

Intersecciones: El futuro de la cognición matemática en la SOMIDEM

Ulises Xolocotzin ¹

Ana María Medrano Moya ²

RESUMEN

El capítulo presenta el actual estado de desarrollo de la cognición matemática dentro de la Matemática Educativa. Para ello, se define la cognición matemática como el área que pretende entender los procesos involucrados en la comprensión de las ideas matemáticas, con sus dos características: diseño experimental y el tratamiento estadístico de los datos. Se argumenta que ambas características han ido desapareciendo de la literatura del área internacional y nacional. Se concluye que la cognición matemática tiene gran cabida dentro de la Matemática Educativa, pues al generar puentes de comunicación se enriquecerían ambos campos y se profundizaría en la comprensión de los procesos involucrados al trabajar con las matemáticas.

PALABRAS CLAVE

Cognición matemática, Matemática educativa, Procesos cognitivos.

¹ ulises.xolocotzin@cinvestav.mx

Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav
<https://orcid.org/0000-0002-9896-2093>

² ana.medrano@cinvestav.mx

Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav
<https://orcid.org/0000-0003-0529-9972>

INTRO

¿Qué es la Cognición Matemática y cómo puede participar en el desarrollo de la Matemática Educativa mexicana? Los matemáticos educativos conformamos una comunidad en evolución constante y que está creciendo en tamaño, ya que cada vez hay más programas de educación matemática. También somos una comunidad interdisciplinaria, pues en nuestros departamentos y facultades cohabitamos investigadores y estudiantes de diversos orígenes profesionales. Cotidianamente trabajamos y socializamos con maestros normalistas, matemáticos, físicos, psicólogos, químicos, ingenieros, pedagogos, etc. Así mismo, nuestra comunidad ha fomentado el desarrollo de una enorme diversidad epistémica, como quedó demostrado en la amplitud temática de los 18 Grupos de Trabajo del congreso SOMIDEM1 de la Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática (SOMIDEM).

Aunque somos diversos, tenemos el objetivo común de contribuir a que la sociedad tenga un acceso más equitativo al saber matemático. Para lograr esto, es necesario entender los procesos que determinan el aprendizaje y comprensión de las matemáticas. Estas cuestiones trascienden el alcance e intención de las investigaciones de carácter educativo, ya que involucran cuestiones de tipo cognitivo que pueden ser abordadas con las herramientas teóricas y metodológicas de la Cognición Matemática; y, sin embargo, las investigaciones de corte cognitivo ocupan un espacio minoritario en la matemática educativa contemporánea. Quienes escribimos este capítulo creemos que la Cognición Matemática puede participar más en el desarrollo de la matemática educativa de nuestro país. En este sentido, el primer paso se dio cuando nos aceptaron el grupo de trabajo temático “Cognición Matemática” en el Congreso SOMIDEM1. En este grupo de trabajo tuvimos un par de reportes de investigación. Nuestro grupo fue pequeño sin duda, pero su sola existencia y participación en SOMIDEM1 representó una fuerza simbólica considerable, pues el hecho de estar presentes en el evento implica una nueva etapa de la educación matemática mexicana.

Para dar continuidad a nuestras actividades en el SOMIDEM1, en este capítulo queremos abrir una conversación acerca del lugar que la Cognición matemática puede ocupar en la educación matemática mexicana. Primero, presentamos una breve definición de lo que es la Cognición Matemática contemporánea. Después, presentamos un análisis histórico del lugar que la perspectiva cognitiva ocupa en el mapa de la matemática educativa, tanto a nivel global como en el caso específico de SOMIDEM. Para finalizar, proponemos algunas líneas de investigación en las que puede haber cooperación entre la perspectiva cognitiva y otras perspectivas teóricas y metodológicas.

¿De que hablamos cuando hablamos de Cognición Matemática?

En este capítulo adoptamos una noción contemporánea de Cognición Matemática, que de acuerdo con Gilmore et al. (2018) puede definirse en términos muy básicos como el campo de investigación que busca entender los procesos que permiten la comprensión de las ideas matemáticas^[1]. En términos prácticos, el campo de la Cognición Matemática es interdisciplinario, ya que retoma conceptos y métodos propios de disciplinas como Psicología, Educación y Neurociencia, aunque también hay participación de otras disciplinas como la Filosofía y la Biología; no se niega esta diversidad disciplinar. Quienes escribimos este capítulo queremos hablar desde nuestra propia experiencia, por lo que enfatizamos la perspectiva psicológica.

La aplicación de la psicología a la Cognición Matemática se caracteriza por enfocarse en explicar la relación entre procesos cognitivos básicos (por ejemplo, memoria, atención o las funciones ejecutivas) y otros procesos cognitivos de orden superior que son relevantes a la actividad matemática (por ejemplo, la solución de problemas o la construcción de conceptos). En términos teóricos, la Cognición Matemática se fundamenta en marcos conceptuales que permiten hacer hipótesis falsables acerca del funcionamiento de los procesos mentales involucrados en la adquisición de conocimientos matemáticos. Un ejemplo son las teorías del cambio conceptual acerca del aprendizaje de los sistemas numéricos, mismas que postulan estados cognitivos específicos durante la transición entre diferentes sistemas numéricos, por ejemplo, de los números naturales a los números racionales (Vosniadou, 2021). En cuanto a la contraparte metodológica, la característica principal de la Cognición Matemática es el uso generalizado del paradigma naturalista experimental heredado de la Psicología Experimental. Así, los diseños experimentales con control aleatorio y el análisis estadístico de sus resultados son las principales herramientas para producir conocimiento.

La Cognición Matemática en el mapa de la Matemática Educativa

Ya argumentamos que la investigación cognitiva es necesaria para estudiar algunas cuestiones fundamentales de la matemática educativa, por eso vale la pena preguntarse ¿qué lugar ocupan las investigaciones cognitivas en nuestra comunidad? Los paradigmas teóricos y metodológicos que se tomaron de la Psicología experimental para estudiar el aprendizaje de las matemáticas son el ancestro conceptual de la Cognición matemática. Por eso es necesario repasar, por lo menos brevemente, cuál es el lugar del paradigma cognitivo en la matemática educativa, tanto a escala global como en la localidad de nuestra comunidad SOMIDEM.

[1] Traducción nuestra, no literal pero fiel al contenido original

La cognición matemática en la historia de la educación matemática

El trabajo de Inglis y Foster (2018) da cuenta de los cambios en las orientaciones teóricas de la educación matemática. Estos autores usaron un análisis lingüístico cuantitativo para analizar el contenido de todos los números publicados desde su formación de las dos revistas principales de nuestra disciplina, *Educational Studies in Mathematics* (ESM) y *Journal for Research in Mathematics Education* (JRME). Este análisis reveló que, alrededor de 1970, el diseño experimental derivado de la Psicología experimental fue el paradigma dominante, sobre todo en JRME. El predominio del paradigma experimental descendió de manera continua en las décadas posteriores, y para 1990 ya tenía una presencia mínima en las dos revistas analizadas.

Por otro lado, los marcos teóricos cognitivos, especialmente los derivados del paradigma constructivista, tuvieron un auge creciente a partir de 1970, mismo que alcanzó su punto máximo en los años 90. A partir de esta década, los paradigmas cognitivos comenzaron a perder terreno y actualmente ocupan un espacio mínimo en JRME y ESM. Así, en la década de los años 90, al mismo tiempo que el uso de los métodos experimentales y los marcos teóricos cognitivos descendían, comenzaba el auge de los marcos teóricos socioculturales, didácticos y de los enfoques semióticos y corporizados de la cognición, que se separan del modelo computacional de la mente que está implícito tanto en los paradigmas cognitivos tradicionales como en la Cognición Matemática.

Estos resultados dan cuenta de lo que conocemos como el “giro social” de la educación matemática, definido por Lerman (2000, p. 8) como “la emergencia dentro la comunidad de investigadores de educación matemática de teorías que ven el significado, el pensamiento y el razonamiento, como productos de la actividad social”. El giro social es uno de los momentos históricos más influyentes en nuestra disciplina, ya que determinó que las perspectivas socioculturales se establecieran como el status quo de la educación matemática, causando un decrecimiento radical de las perspectivas cognitivas representadas por el paradigma constructivista.

Lo que más sorprende del estudio de Inglis y Foster (2018) es el desvanecimiento de los métodos experimentales en el ámbito de la matemática educativa. Esto no significa que la psicología cognitiva experimental enfocada en procesos matemáticos haya dejado de existir; lo que pasó es que a partir de la década de los años 90, este tipo de investigación comenzó a migrar a revistas de Psicología. A la postre, esta migración ha dado origen a una comunidad creciente de investigadores que hace investigación psicológica en el aprendizaje de las matemáticas usando métodos experimentales.

Un ejemplo de lo anterior es la fundación de la Mathematical Cognition and Learning Society (MCLS) en el 2013, que trajo consigo el inicio de la revista *Journal of Numerical Cognition* en 2016 y el primer congreso de la MCLS en 2018.

La investigación cognitiva en la comunidad SOMIDEM

Ahora que hemos revisado un poco de la historia del paradigma cognitivo en la educación matemática, toca mapear el lugar de la cognición matemática en nuestra comunidad. Para hacerlo, tomamos como referencia la revista *Educación Matemática*, joya de SOMIDEM. Dicha revista es un referente ideal porque ha estado a la vanguardia de la matemática educativa hispanoparlante desde 1989. Así que planteamos la siguiente pregunta: ¿cuántas investigaciones cognitivas se han publicado en *Educación Matemática*?

Para responderla usamos la información disponible en la base de datos Scopus, la cual nos da acceso a los números publicados por *Educación Matemática* desde 2018. Nos enfocamos en analizar los siguientes cinco años: del 2018 al 2022. Durante el período mencionado se publicaron 125 artículos, entre los que hicimos una búsqueda de los términos “Cognición” y “Experimento”. Usamos estos términos porque deberían de aparecer en el contenido de un artículo de corte cognitivo. Sin embargo, reconocemos que estos términos son amplios, ya que no son propiedad de ninguna comunidad epistémica particular y, por tanto, su uso no determina que un artículo pueda clasificarse como uno de cognición matemática.

La búsqueda del término “Cognición” arrojó siete artículos. Al revisarlos, identificamos que seis de estos usaron marcos teóricos derivados del paradigma semiótico, tales como “Teoría de la Objetivación”, “Teoría Comognitiva” y el “Enfoque Onto-semiótico”. Además, estos artículos reportaron métodos cualitativos como el análisis de contenido y variaciones de los experimentos de diseño (Cañadas et al., 2019; Cotrado et al., 2022; Del Carmen Fajardo Araujo & Osorio, 2019; Perry et al., 2021; Ramírez Escobar et al., 2020; Sandoval-Troncoso & Ledezma, 2021). Ninguno de estos artículos coincide con la definición de Cognición Matemática que presentamos en secciones anteriores. El artículo restante (Diego-Mantecón & Córdoba-Gómez, 2019) tiene más coincidencia, ya que usó un marco teórico del dominio afectivo en el que se define un mecanismo cognitivo específico (creencias), y aplicó una metodología cuantitativa (análisis de correlaciones).

En cuanto a lo metodológico, la búsqueda con el término “Experimento” arrojó tres documentos. Dos de estos (Flórez & Uribe, 2019; Prieto & Arredondo, 2022) reportaron investigaciones hechas con el método conocido como Experimento de diseño, que es de tipo cualitativo y no se utiliza en el área de la Cognición Matemática. El artículo restante es de nuestra autoría

(Medrano et al., 2022) y puede clasificarse como un artículo de Cognición Matemática, ya que en el marco teórico invocamos modelos y teorías cognitivas derivadas del constructivismo, incluyendo a autores como Piaget, Vergnaud y Karmiloff-Smith. Además, en nuestro método usamos un diseño experimental y aplicamos técnicas cuantitativas para el análisis de datos.

Los dos artículos que clasificamos como representantes de la Cognición Matemática ocupan apenas el 1.6 % de los estudios publicados recientemente en Educación Matemática. Este hallazgo dista mucho de ser sorprendente, y consideramos que el análisis de otras publicaciones arrojaría resultados similares; además de corroborar que nuestro mapeo es consistente con los resultados observados a nivel global (Inglis & Foster, 2018).

Intersecciones sin giros

El tamaño mínimo de la perspectiva cognitiva en la historia reciente de Educación Matemática es el resultado de un largo proceso histórico que terminó por separar a las investigaciones de corte cognitivo de la educación matemática. El giro social surgió como respuesta a la hegemonía del paradigma experimental en la educación matemática y buscó que la disciplina se abriera a la diversidad teórica y metodológica para tener un impacto más profundo en la sociedad (Lerman, 2000). Sin embargo, sus efectos fueron diferentes, ya que lejos de promover la interacción entre paradigmas experimentales y socioculturales, provocaron que la investigación experimental migrara a otras comunidades. Nosotros creemos que hay un clima adecuado para dar lugar a la Cognición Matemática dentro de la comunidad SOMIDEM. Creemos firmemente que es tiempo de que las perspectivas cognitivas vuelvan a formar parte de nuestra comunidad, y más que buscar giros epistémicos, proponemos intersecciones basadas en la cooperación y el apoyo mutuo.

La agenda de investigación en Cognición Matemática es diversa, pero hay consenso respecto a los retos comunes. Alcock et al. (2016) identificaron seis grandes retos para la Cognición Matemática: (a) Elucidar la naturaleza del pensamiento matemático, (b) identificar predictores y procesos del desarrollo de competencias matemáticas, (c) mapear trayectorias de desarrollo y sus interacciones, (d) promover la comprensión conceptual y las habilidades procedimentales, (e) diseñar intervenciones efectivas, y (f) desarrollar métricas válidas y confiables.

Esta agenda tiene también coincidencias substanciales con la educación matemática. Es cierto que las diferencias disciplinares hacen que los investigadores de Cognición Matemática y los investigadores de matemática educativa vean los problemas del aprendizaje y enseñanza de las matemáticas con lentes distintos, pero esto no es un problema, sino una ventaja. Nuestra opinión coincide con la de Berch (2016), quien sugiere que para establecer

puentes de comunicación es deseable que los matemáticos educativos tengan más acceso al conocimiento acerca de los procesos cognitivos básicos y sus implicaciones pedagógicas. Esta misión recae en los investigadores de la Cognición Matemática. De nuestra parte, está la disposición de compartir nuestras perspectivas y hallazgos entre profesores en formación, estudiantes de posgrado en los programas de matemática educativa y con los compañeros investigadores. Espacios como el congreso SOMIDEM serán de la más alta importancia para lograrlo. Así que, de aquí en adelante, seguiremos compartiendo experiencias y conocimiento en cada una de sus ediciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al comité de SOMIDEM1 por su apoyo en la formación del GTT17 Cognición Matemática, y por invitarnos a escribir este capítulo.

REFERENCIAS

- Alcock, L., Ansari, D., Batchelor, S., Bisson, M.-J., De Smedt, B., Gilmore, C., Göbel, S. M., Hannula-Sormunen, M., Hodgen, J., Inglis, M., Jones, I., Mazzocco, M., McNeil, N., Schneider, M., Simms, V., & Weber, K. (2016). Challenges in Mathematical Cognition: A Collaboratively-Derived Research Agenda. *Journal of Numerical Cognition*, 2(1), 20–41. <https://doi.org/10.5964/jnc.v2i1.10>
- Berch, D. (2016). Disciplinary Differences Between Cognitive Psychology and Mathematics Education: A Developmental Disconnection Syndrome. Reflections on ‘Challenges in Mathematical Cognition’ by Alcock et al. (2016). *Journal of Numerical Cognition*, 2(1), 42–47. <https://doi.org/10.5964/jnc.v2i1.23>
- Cañadas, G., Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., & Álvarez-Arroyo, R. (2019). Las tecnologías en el aula para la enseñanza del contraste de hipótesis. *Educación Matemática*, 31(2), 195–211. <https://doi.org/10.24844/EM3102.08>
- Cotrado, B., Burgos, M., & Beltrán-Pellicer, P. (2022). Análisis ontosemiótico de los contenidos de probabilidad en los documentos curriculares de Perú. *Educación Matemática*, 34(3), 97–131. <https://doi.org/10.24844/EM3403.04>
- Del Carmen Fajardo Araujo, M., & Osorio, V. L. (2019). Descripción de procesos matemáticos en prácticas argumentativas. *Educación Matemática*, 31(3), 61–84. <https://bit.ly/3TVZFiO>
- Diego-Mantecón, J. M., & Córdoba-Gómez, F. J. (2019). Adaptación y validación del MRBQ (Mathematics Related Beliefs Questionnaire) al contexto colombiano con estudiantes de secundaria. *Educación Matemática*, 31(1), 66–91. <https://doi.org/10.24844/EM3101.03>
- Flórez, C. S., & Uribe, L. C. (2019). Geometría dinámica y razonamiento científico: Dúo para resolver problemas. *Educación Matemática*, 31(1), 7–37. <https://doi.org/10.24844/EM3101.01>

- Gilmore, C., Göbel, S. M., & Inglis, M. (2018). *An introduction to mathematical cognition*. Routledge.
- Inglis, M., & Foster, C. (2018). Five Decades of Mathematics Education Research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 462–500. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.49.4.0462>
- Prieto, G. J. L., & Arredondo, E.-H. (2022). Diseño de un entorno de aprendizaje del saber docente acerca de las construcciones euclidianas con GeoGebra. *Educacion Matematica*, 34(2), 7–38. <https://doi.org/10.24844/EM3402.01>
- Lerman, S. (2000). The social turn in mathematics education research. En J- Boaler (Ed.), *Multiple Perspectives on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 19–44). Ablex Publishing. <https://bit.ly/4aJAeI2>
- Medrano, A., Xolocotzin, U., & Flores-Macías, R. D. C. (2022). Un análisis de la producción de representaciones al solucionar problemas de álgebra temprana en estudiantes de primaria. *Educacion Matematica*, 34(3), 10–41. <https://doi.org/10.24844/EM3403.01>
- Perry, P., Camargo, L., Molina, Ó., & Samper, C. (2021). Voces de estudiantes en clase de geometría y su potencial para desarrollar el discurso en el aula. *Educacion Matematica*, 33(2), 87–114. <https://doi.org/10.24844/EM3302.04>
- Ramírez Escobar, R. A., Ibarra Olmos, S. E., & Pino-Fan, L. R. (2020). Prácticas evaluativas y significados evaluados por profesores del bachillerato mexicano sobre la noción de ecuación lineal. *Educacion Matematica*, 6(2), 69–98.. <https://doi.org/10.24844/EM3202.03>
- Sandoval-Troncoso, L., & Ledezma, C. (2021). Los gestos, una manera de comunicar matemática: el caso particular de las funciones. *Educacion Matematica*, 33(2), 205–226. <https://doi.org/10.24844/EM3302.08>
- Vosniadou, S. (2021). Looking at the development of mathematical knowledge from the perspective of the framework theory approach to conceptual change: Lessons for mathematics education. En W. Fias & A. Henik (Eds.), *Heterogeneous Contributions to Numerical Cognition* (pp. 95–115). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817414-2.00015-4>