

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/331558696>

Un diseño experimental para la mejora de la comprensión lectora y del pensamiento matemático con criterios neuroeducativos

Conference Paper · March 2019

CITATIONS

0

READS

564

1 author:



Augusto Ibanez

SM

7 PUBLICATIONS 14 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Low cost materials for fast firing [View project](#)



Neuroeducación [View project](#)

Título: Un diseño experimental para la mejora de la comprensión lectora y del pensamiento matemático con criterios neuroeducativos

Autores: Augusto Ibáñez; Pilar García García; Fina Arévalo. Fundación SM, Madrid.

Línea temática: ¿Cómo mejorar las prácticas educativas sustentadas por la neuroeducación?

Palabras clave: Evidencias de aprendizaje; diseño experimental; comprensión lectora; pensamiento matemático, neuroeducación.

Abstract

The potential of educational neuroscience to improve learning generates great expectations among educators. Even though we are prudent, there is no doubt that the knowledge that neuroscience currently provides us with allows us to identify some effective procedures to achieve higher quality teaching.

The hypothesis we use in this communication is that the harmonious combination of elements of cognitive sciences, in the light of neuroeducation, can contribute to the development of reading comprehension and mathematical competence, two fundamental levers for the acquisition of complex learning.

Despite the very limited scope of the experience, the first results are encouraging, and encourage the extension of experimentation in broader contexts and under strict control of research.

Resumen

El potencial de la neurociencia educativa para mejorar el aprendizaje despierta grandes expectativas entre los educadores. Aun siendo prudentes, es indudable que el conocimiento que nos proporciona actualmente la neurociencia sobre el modo en que el cerebro registra y almacena la información nos permite identificar algunos procedimientos eficaces para conseguir una enseñanza de más calidad.

La hipótesis que manejamos en este trabajo es que la combinación armoniosa de elementos de las ciencias cognitivas, a la luz de la neuroeducación, puede contribuir al desarrollo de la comprensión lectora y de la competencia matemática, dos palancas fundamentales para la adquisición de aprendizajes cada vez más complejos.

A pesar del alcance muy limitado de la experiencia, los primeros resultados son esperanzadores, y animan a extender la experimentación en contextos más amplios y bajo un estricto control de la investigación.

Introducción

“Lo neuro es sexi”, afirmaba un responsable educativo en un reciente foro sobre neurodidáctica. ¡Debe serlo! De lo contrario no se explicaría la sobreaplicación del prefijo a todo tipo de conceptos: neuroeconomía, neuromarketing... y hasta neurocosmética. No podría quedar fuera la educación. Pero, ¿es la neuroeducación un eslabón más de estas neuromodas o hay un sustrato científico sólido que permite mejorar realmente los procesos de enseñanza y aprendizaje? Hay que ser humildes, porque todavía se sabe muy poco de los procesos cerebrales que tienen lugar durante el aprendizaje -y menos aún los que suceden en el contexto de un aula- pero hay aspectos derivados de las aportaciones de la neurociencia que, aun manteniéndolos en un prudente nivel de hipótesis, merecen ser testados en búsqueda de evidencias.

Bajo la etiqueta de neuroeducativo se presentan propuestas muy desiguales, que van desde la prudente y rigurosa interpretación científica a la especulación más inconsistente, muchas veces interesada, de la que se nutre una creciente industria de entrenamiento cerebral.

Existe una brecha amplia entre los educadores y los neurocientíficos, que favorece las visiones reduccionistas y las simplificaciones excesivas. En este sentido, Pardo (2015) explica que “es habitual encontrar entre los maestros y profesores adhesiones a propuestas pedagógicas que confirman sus prejuicios y creencias, sin haber comprobado su validez con sus alumnos. Así, cuando irrumpe una tendencia o se impone una moda, como sucede con la neurociencia educativa o neuroeducación, se llegan a interpretar de forma sesgada algunas conclusiones y a aplicar al aula una serie de técnicas y métodos de enseñanza aparentemente fundamentados en la investigación neurocientífica, cuando en verdad se comete un abuso en la interpretación de algunos de sus resultados y se origina de este modo los llamados neuromitos.” Los estudios de Howard-Jones (2014) muestran que los neuromitos están muy extendidos en el ámbito educativo. También están extendidos entre el profesorado español, como muestran algunos estudios que reflejan el arraigo de algunos mitos sobre el cerebro y el aprendizaje en docentes de casi todas las comunidades autónomas (Ferrero, Garaizar y Vadillo, 2016).

Generar una cultura de búsqueda de evidencias es el mejor antídoto contra la proliferación de neuromitos y de la pseudociencia en la escuela. Aun estando lejos de saber cómo aprende el cerebro, es indudable que el conocimiento que nos proporciona actualmente la neurociencia sobre el modo en que el cerebro registra y almacena la información nos permite identificar algunos procedimientos eficaces para conseguir una enseñanza de más calidad.

La hipótesis que manejamos en este trabajo es que la combinación armoniosa de elementos de las ciencias cognitivas, a la luz de la neuroeducación, puede contribuir al desarrollo de la comprensión lectora y de la competencia matemática, dos palancas fundamentales para la adquisición de aprendizajes cada vez más complejos.

- La comprensión lectora facilita el uso del lenguaje como instrumento para la comunicación oral y escrita, pero también como instrumento de representación, interpretación y comprensión de la realidad, de construcción del conocimiento y de autorregulación. Por tanto, el dominio de la comprensión lectora facilita los procesos de E/A, y mejora la

autoestima y las expectativas del alumno, que son determinantes en el éxito escolar. Según el National Reading Panel (2000) de Estados Unidos, la comprensión tiene una importancia crítica para el desarrollo de las habilidades de lectura de los niños y, por tanto, de su capacidad para aprender. No solo es esencial para el aprendizaje escolar, sino para el aprendizaje permanente.

- En cuanto al pensamiento matemático, tradicionalmente se ha pensado que estaba ausente en los niños pequeños, pero son muchos los estudios que han puesto de relieve que los niños nacen con muchas aptitudes hacia las matemáticas o que éstas pueden desarrollarse en los primeros años de vida. Los niños pequeños realizan muchas actividades que requieren habilidades matemáticas: exploran modelos, formas y relaciones espaciales, comparan magnitudes, cuentan objetos, y lo hacen de forma espontánea, natural. Sin embargo, la escuela no ha sabido reconocer claramente cuál es la comprensión de los niños pequeños acerca de las ideas matemáticas básicas, la enseñanza de las matemáticas y, por tanto, no ha canalizado adecuadamente el potencial de ese conocimiento intuitivo (Bosch, 2012).

Morgado (2005) nos recuerda que aprender significa básicamente adquirir nuevas representaciones neuronales de información y establecer relaciones funcionales entre ellas y las ya existentes en el cerebro. Ello es posible porque cuando aprendemos se forman nuevas conexiones sinápticas o desaparecen muchas de las ya existentes. Aprender es, pues, reforzar circuitos neuronales, por lo que todo aprendizaje tiene un componente cerebral (Tirapu, 2008). Por esto, resulta fundamental que la pedagogía asuma parte del discurso de la neurociencia para orientar con más solidez el proceso de enseñanza y aprendizaje. En palabras de Marina (2012), "todo aprendizaje cambia el cerebro, pero la educación lo hace de una manera intencionada, dirigida, aprovechando conscientemente las posibilidades que el mismo cerebro proporciona. Somos híbridos de naturaleza y cultura, sistemas plásticos y autopoyéticos, que van construyéndose a sí mismos."

Un elemento clave para el aprendizaje son las llamadas funciones ejecutivas (FE) que se definen en neuropsicología como los procesos que asocian ideas, movimientos y acciones simples y los orientan a la resolución de problemas complejos (Tirapu et al., 2008). Son habilidades cognitivas que permiten regular el comportamiento y orientar la acción: prestar atención, formular un objetivo, elaborar un plan, ejecutarlo y evaluar el resultado.

Este conjunto de habilidades de alto nivel se puede entrenar en la escuela. Para ello es necesario fomentar el bienestar emocional, social o físico, por lo que el aprendizaje debe estar vinculado al movimiento, el entretenimiento, las artes o la cooperación (Guillén, libro). También es importante la interacción social. Una de las razones por las que se aprende mejor con otros, es porque las relaciones sociales activan los circuitos neuronales que conectan el sistema límbico con la corteza, estimulando el aprendizaje (Forés y Ligoiz, 2009). El cerebro se estimula al interactuar con lo demás, y eso mejora la atención y la motivación por aprender. La atención es clave en los procesos de aprendizaje y de memoria. Parece actuar creando nuevas conexiones cerebrales. Para evitar sobrecarga de datos en el cerebro, los estímulos sensoriales innecesarios se filtran en el tálamo de forma inconsciente, y después se filtran en

los ganglios basales y en la corteza prefrontal, ya de forma consciente (Sousa, 2014). A medida que los sistemas de autorregulación se desarrollan, mejora la capacidad para controlar la reactividad, ajustarse a las normas, inhibir acciones y abordar situaciones complejas con flexibilidad y eficacia.

Por su parte, las emociones influyen en aspectos como la motivación, toma de decisiones, cognición, conducta y adaptación. Pero, sobre todo, son un ingrediente esencial del aprendizaje. Factores críticos para que se produzcan aprendizajes, como son la atención, la memoria, la toma de decisiones, la motivación o las relaciones sociales, están muy influenciados por las emociones (Guillén, 2017).

La influencia de las emociones puede reforzar la cognición, como en el caso de recibir refuerzo positivo, o puede debilitarla, cuando se genera desánimo y sensación de fracaso, algo bastante frecuente ante el aprendizaje de las matemáticas. La acción docente es clave en la generación de ciclos virtuosos de aprendizaje.

Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es contribuir a la mejora de la comprensión lectora y de la competencia matemática, incorporando en la práctica de aula algunas aportaciones de la neuroeducación.

Pero dicha contribución debe apoyarse en resultados contrastables. Por ello, otro objetivo importante es avanzar hacia una educación más basada en la evidencia, como medio para profesionalizar la enseñanza y el aprendizaje. Es muy importante disponer de pautas que ayuden a los docentes a seleccionar ideas metodológicas con criterio, para que no se dejen arrastrar por las modas o, peor aún, por las recomendaciones comerciales movidas por intereses espurios. Para ello, se necesitan más estudios de campo que permitan evaluar el impacto y la validez de las aportaciones de la neurociencia en el aula.

Es necesario pasar todas las novedades educativas, incluidas las relacionadas con la neurociencia, por el filtro de un sano escepticismo. Dicho escepticismo se concreta, por un lado, en la convicción de que todos los alumnos son capaces, por lo que merecen que pensemos en la forma más adecuada de prestarles ayuda, y, por otro, en una actitud proactiva hacia la mejora de los procesos de aprendizaje, a partir de evidencias contrastables y no de modas, especulaciones u ocurrencias.

Como explicábamos en el inicio del apartado, este trabajo pretende aproximar las aportaciones de la neurociencia a la mejora de las competencias matemática y de comprensión lectora. Para ello, nos basaremos en los conocimientos de cómo el cerebro genera estos aprendizajes especializados. La clave es saber cómo tiene lugar el aprendizaje en el cerebro y qué circunstancias personales, sociales o del entorno pueden mejorar ese proceso.

Para simplificar, resumiremos algunas ideas clave bajo los epígrafes de cerebro lector y cerebro matemático. Es habitual asignar áreas neuronales específicas a cada capacidad humana: distintas capacidades localizados en distintas regiones cerebrales, pero la realidad es que, en un cerebro sano, todo el sistema actúa en conjunto. Por tanto, el aprendizaje y la

memoria no son procesos aislados que tienen lugar en un área específica del cerebro, sino que parecen ser estados funcionales que requieren diferentes estructuras nerviosas y una correcta activación temporal entre ellos (Gruart, 2014).

El cerebro lector: El cerebro está biológicamente preparado para adquirir y procesar el lenguaje a través de ciertas estructuras especializadas, como el área de Broca, implicada en la producción del lenguaje y otras funciones lingüísticas, y el área de Wernicke, implicada en la semántica. Sin embargo, el cerebro no está preparado para la lectura. No existen estructuras cerebrales específicamente diseñadas para la decodificación y la comprensión de un texto. La lectura es resultado de un proceso cultural, y la competencia lectora debe ser adquirida a través de la experiencia, que debe generar de forma progresiva los circuitos cerebrales que la hacen posible.

Dado que no estamos genéticamente preparados, la lectura es un acto exigente para el cerebro. La buena noticia es que la plasticidad cerebral permite adaptarse para adquirir dicha competencia lectora, reaprovechando circuitos para el lenguaje o para el procesamiento visual. Sousa (2018) explica que la práctica con fonemas durante los primeros años favorece el desarrollo de una serie de ajustes en el circuito del lenguaje oral para convertirlo en un circuito de decodificación para la lectura. La lectura requiere vincular los símbolos escritos con sonidos, y combinar los sonidos para formar palabras. Por tanto, el proceso se inicia en el centro visual, en una estructura llamada circunvolución angular, localizada en la intersección de los lóbulos parietales, occipitales y temporales, donde se sitúan el sistema visual de reconocimiento de palabras y el de procesamiento del lenguaje. A medida que se produce la mielinización en las áreas cerebrales de reconocimiento de palabras, la lectura se vuelve automática, y el alumno ya no tiene que concentrarse en la decodificación, sino que puede utilizar el sistema de lectura para aprender.

Cuando leemos, se activa una pequeña región del córtex visual del cerebro. Sistemáticamente, la lectura de palabras impresas activa una pequeña región en la base del hemisferio izquierdo, llamada “caja de las letras del cerebro”, donde según Dehaene (2013) se concentra gran parte de nuestro conocimiento visual sobre las letras y sus configuraciones. Para Dehaene, aprender a leer es el mayor acontecimiento en la vida de un niño. El motivo es que, comparado con el cerebro de una persona analfabeta, el cerebro lector cambia masivamente, a través de la mejora de las áreas visuales y fonológicas y sus interconexiones. Esto es posible por el reciclado neuronal para adaptar una parte de la corteza cerebral a la lectura. Dehaene considera que los inventos culturales, como el texto escrito, implican el reciclado de viejas estructuras cerebrales que adquieren un nuevo uso cultural. El soporte neuronal para la lectura procede de las arquitecturas cerebrales existentes para el lenguaje y la visión.

El cerebro matemático: Decíamos que el cerebro no está preparado para la lectura, pero, paradójicamente, viene genéticamente preparado para las matemáticas. En contra del criterio de Piaget de que el concepto de número no comienza a formarse en el cerebro del niño antes de los cuatro o cinco años, Dehaene (1997) mantiene la tesis de que nuestro cerebro viene genéticamente programado con ciertas capacidades numéricas innatas: intuiciones sobre

cantidades, números, lógica, espacio, etc. Este sentido del número es una característica innata, mientras que el cálculo simbólico se adquiere con el aprendizaje.

Nuestro cerebro utiliza al menos dos formatos distintos para representar el número, uno para el cálculo aproximado de cantidades numéricas, localizado en los circuitos asociados con lo visual y espacial, y otro simbólico, localizado en el lóbulo frontal izquierdo, encargado del lenguaje y la asociación entre palabras. El primero da soporte a la adquisición de las primeras nociones numéricas intuitivas y el segundo al cálculo exacto y al trabajo con símbolos y algoritmos.

El cálculo simbólico es un reto para el cerebro. Como explica Sousa (2014), nuestros cerebros están preparados para operaciones rudimentarias, pero no para cálculos precisos como la multiplicación. Esto tiene una consecuencia inmediata en la educación matemática, que debe partir de la formulación de ejemplos concretos, con la finalidad de estimular el razonamiento intuitivo del niño, para construir progresivamente los conceptos abstractos. De ahí que Dehaene defienda una enseñanza que busque respuestas profundas en el 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.

No es este el camino habitual en la educación escolar, donde se parte a veces de conceptos abstractos y se memorizan algunos procedimientos rutinarios que carecen de sentido para el niño. Esto impide el desarrollo del sentido numérico innato, que debería servir de apoyo para la adquisición de otros conceptos matemáticos más complejos.

Metodología

Para desarrollar la hipótesis de que llevar al aula dinámicas articuladas desde una perspectiva neuroeducativa podría mejorar la eficiencia en el aprendizaje de la comprensión lectora, se plantearon dos rutas paralelas, una centrada en la mejora del pensamiento matemático y otra en la mejora de la comprensión lectora.

Ambas rutas tienen en común algunos aspectos clave de activación de los aprendizajes: gestión del clima del aula, gestión de la atención (FE), creación de expectativas, gestión emocional, activación de la memoria de trabajo (recuerdo y retención), trabajo de comprensión (información, análisis, aplicación), transferencia (tareas competenciales), evaluación formativa y autorregulación (metacognición). En definitiva, aquellos aspectos que la neuroeducación sugiere para asegurar un aprendizaje eficaz.

Otro elemento común de ambas rutas es que se pilotaron en aulas de Primaria, si bien solo en un caso -comprensión lectora- se pudo realizar una primera evaluación estandarizada y externa, aunque con alcance limitado, como se comentará más adelante. El piloto se realizó en los siguientes centros en el curso 2017/18:

- Colegio Amorós. Carabanchel, Madrid.
- Colegio Santa María del Pilar. Orcasitas, Madrid.

La experiencia de mejora de la comprensión lectora se desarrolló en todas las aulas de 4º de primaria de los dos colegios. Como la muestra era pequeña (seis aulas, con un total de 180

alumnos), optamos por un diseño cuasiexperimental de análisis de casos, de modo que no hubo grupo control, sino que medimos a diario el progreso de cada niño. En esta decisión tuvo peso la elevada diversidad: el 14 % del alumnado participante en la experiencia estaba diagnosticado como ACNNE, distribuido por todas las aulas.

La experiencia de mejora del pensamiento matemático se desarrolló en las aulas de 1º y 2º de primaria de estos mismos centros.

A lo largo del próximo curso escolar está previsto realizar una evaluación externa estandarizada sobre el desarrollo del pensamiento matemático. Por tanto, los datos de este informe son muy provisionales.

Metodología en la experiencia de mejora del Pensamiento matemático:

Partimos de un material curricular para matemáticas de primero y segundo de Primaria, aprobado por el ministerio de educación de Singapur, convenientemente adaptado al currículo español. Dicho material sigue los criterios eclécticos que caracterizan las llamadas metodologías Singapur. Esto es, se apoya en pilares pedagógicos y psicológicos bien establecidos, y toma de cada uno aquellos aspectos que considera más valiosos para lograr los objetivos.

Algunos de los criterios psicopedagógicos utilizados son (Hui, Hoe, Lee; 2017):

- De Jean Piaget: Dar tiempo al proceso de aprendizaje. Proceso estructurado, desde lo concreto a lo abstracto; desde lo particular a lo general.
- De Lev Vygotsky: Enfoque social del aprendizaje (socioconstructivismo): el aprendizaje es individual, pero se aprende mejor en interacción con otros.
- De Jerome Bruner: Progresión en la comprensión de los aprendizajes, desde la repetición a la transferencia a nuevas situaciones competenciales, pasando por la mera aplicación a contextos sencillos.
- De Zoltan Dienes: La importancia de los procesos diarios de metacognición. Superar el “aprender haciendo” para aprender “reflexionando sobre lo que se hace”.
- De George Polya: En las recomendaciones de Polya subyace una clave de escucha activa, dejar tiempo para que aprendan a conjeturar, a buscar patrones. En su conocido decálogo para docentes (Polya, 1965), propone recomendaciones valiosas: “Sugiere ideas, pero no presiones para que se las traguen. Deja que hagan preguntas, y deja que den respuesta a sus preguntas”. Y, además, “lee la cara de tus alumnos y ponte en su lugar.”

Sobre estos pilares psicopedagógicos se incorporan criterios neuroeducativos, orientados a centrar la atención, gestionar el clima, mejorar las expectativas, construir mentalidad de crecimiento en la que siempre haya espacio y oportunidades para aprender (Dweck, 2012).

El método adaptado, bajo el nombre “Piensa *Infinito*”, incorpora claves neuroeducativas que se concretan en los siguientes factores:

- Asamblea inicial: al comienzo de cada sesión los alumnos discuten en torno a un problema abierto. La clave es escuchar activamente al niño e interactuar con preguntas guía que le ayuden a explicitar su pensamiento y a resolver mentalmente el problema. Los alumnos se familiarizan con este tipo de preguntas y todos ellos, independientemente de su

habilidad con las matemáticas, desarrollan habilidades para expresar su pensamiento de forma cada vez más profunda. Las situaciones matemáticas se utilizan para desarrollar un pensamiento más profundo a través de habilidades cognitivas de orden superior, como explicar, razonar, justificar y conjeturar.

- Foco en la comprensión de las situaciones matemáticas. Se presta mucha atención al acercamiento vivencial a cada problema, y se apoya la reflexión con objetos cotidianos y elementos manipulativos para asegurar la comprensión conceptual antes de moverse a lo pictórico y lo simbólico.
- Énfasis en resolución de problemas y en aprendizaje colaborativo. Se promueve el uso de estrategias variadas para investigar las situaciones y resolverlas.
- Se atiende a la diversidad a través de una variación sistemática en las actividades, esto es, una evolución gradual en su dificultad. Cada caso exige que el niño comprenda el concepto y profundice, en vez de una mera repetición del procedimiento.
- Foco en la metacognición: El cuaderno de trabajo se orienta a la actividad individual e independiente, para reforzar la comprensión y autoevaluar su aprendizaje.

Metodología en la experiencia de mejora de la Comprensión lectora:

Para reducir y fijar algunas variables, utilizamos en la experiencia un material de lectura publicado en 2015 dentro del Proyecto Savia, que ya se venía utilizando en los centros experimentales. Los materiales fueron adaptados ligeramente para ajustarlos en tiempo y forma a las sesiones del pequeño piloto.

El cronograma del piloto realizado se compuso de:

1. Una evaluación previa o *pretest*, en la que se mide:
 - a. Velocidad lectora.
 - b. Comprensión.
 - c. Idea principal.
 - d. Resumen.

El *pretest* realizado es una prueba LEE baremada para 4º curso de EP. (Fonseca et al., 2006).

2. Diez sesiones de trabajo. Cada una de estas sesiones finaliza con una prueba longitudinal de aproximadamente diez minutos de duración, en la que se trabajan tres aspectos:
 - a. Comprensión literal.
 - b. Comprensión inferencial.
 - c. Metacognición.

3. Una evaluación posterior o *postest*, formulada con los mismos criterios que el *pretest*.

Tanto para realizar el *pretest* y el *postest*, como para desarrollar las sesiones de trabajo, se proporcionaron pautas detalladas a los docentes en una guía didáctica.

Desarrollo de las sesiones:

- Para **generar curiosidad y activar emociones**, se decoró el aula con material motivador relacionado con el tema de la lectura (el espacio, el sistema solar...).

- Al inicio de la primera sesión se proyectó un vídeo con imágenes del espacio. La intención era ambientar y **mejorar el clima** del aula. En otras sesiones se proyectaba unos minutos del vídeo o solo se usaba la música del vídeo.
 - También en la primera misión el profesor enunció el **objetivo** (“realizaremos en los próximos días una misión espacial a bordo de una nave espacial rusa”) y explicó el proceso y el entregable final (un diario personal de viaje).
 - Para **fijar la atención**, se iniciaba cada sesión con una actividad de percusión corporal, que requiere concentración y genera actividad motora, muy importante para preparar el cerebro para los aprendizajes. La rutina diaria es la siguiente:
 - Cuando el profesor dice A: patada con el pie derecho.
 - Cuando diga B: patada con el pie izquierdo.
 - Cuando diga C: palmada con las dos manos.
 - Cuando diga D: palmada en el muslo derecho.
 - Cuando diga E: palmada en el muslo izquierdo.
- El profesor va diciendo distintas combinaciones: ABC, CDE, AAC, ABC, DEA, etc. Mantiene el ejercicio durante unos minutos cada día, el tiempo necesario para que se concentren y fijen la atención.
- Para **generar expectativas y orientar a la tarea**, en la primera sesión se trabajó sobre una fotografía de la protagonista de la historia, y se hizo una lluvia de ideas que debía asegurar la participación de todos los alumnos. Después se proyectó un vídeo para conocer más sobre la protagonista.
 - Para **compartir los objetivos**, se entregó a cada alumno una “tarjeta de embarque” individual, que cada uno firma comprometiéndose con la misión y en la que van anotando el avance en las sucesivas sesiones.
 - Para **trabajar la lectura**, primero lee el texto el profesor para que sirva de modelo, haciendo hincapié en las palabras más difíciles; después se hace una lectura por parejas, alternando el orden en cada párrafo, y preguntando al compañero por lo que se ha leído. Finalmente, se hace una lectura individual.
 - La **comprensión** se refuerza mediante actividades de atención, de memoria, de velocidad lectora y las clásicas de comprensión: localizar la idea principal, analizar estructura, buscar información, relacionar palabras y hacer inferencias. La actividad inferencial permite conectar la lectura con experiencias y conocimientos, elaborar predicciones e identificarse con la historia.
 - Para **impulsar la transferencia**, el alumno debía realizar un trabajo de creación: su propio diario de viaje. Debían hacerlo de forma individual, utilizando texto y sus propios dibujos. Pero el análisis del producto se hacía por grupos, para enriquecer la propia reflexión y conocer otras perspectivas.
 - En la última sesión hacían una rúbrica de autoevaluación.

Resultados y conclusiones

Comprensión lectora:

A pesar del alcance limitado de este primer estudio, se recogieron opiniones muy favorables de los docentes, especialmente en la gestión de la atención y clima, en los tiempos de aula y en las actividades de transferencia.

Los resultados del pretest y posttest, se recogen en la siguiente tabla:

Resultado general (sobre un total de 2 puntos)	Pretest	Posttest	Variación (%)
Media de preguntas literales	1,65	1,56	-5%
Media de preguntas inferenciales puente	1,58	1,82	15%
Media de preguntas inferenciales de elaboración	1,46	1,77	21%
Media de preguntas de síntesis (test)	1,72	1,75	2%
Alumnos sin dificultades	Pretest	Posttest	Variación (%)
Media de preguntas literales	1,66	1,57	-5%
Media de preguntas inferenciales puente	1,61	1,82	13%
Media de preguntas inferenciales de elaboración	1,5	1,79	19%
Media de preguntas de síntesis (test)	1,74	1,75	1%
Alumnos con dificultades	Pretest	Posttest	Variación (%)
Media de preguntas literales	1,58	1,45	-8%
Media de preguntas inferenciales puente	1,36	1,77	30%
Media de preguntas inferenciales de elaboración	1,18	1,64	39%
Media de preguntas de síntesis (test)	1,57	1,57	0%

Los datos señalan una mejora significativa en las preguntas de inferencia y de elaboración, y un ligero empeoramiento en las preguntas literales.

Los resultados, aunque preliminares, señalan una mejora en todos los alumnos, pero especialmente en el caso de los alumnos con necesidades educativas especiales, que duplican prácticamente el promedio de mejora del resto.

RESULTADO GENERAL	DIFERENCIA PRETEST	DIFERENCIA POSTEST	REDUCCIÓN BRECHA
Media de preguntas literales	1,65	1,56	-5%
Media de preguntas inferenciales puente	1,58	1,82	15%
Media de preguntas inferenciales de elaboración	1,46	1,77	21%
Media de preguntas de síntesis (test)	1,72	1,75	2%

Estos datos sugieren que los alumnos con necesidades educativas especiales son los principales beneficiados de este tipo de metodologías, que pueden ayudar a reducir significativamente la brecha existente en el aula.

Pensamiento matemático:

En el caso de las matemáticas activas, aún no se ha podido hacer una evaluación cuantitativa estandarizada que permita medir los aprendizajes y ver cómo beneficia a los alumnos,

incluidos los alumnos con necesidades educativas especiales. Está previsto realizar pruebas estandarizadas externas en el próximo curso escolar.

Los datos cualitativos apuntan una mejoría clara en la integración de los alumnos menos interesados o con mayores dificultades.

Se detecta una necesidad de mayor formación docente y la necesidad de mejorar la comunicación con las familias, para que comprendan el proceso, muy diferente del aprendizaje tradicional basado en la memorización y repetición de procedimientos, sin una comprensión suficiente.

Algunas conclusiones generales:

Asumiendo el alcance limitado de estas experiencias y el frágil respaldo experimental de los datos cuali y cuantitativos, podemos concluir que los primeros resultados son esperanzadores, y animan a extender la experimentación en contextos más amplios y bajo un estricto control de la investigación.

También animan a seguir por este camino las opiniones entusiastas de los docentes que han participado en las experiencias.

Los resultados preliminares, con todas las cautelas antes indicadas, sugieren que las rutas neuroeducativas propuestas generan beneficios en el aprendizaje, funcionan, especialmente en los alumnos con mayores dificultades de aprendizaje, lo que abre un espacio de oportunidad para la mejora de la comprensión lectora y de la competencia matemática en contextos de integración y alta diversidad.

Agradecimientos

Este informe forma parte del trabajo realizado por un equipo multidisciplinar del equipo de Educación de SM con el objetivo de aplicar, en el aula, algunas aportaciones de la neurociencia educativa. Gracias a Nieves Almarza, Mónica Adrio, Beatriz Heras, Dolores López, Mara Mañas, Nuria Vallina y Cristina Hernández por su apoyo en la preparación de materiales y en el desarrollo de la experiencia.

Un agradecimiento especial para Francisca Serrano, de la Universidad de Granada, por su apoyo en la preparación y evaluación de los reactivos estandarizados para los *pretests* y *postests* de la evaluación externa.

Referencias

- Bosch, M.A. (2012): Apuntes teóricos sobre el pensamiento matemático y multiplicativo en los primeros niveles. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 1(1), 15-37. ISSN: 2254-8351. <http://www.edma0-6.es/index.php/edma0-6> •20•
- Dehaene, S. (1997): *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. Oxford University Press
- Dehaene S. (2013): Inside the Letterbox: How Literacy Transforms the Human Brain. *Cerebrum*. May-Jun: 7.
- Dweck, C. (2012). *Mindset: how you can fulfil your potential*. Little Brown, London.

- Ferrero M., Garaizar P. y Vadillo M.A. (2016): Neuromyths in Education: Prevalence among Spanish Teachers and an Exploration of Cross-Cultural Variation. *Front. Hum. Neurosci.* 10:496. doi: 10.3389/fnhum.2016.00496.
- Fonseca, L., Gottheil, B., Aldrey, A., Rosa, G., Pujals, M., Jiménez Fernández, G., Serrano, F.D. (2006): Test de lectura y escritura en español, Paidós, Barcelona.
- Forés A. y Ligoiz M. (2009): *Descubrir la neurodidáctica: aprender desde, en y para la vida.* Ed. UOC, Barcelona.
- Guillén, J. (2017): Neuroeducación en el aula. De la teoría a la práctica. Amazon, UK.
- Gruart, A. (2014). The role of Neurosciences in Education...and vice versa. *International Journal of Educational Psychology*, 3(1), 21 - 48. doi: 10.4471/ijep.2014.02
- Hui, C. H.; Hoe, L. N.; Lee, K. P. (2017): Teaching and Learning with Concrete-Pictorial-Abstract Sequence – A Proposed Model. *The Mathematics Educator*, Vol. 17, No.1&2, 1-28.
- Howard-Jones, P.A. (2014): Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience* **15**, 817–824.
- Marina, J.A. (2012): Neurociencia y educación. *Rev. CEE Participación Educativa*. Nº 1, diciembre.
- Morgado, I. (2005): Psicobiología del Aprendizaje y la Memoria: Fundamentos y Avances Recientes. *Revista de Neurología*, 40 (5), pp. 289-297.
- National Reading Panel (2000): Teaching Children to Read. Cap. 4. Comprehension.
- Pardo F. (2015): Conclusiones. En A. Forés, J.R.Gamo, J.C. Guillén, T. Hernández, M. Ligoiz, F. Pardo y C. Trinidad. *Neuromitos en educación.* Plataforma Actual, Barcelona.
- Polya G. (1965): *Mathematical Discovery.* Wiley.
- Sousa D. (2014): Neurociencia educativa. Mente cerebro y educación. Narcea, Madrid.
- Sousa D. (2018): *El cerebro reconectado.* Biblioteca de Innovación Educativa, SM, Madrid.
- Tirapu J. (2008): *¿Para qué sirve el cerebro? Manual para principiantes.* Desclée de Brouwer, Bilbao.