
Desarrollo de Elementos Cognitivos en los estudiantes

Dr. Mario Marín Sánchez
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Costa Rica
mmarin@itcr.ac.cr

Resumen: El desarrollo del razonamiento matemático y la resolución de problemas son dos aspectos que han dominado el escenario de discusión sobre la enseñanza de la matemática desde hace más de 40 años. Una debilidad de muchos de estos enfoques radica en que, la mayor parte de las veces, las propuestas para la enseñanza de la matemática basadas en estas alternativas no contemplan aspectos cognitivos. Estos aspectos podrían ser centrales al momento de planificar acciones efectivas y de efecto sostenible en el individuo y en el sistema. La carencia de conceptualizaciones integrales del tema ha convertido a la resolución de problemas en una metodología poco entendida para muchos docentes y en cierta forma ha incidido en su afianzamiento como estrategia metodológica. Este taller aborda dos aspectos centrales en el razonamiento matemático que son la memoria de trabajo y el razonamiento deductivo, ambos desde una perspectiva didáctica no formal

Palabras clave: Desarrollo del pensamiento, razonamiento deductivo, razonamiento matemático, memoria de trabajo

1. Introducción

La resolución de problemas ha sido un tema central en la discusión relacionada con la educación matemática en los últimos 40 años y mucho antes de esto (Mousoulides y Sriraman, 2014). Diversos autores han contribuido en el entendimiento del problema, inclusive algunos han propuesto estrategias que permitan promover esta habilidad entre los estudiantes. El más renombrado de todos es probablemente el matemático Hungaro George Polya en su reconocido libro *How Solve It* de 1945 en el que plantea la discusión sobre los Heurísticos en la resolución de problemas. La definición que Polya da de heurístico la asocia con el estudio de los signos y métodos para resolver problemas.

Más recientemente, en 1985 The National Council of Teachers of Mathematics, NCTM, hace un llamado a los docentes para que ayuden a sus estudiantes a “desarrollar hábitos matemáticos de la mente” y para “explorar, conjeturar y para cometer y corregir errores de manera que ganen confianza en su habilidad para resolver problemas complejos” (Bottge et al., 2001). Veinticinco años después en el 2010 esta misma organización clama para que los programas instruccionales faculten al estudiante para construir nuevo conocimiento a través de la resolución de problemas. Plantean que la resolución de problemas significa involucrar al estudiante en una tarea para la que los métodos de solución no le sean conocidos de previo y para la cual al obtener la solución deba recurrir a sus conocimientos. Y que, a través de este proceso, el estudiante pueda desarrollar nuevos entendimientos matemáticos (Bossé et al., 2010).

La resolución de problemas es una habilidad compleja que requiere de los estudiantes no sólo el calcular una respuesta sino más bien comprender e integrar la información del problema, generar y mantener imágenes mentales del problema y desarrollar una ruta de solución viable (Montague et al., 2000). Todas estas herramientas requieren pensamiento de alto nivel y un enfoque estratégico (Krawec et al., 2013).

Los nuevos programas para el currículo de matemática en Costa Rica sin duda reflejan profundamente estas ideas. Proponen el enfoque de resolución de problemas como estrategia metodológica principal.

En este escenario el docente debería plantearse y resolver algunas interrogantes centrales en los procesos de enseñanza de la matemática bajo esta metodología. No sólo se trata de un convencimiento sobre la importancia de la resolución de problemas, es probable que esta conciencia ya exista. El punto crítico es que hay elementos sobre esta metodología que no son claros entre los docentes e investigadores y que afectan de manera directa los procesos de implementación de esta metodología.

Un aspecto importante de los modelos para educación matemática basados en la resolución de problemas es tienen un carácter globalizado. Por ejemplo, además de las referencias

citadas del contexto de los Estados Unidos y de Costa Rica, en Japón el énfasis en la resolución de problemas ha dominado la educación matemática por más de medio siglo. En el contexto Japón es, en el curso de estudio del 2008 (COS) promulgado por el Ministerio de Educación Cultura Deportes y Tecnología en ese país, se propone enfatizarse en los procesos como: pensar matemáticamente y expresar pensamientos e ideas usando representaciones matemáticas tales como diagramas y ecuaciones. En buena parte el proceso de instrucción debe incorporar acciones en este sentido (Takahashi, 2016).

¿Qué entender exactamente por resolución de problemas?, ¿cómo se generan en el estudiante conductas apropiadas respecto a la resolución de un problema? y ¿qué actividades dentro de mis clases contribuyen con el desarrollo de esta capacidad en los estudiantes? son tres de las interrogantes que como docentes debemos plantearnos.

En este taller se van a explorar algunas alternativas de trabajo con resolución de problemas, éstas se dividirán en algunas secciones que, si bien no son absolutas respecto a lo que podríamos llamar modelo para el razonamiento matemático, sí se sustentan en estudios en el escenario costarricense sobre el razonamiento matemático en niños y adolescentes y ofrecen un modelo coherente del mismo (Marín, 2017). Se trata de una propuesta empírica basada en la experiencia del autor y debe verse como una alternativa que cada educador debe valorar en el contexto de su clase y práctica de aula. Es un llamado a los docentes a valorar la efectividad de ciertas prácticas sencillas que pueden contribuir con la transformación de recursos cognitivos fundamentales en el desempeño al realizar tareas de razonamiento matemático.

2. Memoria de trabajo

La memoria de trabajo es una habilidad limitada en el ser humano que se presume responsable de almacenar y manipular información por tiempos cortos y en función de resolver tareas complejas de procesamiento cognitivo. Para Holmes et al., 2009 se trata de un sistema cognitivo que provee almacenamiento temporal de información en el curso de una actividad cognitiva compleja, se sitúa jugando un rol crucial tanto para el aprendizaje como para mantener un comportamiento enfocado en situaciones prácticas. Para Au et al., 2015 es

un predictor importante del desempeño escolar y un cuello de botella crítico detrás de los procesos cognitivos de orden superior, entre ellos el razonamiento matemático.

Existe alguna controversia con respecto al rol del entrenamiento de la memoria de trabajo como alternativa para mejorar el razonamiento fluido, por ejemplo, autores como Harrison et al., 2013, Melby-Lervåg and Hulme, 2013 sugieren que, aunque estos dos constructos están relacionados, las intervenciones que mejoren la memoria de trabajo podrían no mejorar el razonamiento fluido que es responsable, en buena parte, del razonamiento matemático. Otras posiciones sostienen que es posible mejorar la memoria de trabajo y que esta mejora se puede transferir en un mejor desempeño en el razonamiento fluido [Jaeggi et al., 2008, Klingberg, 2010] y más específicamente, por ejemplo, Holmes et al., 2009 reportan mejoras sustanciales en desempeño matemático después de periodos largos de entrenamiento de la memoria de trabajo.

La memoria de trabajo es un concepto central en el estudio del razonamiento humano que ha evolucionado poco desde su concepción inicial compuesta por un componente de procesamiento y dos periféricos de almacenamiento (Baddeley and Hitch, 1974). Se reconoce en buena parte de la bibliografía como un sistema de capacidad limitada responsable de controlar la atención a través del ejecutivo central suplementado por capacidades de almacenamiento específicas, una verbal (phonological loop), una visoespacial (visual skethcpad) y más recientemente se ha introducido un nuevo componente llamado buffer episódico multimodal que es una capacidad asociada con un sistema de almacenamiento capaz de integrar información de diversas fuentes (Baddeley, 2000). Esta visión es la más común pero otros teóricos conciben la memoria de trabajo en términos distintos, entre ellos (Cowan, 2008, Engle et al., 1999).

No cabe duda que el concepto es complejo, sin embargo hay una claridad absoluta en el sentido de que esta habilidad cognitiva es central en los procesos de razonamiento. En este taller se parte del hecho de que la utilización sistemática de actividades relacionadas con el uso de las capacidades de memoria de trabajo, dentro de la planificación escolar, permitirán

a los estudiantes un mejor uso de sus capacidades de razonamiento y mejorarán su experiencia promoviendo un empoderamiento y actitud positiva frente al razonamiento.

Para efectos de este taller se acepta, de manera similar a otros autores Klingberg, 2010, que el entrenamiento de la memoria de trabajo podría ser usado para remediar limitaciones de desempeño académico normal del estudiante. A diferencia de muchos otros estudios que proponen intervenciones intensivas por períodos cortos de tiempo, la propuesta aquí se sitúa en la incorporación de la memoria de trabajo como un eje transversal a la actividad matemática habitual en la escuela.

3. Razoamiento deductivo

Este es un concepto muy amplio en la literatura. En términos simples suele reducirse a la capacidad de ir de lo general a lo particular. En un sentido estricto, y más cercano a la matemática formal, un razonamiento es deductivo si se basa en las reglas de la lógica formal, por ejemplo, realizar una demostración a través de inferencias o ver contradicciones.

Para Ayalon and Even, 2008 muchos currículos de matemática asocian el pensamiento deductivo con el desarrollo de la habilidad de razonar lógicamente tanto en matemáticas como fuera de ellas. No obstante, igual que en muchos otros conceptos asociados con el pensamiento humano, el tema de qué razonamientos se deben considerar deductivos y qué razonamientos no son deductivos es controversial. Para efectos de este taller se analizará esquemas que favorezcan el desarrollo capacidades para realizar deducciones simples usando lógica muy básica.

4. Bibliografía

Jacky Au, Ellen Sheehan, Nancy Tsai, Greg J Duncan, Martin Buschkuhl, and Susanne M Jaeggi. Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 22(2):366-377, 2015.

Michal Ayalon and Ruhama Even. Deductive reasoning: In the eye of the beholder. *Educational Studies in Mathematics*, 69(3):235-247, 2008.

Alan Baddeley. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4(11):417-423, 2000.

Alan D Baddeley and Graham Hitch. Working memory. *Psychology of learning and motivation*, 8:47-89, 1974.

Michael J Bossé, Tammy D Lee, Michael Swinson, and Johna Faulconer. The nctm process standards and the five es of science: Connecting math and science. *School Science and Mathematics*, 110(5):262-276, 2010.

Brian A Bottge, Mary Heinrichs, Shih-Yi Chan, and Ronald C Serlin. Anchoring adolescents' understanding of math concepts in rich problemsolving environments. *Remedial and Special Education*, 22(5):299-314, 2001.

Nelson Cowan. What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress in brain research*, 169:323-338, 2008.

Randall W Engle, Michael J Kane, and Stephen W Tuholski. Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. 1999.

Tyler L Harrison, Zach Shipstead, Kenny L Hicks, David Z Hambrick, Thomas S Redick, and Randall W Engle. Working memory training may increase working memory capacity but not fluid intelligence. *Psychological Science*, 24(12):2409-2419, 2013.

Joni Holmes, Susan E Gathercole, and Darren L Dunning. Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental science*, 12(4), 2009.

Susanne M Jaeggi, Martin Buschkuhl, John Jonides, and Walter J Perrig. Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19):6829-6833, 2008.

Torkel Klingberg. Training and plasticity of working memory. *Trends in cognitive sciences*, 14(7):317-324, 2010.

Jennifer Krawec, Jia Huang, Marjorie Montague, Benikia Kressler, and Amanda Melia de Alba. The effects of cognitive strategy instruction on knowledge of math problem-solving processes of middle school students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 36(2):80-92, 2013.

Mario Marín. La dimensión de razonamiento matemático. PhD thesis, Universidad de Valencia, 2017.

Monica Melby-Lervåg and Charles Hulme. Is working memory training effective? a meta-analytic review. *Developmental psychology*, 49(2):270,2013.

Marjorie Montague, Cynthia Warger, and Thelma H Morgan. Solve it! strategy instruction to improve mathematical problem solving. *Learning Disabilities Research & Practice*, 15(2):110-116, 2000.

Alexandra B Morrison and Jason M Chein. Does working memory training work? the promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic bulletin & review*, 18(1):46-60, 2011.

Nicholas Mousoulides and Bharath Sriraman. Heuristics in mathematics education. In *Encyclopedia of Mathematics Education*, pages 253-255. Springer, 2014.

Akihiko Takahashi. Recent trends in japanese mathematics textbooks for elementary grades: Supporting teachers to teach mathematics through problem solving. *Universal Journal of Educational Research*, 4(2):313-319, 2016.