

II CONGRESO INTERNACIONAL DE NEUROEDUCACIÓN
Las funciones ejecutivas y la (de)construcción de incógnitas
Barcelona, 25 y 26 de octubre de 2019

Línea temática:

3. Práctica o experiencia que potencia las funciones ejecutivas -resolución de problemas, memoria de trabajo, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva- en un contexto educativo.

Análisis de los procesos de aprendizaje de las matemáticas en niños con trastornos del lenguaje

Un estudio de caso a partir del programa Piensa Infinito

Autores:

Ana Moreno (*)¹; Javier Bernabéu²; Fina Arévalo²; Arantxa Fraile³; Augusto Ibáñez²

(1) Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid. (2) Fundación SM, Madrid. (3) Facultad de educación, Universidad de Alcalá.

Resumen

En los últimos años, la investigación en psicología del desarrollo y didáctica de las matemáticas ha tenido un importante impacto a nivel curricular. Propuestas como la metodología Singapur, han supuesto un giro a la hora de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través del fomento de la participación activa de los estudiantes. En este sentido, la manipulación de modelos visuales se torna un facilitador en la comprensión de contenidos matemáticos, conectándolos a situaciones concretas y cotidianas para la resolución de problemas y operaciones. Sin embargo, todavía existe poca literatura específica en relación al potencial de este enfoque metodológico para atender los retos que podría presentar el aprendizaje de las matemáticas ante la necesidad de apoyos y atenciones educativas específicas. Este estudio de caso ilustra algunas estrategias pedagógicas observadas en un centro de Educación Especial especializado en trastornos del lenguaje, antes y después de la implementación del programa Piensa Infinito, basado en dicha metodología Singapur. Los participantes fueron 3 niños y 2 niñas de entre 8 y 15 años y sus educadores de referencia, quienes fueron acompañados por especialistas a lo largo de curso académico y observados en dos sesiones semi-estructuradas de resolución de problemas, desarrolladas con 5 meses de diferencia. Analizamos la mediación de los educadores para lograr los objetivos de aprendizaje previstos, con especial énfasis en la utilización de diferentes representaciones (manipulativas y mediante consignas verbales) como herramientas de aprendizaje. El objetivo final de este trabajo es alentar a los educadores de Enseñanza Básica Obligatoria (EBO) a utilizar este enfoque metodológico de manera estratégica, especialmente ante los retos que suponen, y la atención específica que requieren estos contextos educativos.

(*) Autora a quien debe dirigirse la comunicación. Correo electrónico: ana.moreno@uam.es

II CONGRESO INTERNACIONAL DE NEUROEDUCACIÓN

Las funciones ejecutivas y la (de)construcción de incógnitas

Barcelona, 25 y 26 de octubre de 2019

Palabras clave: *aprendizaje; educación especial; matemáticas; mediación; metodología Singapur.*

1. Introducción.

En las últimas décadas, han surgido numerosas propuestas técnicas, de recursos y disciplinas pedagógicas dirigidos a una mayor y mejor explicación de los procesos de desarrollo en la primera infancia. Los avances en neurociencia, por ejemplo, han abierto importantes debates acerca de la comprensión de cómo funciona el cerebro humano. Además de las evidentes ventajas que ello supone para el progreso del conocimiento científico, la mayor precisión al definir los procesos cognitivos ha favorecido la generación de enfoques integradores en los que convergen diversas disciplinas, como es el caso de la neuroeducación. Este destaca por la solidez de su fundamentación empírica, aunando los conocimientos más vanguardistas acerca de cómo el cerebro aprende y qué estímulos favorecen su desarrollo (Morgado, 2012), y aquellos más directamente relacionados con los métodos de enseñanza, los programas de intervención psicopedagógica y su aplicación, en los que la psicología educativa tiene un papel clave.

En un trabajo previo, se constató empíricamente que la combinación equilibrada de elementos de las ciencias cognitivas, a la luz de la neuroeducación, podía contribuir al desarrollo de la comprensión lectora y de la competencia matemática, dos palancas fundamentales para la adquisición de aprendizajes cada vez más complejos (Ibáñez, García y Arévalo, 2018). El presente trabajo profundiza en el desarrollo del pensamiento matemático, a la vez que extiende la hipótesis a un contexto especialmente retador: el de un centro de Educación Especial con alumnos con diversas alteraciones del lenguaje.

El objetivo es analizar el impacto que tiene el uso de una determinada metodología de enseñanza en el progreso de aprendizaje de un alumno con necesidades especiales. Para ello, se emplea el programa Piensa infinito, basado en la metodología Singapur de Matemáticas, y se analiza tanto el desarrollo del pensamiento matemático de los participantes, como su habilidad para resolver problemas. Esta metodología parte de las habilidades matemáticas innatas de las personas, por lo que permite desarrollar el pensamiento matemático, aun cuando existan trastornos neurológicos o dificultades en la capacidad de abstracción.

El estudio se fundamenta, en definitiva, en la convicción de que todos los alumnos son capaces, por lo que merecen que pensemos en la forma más adecuada de proporcionarles los apoyos necesarios, y en la importancia de introducir mejoras significativas en los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de una cultura de búsqueda de evidencias contrastables en el aula.

1.1 La intervención psicoeducativa en el aprendizaje de las matemáticas.

Desde la premisa de educar a cada cerebro de manera única, el enfoque neuroeducativo ha permitido reconocer importantes activadores del aprendizaje que actúan a través de vías como la música, el movimiento, los retos, las emociones y los espacios o ambientes. Un excelente ejemplo es la enacción de los aprendizajes, ya que se estimula la imaginación al recrear historias que combinan el mundo real con el ficticio, en los que la práctica de ejercicios motores favorece el aprendizaje de tareas como la secuenciación. Curiosamente, el área del cerebro encargada de los ejercicios motores más básicos

II CONGRESO INTERNACIONAL DE NEUROEDUCACIÓN

Las funciones ejecutivas y la (de)construcción de incógnitas

Barcelona, 25 y 26 de octubre de 2019

resulta la misma que se ocupará de otros procesos de secuenciación más complejos y presentes en muchas otras actividades, dentro y fuera de la escuela.

En este sentido, una buena mediación educativa debería estar alineada con el nivel de desarrollo de las funciones ejecutivas del estudiante, atendiendo a sus habilidades para tomar la iniciativa, a su grado de motivación, a su capacidad de planificación y autorregulación (Tirapu-Ustárroz, Muñoz-Céspedes y Pelegrín-Valero, 2002; Verdejo-García y Bechara, 2010). Este hecho se torna de vital importancia al atender a población en la infancia temprana, o ante los déficits cognitivos y comportamentales asociados a determinados perfiles clínicos (Lavigne y Romero, 2010), dada la estrecha relación de factores como la flexibilidad mental, la monitorización de la información, la planificación y el control cognitivo en el desarrollo y procesamiento cognitivos (Sastre i Riba, Fonseca y Poch, 2015).

De este modo, las funciones ejecutivas se han convertido paulatinamente en un elemento diferenciador y explicativo de diferentes procesos asociados al neurodesarrollo y a factores de aprendizaje (García-Molina, Tirapu-Ustárroz, Luna-Lario, Ibáñez, y Duque, 2010; Stelzer, Cervigni y Martino, 2011). Por ejemplo, el entrenamiento en memoria de trabajo, la reconstrucción sistemática y frecuente de lo aprendido o la guía del estudio mediante preguntas y el examen oral, han demostrado ser de gran eficacia para activar los mecanismos cerebrales que fortalecen la memorización y mejora las condiciones de aprendizaje (Morgado, 2016).

El carácter tanto cognitivo como socio-emocional de las funciones ejecutivas, enfatiza la necesidad de plantearlas como marco de análisis para el estudio de las prácticas específicas que tienen lugar en el aula. Los elementos atencionales y de memoria están presentes en todos los procesos de aprendizaje, especialmente cuando los alumnos se enfrentan a situaciones nuevas y/o a dificultades para desarrollarlas (Santiuste, Martín-Lobo y Ayala, 2005).

2. Origen de la experiencia, objetivos relacionados con la neuroeducación y agentes implicados.

La expectativa de que todas las personas pueden desarrollar un cierto nivel de pensamiento matemático es coherente con la tesis de Dehaene (1997) de que nuestro cerebro viene genéticamente programado con ciertas capacidades numéricas innatas: intuiciones sobre cantidades, números, lógica, espacio, etc. Y es también coherente con la capacidad del cerebro de reestructurarse en función de los estímulos que recibe. Uno de los descubrimientos más relevantes en el campo de la neurociencia ha sido la gran capacidad de adaptación y reestructuración del cerebro a lo largo de todo el ciclo vital, también conocida como plasticidad cerebral. En este sentido, los cambios estructurales del cerebro serán más eficientes si se producen en los primeros años de desarrollo, considerado un periodo especialmente sensible para el aprendizaje. A través de una estimulación adecuada, en gran parte mediada por las emociones, el cerebro es capaz de fortalecer o debilitar las sinapsis que conectan las neuronas y promueven la plasticidad cerebral y el aprendizaje. Desde la perspectiva educativa, avances como este resultan trascendentales dado que abren la posibilidad de proporcionar un apoyo personalizado e incluso compensatorio ante casos de alteraciones específicas, ofreciendo asimismo mayores y mejores herramientas y desarrollando estrategias para la superación de las dificultades del niño y para potenciar su aprendizaje.

Para Dehaene (1997) el sentido del número es una característica innata, mientras que el cálculo simbólico se adquiere con el aprendizaje. Es decir, las personas nacemos con unas habilidades

II CONGRESO INTERNACIONAL DE NEUROEDUCACIÓN

Las funciones ejecutivas y la (de)construcción de incógnitas

Barcelona, 25 y 26 de octubre de 2019

matemáticas innatas que nos han ayudado a sobrevivir como especie, sobre las que podemos ir articulando el pensamiento matemático desde lo concreto hasta llegar a lo simbólico y lo abstracto, algo que ya no sería natural, sino que debe ser adquirido en base a la experiencia. De ahí que apueste por una enseñanza que fomente y busque de forma activa la elaboración de respuestas profundas por parte del niño, que le permita entrar en contacto con sus recursos intuitivos. Para ello, es necesario tratar de fundamentar los conocimientos matemáticos en situaciones concretas y con ayuda de recursos gráficos, para llegar desde ahí a los conceptos abstractos.

En este sentido, el proceso de aprendizaje basado en la metodología Singapur se erige en base a una secuencia basada en tres aspectos: manipulativo, pictórico y abstracto. Conecta de este modo con la forma natural de aprendizaje de las matemáticas, sirviendo así de apoyo para la adquisición de otros conceptos matemáticos más complejos. El programa *Piensa Infinito* añade a esta metodología básica de Singapur una nueva mirada, que podríamos llamar neuroeducativa, y que aporta una forma más natural de acercar las matemáticas a niños y niñas a través de dinámicas de activación y de gestión del aula basadas en evidencias de las ciencias cognitivas. El resultado es una organización diferente del trabajo del aula, en el que los alumnos conversan sobre situaciones problemáticas, comparten sus propuestas y sólo en algunos momentos dedican un tiempo a «leer» matemáticas en sus libros. Esto contribuye a la generación de expectativas positivas y al desarrollo de una mentalidad matemática en todos los estudiantes. Con ello, se pretende contribuir a una correcta alineación entre las expectativas del profesor y las del propio estudiante, dos de los tres factores con mayor incidencia en el aprendizaje del alumno (Hattie, 2015), reduciendo así los estereotipos sobre la capacidad del alumnado.

3. Metodología. Descripción del desarrollo de la experiencia: entorno educativo, etapa educativa, proceso, temporización, seguimiento y valoración.

El presente estudio de casos se ha desarrollado en un centro educativo de Educación Especial ubicado en la Comunidad de Madrid, durante el curso académico 2018-2019.

Se seleccionó un aula de Enseñanza Básica Obligatoria (EBO), la cual acoge a cinco estudiantes (tres chicos y dos chicas) de 8, 9, 11, 13 y 15 años. A pesar de los diferentes perfiles de desarrollo, todos los estudiantes presentan dificultades en relación a la comprensión y producción del lenguaje, que impacta en su desempeño en diferentes tareas y actividades de la vida diaria, especialmente aquellas que pueden involucrar su capacidad de abstracción.

Para analizar el impacto que tiene el uso de la metodología Singapur en el progreso de aprendizaje de los alumnos con necesidades especiales, se diseñó una situación semi-estructurada de observación que permitiera, mediante la resolución de un problema matemático, medir el nivel desarrollo y habilidades de los niños antes y después de la implementación del programa como parte de la rutina pedagógica del centro.

Se desarrolló una rúbrica de evaluación para medir el desarrollo competencial y la evolución del pensamiento matemático en los niños. Las observaciones fueron realizadas durante el curso 2018-2019, con un lapso de 5 meses entre las fases pre y post. Entre ambas sesiones, miembros del equipo de formadores de SM instruyeron a los docentes en la aplicación de *Piensa Infinito* en el aula.

II CONGRESO INTERNACIONAL DE NEUROEDUCACIÓN

Las funciones ejecutivas y la (de)construcción de incógnitas

Barcelona, 25 y 26 de octubre de 2019

4. Conclusiones y reflexiones finales.

Los datos del análisis realizado señalan mejoras significativas en todos los niños y niñas que han participado en la experiencia. Por un lado, todos los alumnos aplicaron estrategias razonadas para resolver problemas en la sesión post, y mostraron más seguridad y confianza. Identificaban qué hacer en menos tiempo, y tomaron las pertinentes decisiones con menor intervención del docente que en la sesión pre-formativa. Conocían, y podían dotar de cierta significatividad por sí mismos a cada símbolo que escribieron en diferentes esquemas representacionales, y fueron capaces de rectificar en numerosas ocasiones sin intervención o guía por parte del adulto. Por otro lado, los docentes consideran que la manipulación de diferentes materiales no solo facilita al alumno la adquisición de los contenidos, sino que, además, ayuda a interiorizar los códigos, en estrecha relación con la consecuente mejora del lenguaje. Un elemento clave en el seguimiento a lo largo del curso es el cuaderno de trabajo donde, a través de un proceso continuo de metacognición, queda reflejado el proceso de maduración del pensamiento matemático a lo largo del curso.

No obstante, consideramos que el componente más decisivo en este avance ha sido la aportación de los docentes, especialmente en relación a sus expectativas acerca del potencial de mejora de los niños y niñas. Es el profesor quien, desde el conocimiento de sus estudiantes, ocupa un lugar privilegiado para guiar sus procesos de reflexión y regulación del conocimiento. Y precisamente es en estas circunstancias cuando pueden aparecer situaciones de frustración ante el aprendizaje de determinadas materias, como pueden ser las matemáticas, manifestada mediante la negación, impulsividad, realización rápida de las actividades, o pérdida de atención e interés ante la actividad en cuestión. En las observaciones objeto del presente análisis, hemos identificado necesidades específicas en los estudiantes que, de uno u otro modo, eran guiadas por los educadores para ayudarles a organizar y planificar una tarea, conduciendo su pensamiento hacia los objetivos planteados, refrescando la información recurrentemente para apoyar las dificultades de memoria a corto plazo, e inhibiendo las distracciones y cambiando de estrategias si el caso lo requiere (Soprano, 2003). Todo ello actúa como ayuda para que el alumno sea capaz de parar, evaluar, analizar la tarea a realizar y, en su caso, reorganizarse, comenzar de nuevo y replantear la actividad. Se les guía de este modo en tareas de carácter cognitivo pero, además, en otras de índole social y emocional (Verdejo-García y Bechara, 2010).

La investigación desde el análisis de los procesos cognitivos empleados en las situaciones de enseñanza-aprendizaje nos debe servir para ayudar a diseñar mejores métodos de enseñanza, currículos más ajustados y mejores políticas educativas. En ellos, la implicación, motivación, y consecuente atención del niño lo convierte en un agente necesariamente activo en el proceso de aprendizaje. La práctica continua es una excelente vía para la mejora de la capacidad analítica, atencional y de concentración del niño, lo cual tiene consecuencias directas y positivas en el desarrollo desde un punto de vista global. El cerebro se halla en continua reorganización, la cual se produce a través de las experiencias e interacciones diarias y variadas, por lo que el fomento de espacios retadores y en los que apoyarse emocionalmente contribuye en gran medida a desarrollar el potencial particular de cada niño. Se trata de fortalecer la capacidad de aprendizaje de cada individuo, para lo cual debemos ampliar el foco ante la mera adición de contenidos muchas veces descontextualizados.

II CONGRESO INTERNACIONAL DE NEUROEDUCACIÓN

Las funciones ejecutivas y la (de)construcción de incógnitas

Barcelona, 25 y 26 de octubre de 2019

6. Agradecimientos

Agradecemos a la Fundación Querer y a todo el equipo docente del Cole de Celia y Pepe por su excelente apoyo y disponibilidad para poder llevar a cabo este estudio.

7. Referencias bibliográficas

Carboni-Román, A., del Río, D., Capilla, A., Maestú, F. y Ortiz, T. (2006). «Bases neurobiológicas de las dificultades de aprendizaje». *Revista de Neurología*, núm. 42: S171-S175.

Conboy, B. T., Brooks, R., Meltzoff, A. N. y Kuhl, P. K. (2015). «Social interaction in infants' learning of second-language phonetics: An exploration of brain-behavior relations». *Developmental Neuropsychology*, núm. 40 (4): 216-229.

Conde-Guzón, P. A., Conde-Guzón, M. J., Bartolomé-Albistegui, M. T. y Quirós-Expósito, P. (2009). «Perfiles neuropsicológicos asociados a los problemas del lenguaje oral infantil». *Revista de Neurología*, núm. 48 (1): 32-38.

Dehaene, S. (1997). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. Londres. Oxford University Press.

Dehaene, S. (2016). «Limitaciones cerebrales en la lectura aritmética: La educación como proceso de "reciclaje neuronal"». En: *Cerebro educado: Ensayos sobre la neuroeducación* (págs. 321-340). Barcelona: Gedisa.

Del Río, D., Santiuste, M., Capilla, A., Maestú, F., Campo, P., Fernández-Lucas, A. y Ortiz, T. (2005). «Bases neurológicas del lenguaje: Aportaciones desde la magnetoencefalografía». *Revista de Neurología*, núm. 41 (1): S109-S114.

García-Molina, A., Tirapu-Ustárrroz, J., Luna-Lario, P., Ibáñez, J. y Duque P. (2010). «¿Son lo mismo inteligencia y funciones ejecutivas?». *Revista de Neurología*, núm. 50 (12): 738-746.

Gathercole, S. E. y Baddeley, A. D. (1990). «Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection?». *Journal of Memory and Language*, núm. 29: 336-360.

Hattie J. (2015). «The applicability of visible learning to higher education». *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology* 1(1), 79-91.

Ibáñez, A., García, P. y Arévalo, J. (2018). «Un diseño experimental para la mejora de la comprensión lectora y del pensamiento matemático con criterios neuroeducativos». Comunicación oral en el I Congreso Internacional de Neuroeducación, 25-26 de mayo, Barcelona.

Kovács, A. M. y Mehler, J. (2009). «Cognitive gains in 7-month-old bilingual infants». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America: PNAS*, núm. 106 (16): 6556-6560.

Kuhl, P. K. (2011). «Early language learning and literacy: Neuroscience implications for education». *Mind, Brain, and Education*, núm. 5: 128-142.

Lavigne, R. y Romero, J. F. (2010). *El TDAH: ¿Qué es?, ¿qué lo causa?, ¿cómo evaluarlo y tratarlo?* Madrid: Pirámide.

II CONGRESO INTERNACIONAL DE NEUROEDUCACIÓN
Las funciones ejecutivas y la (de)construcción de incógnitas
Barcelona, 25 y 26 de octubre de 2019

- Mora, F. (2013), *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid, Alianza Editorial.
- Moreno, J. M., Suárez, A., Martínez, J. D. y García-Baamonde, M. E. (2004). *Retrasos en la adquisición y desarrollo del lenguaje: Estudio de casos*. Madrid, EOS.
- Morgado, I. (2012). «Claves neurocientíficas de la enseñanza y el aprendizaje». *Participación educativa*, núm. 1(1): 14-17.
- Morgado, I. (2016). *Aprender, recordar y olvidar. Claves cerebrales de la memoria y la Educación*. Barcelona: Ariel.
- Ramírez-Esparza, N., García-Sierra, A. y Kuhl, Patricia K. (2014). «Look who's talking: Speech style and social context in language input to infants are linked to concurrent and future speech development». *Developmental Science*, núm. 17 (6): 880-891.
- Román, F. y Poenitz, A. V. (2018). «La neurociencia aplicada a la educación: Aportes, desafíos y oportunidades en América Latina». *Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, núm. 7 (1): 88-93.
- Santiuste, V., Martín-Lobo, M. P. y Ayala, C. (2005). *Bases neuropsicológicas del fracaso escolar*. Madrid: Fugaz.
- Sastre i Riba, S., Fonseca, E. y Poch, M. L. (2015). «Early development of executive functions: A differential study». *Anales de psicología*, núm. 31 (2): 607-614.
- Soprano, A. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, núm. 37, 44-50.
- Stelzer, F., Cervigni, M. A. y Martino, P. (2011). «Desarrollo de las funciones ejecutivas en niños preescolares: una revisión de algunos de sus factores moduladores». *Liberabit*, núm. 17 (1): 93-100.
- Tirapu-Ustárriz J, Muñoz-Céspedes, J. M. y Pelegrín-Valero, C. (2002). «Funciones ejecutivas: necesidad de una integración conceptual». *Revista de Neurología*, núm. 34 (7): 673-685.
- Verdejo-García, A. y Bechara, A. (2010). «Neuropsicología de las funciones ejecutivas». *Psicothema*, núm. 22 (2): 227-235.

II CONGRESO INTERNACIONAL DE NEUROEDUCACIÓN
Las funciones ejecutivas y la (de)construcción de incógnitas
Barcelona, 25 y 26 de octubre de 2019

Sobre el autor principal...

- Nombre y apellidos autor 1: Ana Moreno Núñez
- DNI: 79020776-K
- Institución: Universidad Autónoma de Madrid
- Correo electrónico: ana.moreno@uam.es
- Teléfono: 914975910
- Breve descripción de su trayectoria académica y profesional (5 – 8 líneas como máximo): Profesora Ayudante Doctora en el Dpto. de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad Autónoma de Madrid. Ha sido Research Fellow en el National Institute of Education de Singapur, donde participó en diversos estudios sobre la calidad de las prácticas pedagógicas en educación infantil. Sus intereses investigadores se centran en el desarrollo de la primera infancia y en cómo las acciones de los adultos contribuyen al desarrollo cognitivo y comunicativo de los niños, tanto en el hogar como en el contexto escolar.