Juanita Silva, Rachel Lambert	Estados Unidos	Estudio de caso	Estudiante de básica primaria
Expectancy-value appraisals and achievement emotions in an online learning environment: Within- and between-person relationships	2022	Belinda Berweger, Sebastian Born, Julia Dietrich	Alemania	Predictivo	Estudiantes universitarios del programa de Ciencias de la Educación
Fostering early numerical competencies by playing conventional board games	2021	Hedwig Gasteiger, Korbinian Moeller	Alemania	Experimental (Intervención educativa)	Niños de educación preescolar
From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation	2020	Jacquelynne S. Eccles, Allan Wigfield	Estados Unidos	Conceptual	«Teoría situada de expectativa-valor»
Get to the point: Preschoolers' spontaneous gesture use during a cardinality task	2019	Raychel Gordon, Nadia Chernyak, Sara Cordes	Estados Unidos	Experimental	Estudiantes de educación preescolar
Getting at the mathematics: Sara's Journal	2005	Bob Speiser, Chuck Walter, Tiffini Glaze	Estados Unidos	Estudio de caso	Estudiante de básica primaria
Grocery games: How ethnically diverse low-income mothers support children's reading and mathematics	2017	Diana Leyva, Catherine S. Tamis-LeMonda, Hirokazu Yoshikawa, Carmen Jimenez-Robbins, Lauren Malachowski	Estados Unidos	Longitudinal	Estudiantes de edad preescolar y sus madres

How design features in digital math games support learning and mathematics connections	2019	Patricia S. Moyer-Packenham, Christina W. Lommatsch, Kristy Litster, Jill Ashby, Emma K. Bullock, Allison L. Roxburgh, Jessica F. Shumway, Emily Speed, Benjamin Covington, Christine Hartmann, Jody Clarke-Midura, Joel Skaria, Arla Westenskow, Beth MacDonald, Jürgen Symanzik, Kerry Jordan	Estados Unidos	Experimental (pre-post)	Estudiantes de 2° a 6° grado
Instructing Low-Achievers in Mathematical Word Problem Solving	2010	Anu Kajamies, Marja Vauras, Riitta Kinnunen	Finlandia	Experimental (intervención educativa)	Estudiantes de básica primaria
Integrating qualitative and quantitative methods to develop a comprehensive coding manual: Measuring attention to mathematics in play contexts	2021	Jenny Yun-Chen Chan, Michèle M.M. Mazzocco	Estados Unidos	Observacional	Estudiantes de educación preescolar y padres
Is thirty-two three tens and two ones? The embedded structure of cardinal numbers	2020	Diego Guerrero, Jihyun Hwang, Brynn Boutin, Tom Roeper, Joonkoo Park	Estados Unidos	Experimental	Estudiantes de jardín a cuarto grado de básica primaria
Key memorable events: A lens on affect, learning, and teaching in the mathematics classroom	2019	Ofer Marmur	Canadá	Experimental	Estudiantes universitarios de las carreras de Ciencias de la Computación e Ingeniería Eléctrica
Learning by Mapping Across Situations	2012	Stephen K. Reed	Estados Unidos	Conceptual	Aprendizaje a través de situaciones
Leveraging interestdriven embodied practices to build quantitative literacies: A case study using motion and audio capture from dance	2021	Yoav Bergner, Shiri Mund, Ofer Chen, Willie Payne	Estados Unidos	Experimental (intervención educativa)	Estudiantes de último año de secundaria y docentes
MantarayAR: Leveraging augmented reality to teach probability and sampling	2020	Quincy Conley, Robert K. Atkinson, Frank Nguyen, Brian C. Nelson	Estados Unidos	Experimental	Estudiantes universitarios
Mapping systemic resources in problem solving	2020	Frédéric Vallée-Tourangeau, Gaëlle Vallée-Tourangeau	Reino Unido	Conceptual	Resolución de problemas
Maternal use of math facts to support girls' math during card play	2020	Beth M. Casey, Lindsey Caola, Martha B. Bronson, Dianne L. Escalante, Alana E. Foley, Eric Dearing	Estados Unidos	Observacional, predictivo	Niñas de primer grado y sus madres
Mental mathematics under the lens: Strategies, oral mathematics, enactments of meanings	2019	Jérôme Proulx	Canadá	Conceptual	Matemática mental
Modeling nonlinear dynamics of fluency development in an embodied-design mathematics learning environment with Recurrence Quantification Analysis	2021	Sofia Tancredi, Rotem Abdu, Dor Abrahamson, Ramesh Balasubramaniam	Estados Unidos, Israel	Experimental	Estudiantes de grado quinto y sexto
Multimodal dialogue in small-group mathematics learning	2021	Rotem Abdu, Gitte van Helden, Rosa Alberto, Arthur Bakker	Israel, Países Bajos	Estudio de caso	Estudiantes de tercer grado
Parents' views and experiences of the informal and formal home numeracy environment	2017	Abbie Cahoon, Tony Cassidy, Victoria Simms	Reino Unido	Análisis temático	Padres de niños de 3 a 4 años
Parents' and young children's attention to mathematical features varies across play materials	2021	Jenny Yun-Chen Chan, Taylor L. Praus-Singh, Michèle M.M. Mazzocco	Estados Unidos	Observacional	Infantes de 2-4 años y sus padres
Parents' use of number talk with young children: Comparing methods, family factors, activity contexts, and relations to math skills	2020	Jyothi Thippana, Leanne Elliott, Sarah Gehman, Klaus Libertus, Melissa E. Libertus	Estados Unidos	Observacional	Infantes de 4 años y sus padres
Play-and-learn spaces: Leveraging library spaces to promote caregiver and child interaction	2020	Brenna Hassinger-Das, Jennifer M. Zosh, Nicole Hansen, Meghan Talarowski, Kate Zmich, Roberta Michnick Golinkoff, Kathy Hirsh-Pasek	Estados Unidos	Observacional	Infantes de 1-10 años y sus cuidadores
Preschool children's math exploration during play with peers	2019	Erica L. Zippert, Sarah H. Eason, Sharise Marshall, Geetha B. Ramani	Estados Unidos	Observacional	Estudiantes de 3-5 años
Preschoolers' broad mathematics experiences with parents during play	2020	Erica L. Zippert, Ashli-Ann Douglas, Michele R. Smith, Bethany Rittle-Johnson	Estados Unidos	Experimental-Observacional	Estudiantes de educación preescolar y sus padres
Problematising: The Lived Journey of a Group of Students Doing Mathematics	2019	Robyn Gandell, Jean-François Maheux	Australia, Canadá	Análisis del discurso	Estudiantes universitarios

Promoting preschoolers' numerical knowledge through spatial analogies: Numbers' spatial alignment influences its learning	2018	Jairo A. Navarrete, David M. Gómez, Pablo Dartnell	Chile	Experimental	Estudiantes de educación preescolar
Putting «mobile» into mathematics: Results of a randomized controlled trial	2019	Khristin Fabian, Keith J. Topping	Reino Unido	Experimental	Estudiantes de 5° a 6° grado
Reconfiguring mathematical settings and activity through multi-party, whole-body collaboration	2018	Molly L. Kelton, Jasmine Y. Ma	Estados Unidos	Estudio de caso, etnografía	Estudiantes de primaria y secundaria
Re-doing the math: making enactivism add up	2019	Daniel Hutto	Australia	Conceptual	Cognición matemática
Seeing in the Dark: Embodied Cognition in Amateur Astronomy Practice	2018	Flávio S. Azevedo & Michele J. Mann	Estados Unidos	Observacional	Astrónomos en formación
Situated Counting	2020	Peter Gärdenfors, Paula Quiñon	Suecia, Polonia	Conceptual	Conteo situado
Spatial order relates to the exact numerical magnitude of digits in young children	2019	Francesco Sella, Daniela Lucangeli, Marco Zorzi	Reino Unido, Italia	Experimental	Estudiantes de educación preescolar
Spatial-numerical consistency impacts on preschoolers' numerical representation: Children can count on both peripersonal and personal space	2016	Luca Rinaldia, Marcello Gallucci, Luisa Girilli	Italia	Experimental	Estudiantes de educación preescolar
Standing on each other's shoulders: A case of coalescence between geometric discourses in peer interaction	2021	Naama Ben-Dor, Einat Heyd-Metzuyanin	Israel	Análisis del discurso	Estudiantes de octavo y novena grado
¿Sumar = restar? una perspectiva etnomatemática	2015	Armando Aroca Araújo	Colombia	Análisis de contenido	Trabajadores de 19 a 54 años
The home math environment: More than numeracy	2020	Erica L Zippert, Bethany Rittle-Johnson	Estados Unidos	Experimental	Estudiantes de educación preescolar y sus padres
The impact of using multiple modalities on students' acquisition of fractional knowledge: An international study in embodied mathematics across semiotic cultures	2013	Iman Chahine	Estados Unidos	Experimental	Estudiantes de Quinto grado
The influence of task-value scaffolding in a predictive learning analytics dashboard on learners' statistics anxiety, motivation, and performance	2021	Natercia Valle, Pavlo Antonenko, Denis Valle, Kara Dawson, Anne Corinne Huggins-Manley, Benjamin Baiser	Estados Unidos	Experimental	Profesionales de 20 a 47 años
The Use of a Bar Model Drawing to Teach Word Problem Solving to Students With Mathematics Difficulties	2017	Lisa L. Morin, Silvana M. R. Watson, Peggy Hester, Sharon Raver	Estados Unidos	Experimental (intervención educativa)	Estudiantes de tercer grado
There is more to examples than meets the eye: Thinking with and through mathematical examples in different settings	2019	Orit Zaslavsky	Estados Unidos	Conceptual	Uso de ejemplos en pensamiento y aprendizaje matemático
Young children's embodied interactions with a social robot	2021	Yanghee Kim, Michael Tscholl	Estados Unidos	Observacional	Robot, estudiantes de educación preescolar