

Original

Estudio psiconeuropedagógico de funciones ejecutivas en el proceso de razonamiento matemático en un secundario bonaerense

DIANA SALOMÉ GAYOL

DIANA SALOMÉ GAYOL
Licenciada en Educación,
Psicopedagoga. Instituto
Universitario de Ciencias de la
Salud, Fundación H. A. Barceló,
Ciudad de Buenos Aires,
Argentina.

FECHA DE RECEPCIÓN: 22/07/2017
FECHA DE ACEPTACIÓN: 18/08/2017

La presente investigación, realizada entre los años 2014 y 2016, tuvo como objetivo el reconocimiento de las características del razonamiento y de la metacognición que se involucran en las competencias requeridas en el área de matemáticas, en alumnos de nivel secundario de edades entre 13 a 18 años, descubriendo fortalezas y debilidades en sus procesos de aprendizaje. También buscó evaluar los efectos de una intervención psicopedagógica con aportes de las neurociencias. El método fue el relevamiento de funciones ejecutivas y efectividad del razonamiento abstracto en las pruebas académicas, en etapas de pre y post, experimento con un entrenamiento diseñado con pautas autorregulatorias, encontrándose algunas permanencias y desviaciones significativas en los valores de ciertas variables y en el mejoramiento del razonamiento matemático. Un abordaje y trabajo sistematizado en el aula que concomitantemente estimule y desarrolle la metacognición, la memoria, la flexibilidad cognitiva y la inhibición comportamental en esa área de estudio durante el ciclo escolar, favorecería mejoras en los procesos psico-cognitivos involucrados.

Palabras clave: Razonamiento – Metacognición – Autorregulación – Matemáticas.

Psychoneuropedagogical Study of Executive Functions in the Process of Mathematical Reasoning in a Secondary School in Buenos Aires

This research, carried out between 2014 and 2016, aimed at the recognition of the characteristics of reasoning and metacognition that are involved in the competences currently required for its application in the area of mathematics in secondary level students aged between 13 and 18, discovering strengths and weaknesses in their learning processes. It also focuses on the results of a psychopedagogical intervention with important contributions from the neurosciences. The method was the research of executive functions and abstract reasoning effectiveness in academic tests, in pre and post stages, experiment with a training designed with self-regulatory guidelines, finding some permanence and significant deviations in the values of certain variables and in the improvement of the mathematical reasoning. An approach and systematized work in the classroom that concomitantly stimulates and develops metacognition, memory, cognitive flexibility and behavioral inhibition in that area of study during the school year, would favor the improvements in the psycho-cognitive processes involved in mathematical reasoning.

Keywords. Reasoning – Metacognition – Self-regulation – Mathematics.

CORRESPONDENCIA
Lic. Diana Salomé Gayol.
Larrea 770, C1030AAN.
Ciudad de Buenos Aires,
R. Argentina;
dsgayol@gmail.com

Introducción¹

En el contexto de los desfavorables resultados de los exámenes y desempeños generales observados en el área de matemática del nivel secundario en el sistema educativo de Argentina, se han intentado aplicar varias metodologías y brindar explicaciones desde diversos enfoques, para mejorar los procesos de aprendizaje de los alumnos. Los avances alcanzados en las neurociencias en relación al conocimiento del cerebro y su funcionamiento como otra modalidad de abordaje, buscan encontrar un puente significativo con la educación [10], específicamente dentro de las prácticas pedagógicas en las aulas.

En líneas generales, los resultados reflejaron problemas de comprensión, falta de estrategias metacognitivas, dificultades en la transferencia de conocimientos en forma eficiente en el área y sensación de desagrado e incomodidad en el ámbito escolar.² Las mayores dificultades se registran en la capacidad de conceptualización, resolución de operaciones utilizando algoritmos, solución de situaciones, reconocimiento de conceptos en ecuaciones e inecuaciones y en resolver problemas usando funciones. En las Pruebas Aprender se evidencia que, en matemática, sólo el 29.8% alcanza niveles de desempeño satisfactorio / avanzado, llegando el 29.3% al nivel básico de conocimientos y hay una franja significativa del 40.9% que estaría por debajo de ese nivel promedio, en el ámbito de gestión estatal y privado. Esta realidad hace que el propio alumno reconozca su bajo rendimiento y se desanime, disminuyendo el ejercicio de la memoria, y sus capacidades de flexibilidad cognitiva e inhibición comportamental, entre otras, necesarias para hacer ejercicios abstractos. La situación de estancamiento se

reafirmaría al darse cuenta de que no tiene afianzados conocimientos previos, desconociendo su propio estilo saludable de aprendizaje, y como consecuencia al no mejorar su situación en exámenes posteriores, no encuentra una solución y una salida a dicho bloqueo.

Por lo tanto sería necesario, en el área de matemática, formularse ciertos interrogantes: a) ¿reconocen los alumnos sus debilidades, fortalezas y estilos de aprendizaje?; b) ¿puede esperarse que efectivamente mejoren sus habilidades practicando la autorregulación?; c) ¿se podría desde la psicopedagogía, a la luz de aportes sobre razonamiento y funciones ejecutivas de la neurociencia, guiar a los alumnos para mejorar rendimientos de aprendizaje donde estos procesos intervienen?; d) ¿con qué herramientas se puede contar en el aula para saber cómo razonan?. El desafío fue estudiar, mediante una intervención psicopedagógica, las consecuencias de estimular parámetros autorregulatorios en temas de matemática, basada en estrategias que promueven el empleo de funciones ejecutivas.

Hay distintos enfoques que tratan de explicar los procesos del pensamiento matemático, entre los abordados en este estudio están:

a) Psicología genética y sociocultural

De acuerdo a Piaget e Inhelder [9] alrededor de los 5 años aparecen habilidades de razonamiento lógico (capacidades transitiva y de conservación del número) que se van desarrollando por diferentes estadios del desarrollo cognitivo, a través de esquemas que se inician como comportamientos reflejos hasta lograr operacionalizarse, por medio de diversas adaptaciones, para el logro de operaciones concretas alrededor de los 7/11 años y de las formales a partir de los 11, conceptos que darán contexto, entre otros, a la corriente pedagógica del constructivismo. Esto ha estimulado a Anderson ya en 1983 [1] a proponer cuáles deban ser las bases neurocognitivas que sostengan un nuevo abordaje del constructivismo en educación, clasificando de alto orden al razonamiento matemático.

Las concepciones de Vigotsky [14], aportarán

¹ En este artículo se presentan resultados y análisis parciales de la investigación «Efectos de una intervención psiconeuropedagógica basada en estrategias de autorregulación y su relación con el razonamiento en matemáticas» en adolescentes de una escuela técnica.

² Cfr. Aprender 2016. Primer informe de resultados. Buenos Aires: Secretaría de Evaluación Educativa, Ministerio de Educación y Deportes, Presidencia de la Nación (http://educacion.gob.ar/data_storage/file/documentos/primer-informe-nacional-aprender-2016-58e67474a4d2e.pdf).

al constructivismo simbólico, la necesidad e importancia de una enseñanza sistemática que tenga en cuenta para el desarrollo del individuo, funciones psicológicas elementales (por ejemplo la memoria) y superiores (entre ellas el razonamiento) relacionadas con lo sociocultural en dos momentos, el interpsicológico y el intrapsicológico.

b) Teoría cognitiva

Cuando utilizamos un procedimiento para resolver un problema [13], podemos hacerlo por algoritmos (estrategia que garantiza una solución, por ejemplo reglas para la división) o por heurística (procedimientos intuitivos que proveen ayuda en la solución pero no de una manera justificada, basada en el conocimiento, experiencias, suposiciones correctas o no, sin seguridad lógica ni absoluta). Los análisis sobre la incertidumbre postulan que a veces se tiene una sola dimensión de probabilidad o grado de creencias, pero en realidad comprende varios factores, a manera de distintos procesos y experiencias. Esto haría posible que cuando los alumnos enfrentan e interpretan una situación, a veces no evalúen cuidadosamente la información, ni realicen cálculos pertinentes, sino que tomen numerosos atajos cognitivos produciendo una desviación en el procesamiento de lo percibido, en base a sus ideas previas, llevándolos a tomar decisiones erróneas (distorsiones, juicios inexactos, interpretaciones lógicas).

c) El aprendizaje autorregulado: el rol de la metacognición

Bustingorry y Jaramillo Mora [5] distinguen entre el conocimiento y el control metacognitivo, el primero sería el conocimiento declarativo relativo al «saber qué», mientras que el segundo es de tipo procedimental referido al «saber cómo». En consecuencia, diferencian dos componentes uno de naturaleza declarativa y otro de carácter procedimental, para el aprendizaje autorregulado. Las estrategias metacognitivas que estarían vinculadas directamente con algunas funciones ejecutivas, son la planificación (selección adecuada de estrategias para la renovación de información ya existente), la regulación que define el adecuado empleo de estas estrategias y el control que finalmente posiciona a cada paso en relación al proyecto/tarea para evaluar

resultados [7]. Hay estudios que indican que estos procesos, forman otro intermediario de operaciones que ocurren en las mismas áreas del cerebro localizadas en áreas frontales y prefrontales. La memoria de trabajo sería el enlace entre la metacognición y el control ejecutivo del modelo cognitivo, ya que este centro permitiría la recuperación de la información de forma consciente (cuya estimulación y reconocimiento permite conducir el aprendizaje autorregulado), y si es necesario su manipulación y modificación. Además, aquí se encontraría la relación con el aprendizaje, ya que si el alumno tuviese siempre el control de su aprendizaje, influenciaría en la forma en que permita o no la recepción de la enseñanza del docente [11, 3].

d) Neurociencias

Si bien desde un punto de vista psicológico las funciones ejecutivas tratan sobre un constructo heterogéneo, bajo esta denominación se pueden considerar un conjunto de habilidades cognitivas localizadas en los lóbulos frontales cerebrales, especialmente procesadas en la corteza prefrontal, o asociativa multimodal, zona de mayor jerarquía anátomo-funcional del cerebro. Estas habilidades y la metacognición, son decisivas para la comprensión de conceptos complejos en el sentido numérico [12].

Las variables de interés en este trabajo fueron:

1. Memoria de trabajo: procesamiento simultáneo y retención de información durante una tarea cognitiva compleja al realizar cálculos matemáticos, razonamientos, comprensión, resolución de problemas, relatos y descripciones, planeamientos y en la interacción social.
2. Flexibilidad cognitiva: capacidad para modificar un pensamiento o conducta a fin de adaptarse a las cambiantes demandas de una situación. En la escuela, esto se puede ver reflejado cuando un alumno debe cambiar un enunciado o conducta ante la corrección del maestro y en la resolución de problemas cuando debe cambiar de estrategia ante un resultado erróneo.
3. Inhibición de impulsos: control de respuestas

no reflexivas e incorrectas, a nivel motriz y verbal.

Existen distintas evidencias científicas, según analizaron Arán Filipetti y López en 2014 [2], del impacto que los procesos ejecutivos tienen en el desempeño escolar. Se reportaron estudios que demostraron que no todos los componentes de las funciones ejecutivas están relacionados de igual forma con todas las habilidades académicas, y que tendrían mayor influencia en momentos específicos del desarrollo humano. Algunas investigaciones y observaciones sobre memoria de trabajo, inhibición, y flexibilidad cognitiva [4], se han realizado especialmente en niños de preescolar hasta 10 años, como predictores de logros matemáticos, relevando la importancia de estas variables durante el desempeño académico según los objetivos de las currículas estudiadas.

En general hay coincidencia en que la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva son controles ejecutivos centrales que tienen relaciones dinámicas con las competencias matemáticas, sugiriendo un rol importante de la maduración de los circuitos corticales prefrontales del cerebro. Esto es sin duda, lo que marca la necesidad de estudios y diseño de estrategias orientadas hacia la mejora del desempeño académico en las escuelas [2].

El razonamiento ha sido enmarcado como función ejecutiva cuando recurre a la abstracción, usando esquemas con conceptualizaciones explícitas e implícitas y también relacionado con procedimientos que eventualmente utiliza sesgos cognitivos para resolver problemas, con posibilidades de incursión en errores.

El objeto de este estudio fue indagar en qué nivel, en relación con lo esperado por parte de los docentes, están los alumnos del nivel secundario, respecto a su capacidad de razonar matemáticamente, si ellos mismos reconocen sus debilidades, fortalezas y estilos de aprendizaje y cómo se podría desde la psicopedagogía, a la luz de aportes sobre funciones ejecutivas de la neurociencia, guiar a los alumnos para mejorar y explorar herramientas didácticas más eficientes.

La hipótesis es que la intervención psicopedagógica que contempla aspectos autorregulatorios de la metacognición, memoria de trabajo, inhibición comportamental y flexibilidad cognitiva, produce cambios valorativos en estas funciones ejecutivas, relacionadas con procesos de razonamiento matemático en adolescentes. Este planteo es para reconocer si hay relación entre estas variables en condiciones ecológicas de estudio, ya que hasta el momento no se han estudiado de manera conjunta en situación áulica.

En este marco, uno de los objetivos de la investigación fue describir los efectos de un programa de intervención, basado en estrategias de autorregulación y de funciones ejecutivas. Específicamente, evaluar resultados que se puedan observar en las pruebas académicas de los alumnos, en relación con variaciones/permanencias de memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva e inhibición comportamental, además del grado de pertinencia (respuestas correctas) de razonamiento. Las condiciones del protocolo de trabajo fueron no alterar significativamente las condiciones de enseñanza habituales en situaciones con características ecológicas, dado que se hizo en la misma escuela y con sus docentes habituales. Otra condición fue analizar la relevancia desde las concepciones teóricas de la psicología cognitiva y las neurociencias para orientaciones psicopedagógicas sobre aprendizaje en matemáticas.

Por todo esto es que de acuerdo con los objetivos se trabajó en un diseño de tipo empírico con etapas pre y post de pruebas diagnósticas y 15 sesiones de ejercitaciones específicas, a un Grupo experimental para comparar resultados con un Grupo control.

Método

Participantes

Entre los años 2014 a 2016, se trabajó con una muestra de estudiantes de entre 13 y 18 años de edad de educación secundaria con modalidad técnica modalidad que permitió los relevamientos de las funciones psicológico-cognitivas y metacognitivas relacionadas con el razonamiento matemático e intervenciones en el aula. Se estudiaron 70 alumnos, niñas y varones, de una escuela de la provincia de Buenos Aires, que fueron divididos en dos

grupos de igual tamaño (experimental y control) en forma aleatoria. El criterio de inclusión fue que sean alumnos a partir de segundo año, (se excluyó al primer año para que no influyera la variable de adaptación) hasta sexto año (porque en el curso siguiente no se dicta matemáticas), en las mismas condiciones de aprendizaje y socio-culturales.

Instrumentos

Se utilizaron:

a) Para la etapa diagnóstica de funciones psicológicas: 1) cuestionarios con escalas Likert de Rasgos de pensamiento de O'Neill que midieron las Estrategias metacognitivas (Planificación, Monitoreo) y la Motivación (Autoeficacia, Esfuerzo y Percepción de dificultad).

b) Para la etapa de pre y post experimento: 2) pruebas de memoria (retención de dígitos directo e inverso, letras y números del Wais y del Wisc según rango de edad); 3) ejercicios de fluidez verbal para medir flexibilidad cognitiva; 4) Test de Stroop permite evaluar los efectos de la interferencia en el sujeto y su capacidad de control atencional para medir inhibición comportamental; 5) técnica con evaluación de razonamiento matemático adaptados *ad hoc* (anexo 1): preparación de hoja adicional a la prueba académica habitual de Matemática donde se listaron desordenadamente los pasos de razonamiento que debían reconocer los alumnos para resolver los ejercicios y luego ordenarlos correctamente; y 6) para la intervención psicopedagógica (anexo 2): se eligieron conceptos y ejercicios del Manual de Autorregulación para el alumno de la Universidad Nacional Autónoma de México, con el uso de cartulinas para los gráficos, del pizarrón para puestas en común o fijación de conceptos teóricos, de materiales arbitrariamente elegidos propios del ámbito escolar (libro, calendario, caja, lápices, carrete de cinta) y de hojas individuales para algunos ejercicios (planillas y laberintos).

Procedimiento

El estudio se dividió en 3 etapas que buscaron no alterar la situación de clase habitual del docente:

1) Diagnóstico inicial pre intervención: regis-

tro de notas académicas de base; aplicación de cuestionarios de habilidades metacognitivas y de funciones ejecutivas; diagnóstico sobre estructuras de razonamiento: toma de pruebas *ad hoc* de resolución de problemas que evaluó grado de pertinencia del razonamiento.

2) Intervención: entrenamiento del grupo experimental con actividades que estimularon estrategias de aprendizaje autorregulado que implicaron funciones psicológico / cognitivas. Con el grupo control no se realizó ningún tipo de actividad.

3) Diagnóstico post intervención repetición de pruebas y registro de notas académicas al final del proceso de funciones ejecutivas y de razonamiento, en similares condiciones que en etapa 1 para evaluar efectos de la Intervención y compararlos en grupos experimental y control.

Resultados

Estudio estadístico:

Los resultados se expresan como media y desvíos estándar. La distribución Gaussiana se evaluó mediante el Test de Kolmogorov y Smirnov y para la comparación entre grupos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA). Los valores de $p < 0.05$ se consideraron significativos.

Se informan resultados sobre metacognición, funciones ejecutivas y razonamiento, dado que aún falta examinar otras variables como la opinión de docentes, la discriminación por dimensión del cuestionario de metacognición y la discusión del constructo teórico:

Metacognición

Con el objetivo de estudiar las características en los rasgos de pensamiento (rasgos metacognitivos y motivacionales), se analizaron en primer lugar las distribuciones y se obtuvieron los resultados descriptivos de las estrategias de planificación y monitoreo, y los aspectos motivacionales de esfuerzo e interés sobre la tarea y autoeficacia. Los resultados de la prueba de ajuste a una distribución normal de Kolmogorov-Smirnov indican que los valores de todas las medidas de rasgos de pensamiento, muestran que se asemejan a la distribución normal asintótica.

Funciones ejecutivas

En principio se aprecian resultados en donde el grupo experimental mejora positivamente en comparación al grupo de control en las pruebas de dígitos inversos, ordenamiento de dígitos y letras (memoria de trabajo), Stroop PC y Stroop interferencia (inhibición comportamental), fluencia fonológica de A total, perseveraciones de la fluencia de A (flexibilidad cognitiva).

En donde no hubo diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control, ya sea porque los dos mejoraron o porque ninguno lo hizo fue en: dígitos directos (memoria de trabajo), intrusiones de fluencia de A, fluencia total de animales, intrusiones de animales y perseveraciones de animales (flexibilidad cognitiva).

Razonamiento matemático

El análisis de varianza realizado sobre los porcentajes obtenidos de la tarea, muestran un efecto de interacción significativo [$F(1.73) = 4.41$, $MSe = 342.14$, $p = .04$] entre la condición experimental (grupo de control respecto grupo de intervención) y las evaluaciones pre y post-intervención. Al analizar la interacción encontrada mediante las pruebas *post-hoc*, se puede observar que el grupo de control no muestra diferencias significativas entre la evaluación hecha en el pre-test (Intervalo de confianza al 95% = 42.49-59.68) en comparación con el post-test (Intervalo de confianza al 95% = 57.24-68.85). En cambio, el grupo que ha recibido la intervención muestra una mejora significativa ($p < 0.01$) en la evaluación post-test de la tarea (Intervalo de confianza al 99% = 34.76-59.15) en comparación con la evaluación hecha en el pre-test (Intervalo de confianza al 99% = 63.40-79.87).

Conclusiones

Partimos de que, en la arquitectura cerebral, la existencia de un sentido numérico y la búsqueda de significado son innatas [6], así también la cognición social y el lenguaje. El desarrollo de estas funciones es un proceso dinámico impulsado biológicamente con información esencial de la experiencia, cambia a lo largo del tiempo, siempre dirigido por metas y valores, aún en la infancia. Los procesos de aprendizaje cambian la estructura

física del cerebro, alterando su organización funcional. Distintas partes del cerebro pueden estar listas para aprendizajes en tiempos distintos. Cuando las conexiones cambian, también la personalidad puede cambiar tanto para desarmarse como para renovarse. El rol de la emoción en relación con la memoria, el razonamiento y la toma de decisiones, tiene no solo manifestaciones psicológicas sino también fisiológicas en el cerebro.

La investigación científica, desde lo psicológico y desde lo neurocientífico generalmente concuerdan en que la apropiación por parte de los estudiantes del propio conocimiento acerca de sus procesos ejecutivos, a través de mecanismos autorregulatorios, puede mejorar aspectos de sus propios aprendizajes y razonamiento en matemáticas. Esto afianza la necesidad de aportar una enseñanza sistemática que siendo parte de esa *zona de desarrollo próximo* no sólo se imparta el conocimiento académico, sino también hábitos de estudio que, a través del desarrollo del constructivismo simbólico, pongan de manifiesto a los alumnos cuáles son otras variables que influyen en sus aprendizajes. Esto permite al individuo en el ámbito escolar —que funciona mediando los saberes para construir desde lo social—, tener significantes propios. Por esto es que, para comprobar la hipótesis, se hizo un diagnóstico general previo de dimensiones metacognitivas de autorregulación, mostrando valores que se asemejan a la distribución normal entre todos sus integrantes. Y, por otro lado, para que se les pudiese evaluar el impacto de una Intervención psicopedagógica, específicamente sobre las funciones ejecutivas, es que al comparar valores pre y post, se notaron algunas diferencias significativas intergrupales superadoras en la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva, la inhibición comportamental y el razonamiento abstracto. Si nos detenemos específicamente en esta función psicológica superior, se debe tener en cuenta el proceso de socialización (aprendizaje), que con la organización de mediadores semióticos (signos y símbolos de las matemáticas) conlleva al monitoreo y control volitivo como autorregulación conciente. Esta internalización no debe ser una «copia», habitual en los alumnos que tienen dificultad

des—, de la realidad externa que le presenta en la clase el docente, sino un proceso donde desarrolle un plano interno de los conocimientos y de los pasos para resolver situaciones problemáticas. En este punto es que es significativo reconocer el estilo de comunicación que el alumno tenga con el docente, para revisar posibles problemas que se presenten: si lo consulta en sus dudas, si el error es punto de partida de aprendizajes. Por lo tanto, confluyen aquí, la modalidad de impartir conceptos, procedimientos y valores del profesor (comunicación), la atención, percepción y motivación del alumno para lograr esta internalización de conceptos y razonamientos, de manera que puedan ser luego de la conversión de signos externos en medidas de regulación interna (metacognición y autorregulación de funciones ejecutivas).

El foco de análisis se centralizó en otras capacidades, que pudieran ser entrenadas en los tiempos que permitía el calendario escolar para no alterar la dinámica de los docentes. Y es aquí que se puede empezar a demostrar que mientras el docente trabaja con los conceptos, esquemas y razonamientos abstractos que son propios de su currículum de matemática, puede presentar como una variable didáctica los ejercicios donde concientemente los alumnos reconozcan la utilización de la memoria de trabajo (para el recuerdo semántico, mecánico, pensamiento racional, toma de decisiones que los lleve a comprender el cálculo y las actividades cognitivas asociadas), la flexibilidad cognitiva (reconocimiento del error a modo de facilitador del aprendizaje por el uso de estrategias alternativas), la inhibición comportamental (para controlar conductas impulsivas que muchas veces los conducen a sesgos cognitivos, que aunque parezcan reflexivos les impiden detectar sus propios errores, perpetuando el razonamiento o abordajes inadecuados) y el razonamiento (para la resolución de situaciones problemáticas). Estas son las variables que desconocen los individuos, creyendo que su rendimiento académico se debe sólo a su grado de atención, percepción, al grado de gusto/disgusto por la materia, y al tiempo dedicado al estudio. Lo que sucede es que el tiempo empleado por los estudiantes muchas veces supera en canti-

dad (horas áulicas y extraáulicas de preparación) el contacto con la materia, pero esto no se traduce ni en calidad ni en los valores estadísticos más eficientes, en el alcance de objetivos y competencias curriculares previstas.

El auto monitoreo implica no sólo reconocerlos como factores aislados, sino también como predictores de logros académicos a nivel declarativo y procedimental. Y por ende, implica estimular habilidades e internalización de experiencias que generen un círculo virtuoso de modificación de funciones psicológicas, organización de estímulos, procesos mentales que den satisfacción y nuevas conexiones cerebrales que desarrollen con normalidad la natural predisposición a los beneficios que la plasticidad cerebral permite a los seres humanos. en general y a los adolescentes en particular.

Si bien la brevedad del tiempo de duración de este estudio, podría tomarse como una limitación, es alentador que se hayan podido encontrar variaciones de mejora en algunos aspectos de las funciones ejecutivas y en la modalidad de razonamiento a quienes se les impartió el entrenamiento. Comprobándose aunque parcialmente la hipótesis inicial, se puede constatar que la expansión de los límites de la educación y las neurociencias ofrecen una oportunidad para crear una más comprensiva teoría del aprendizaje humano [8], teniendo en cuenta algunas funciones ejecutivas, siempre y cuando esto pueda sostenerse en prácticas de real efectividad en el aula. Este es el punto de partida de la presente y de futuras investigaciones, donde explicaciones teóricas y otras con fundamentos fácticos sugieren vínculos entre el saber hacer, el saber que se sabe y el demostrar lo que se sabe, para producir modificaciones eficaces en los razonamientos académicos, pero aún falta analizar las consecuencias prácticas en nuestras aulas, de una intervención psicopedagógica que las ratifique o rectifique.

Podrían tenerse en cuenta estas recomendaciones:

a) El seguimiento y la actualización de un abordaje psicológico y psicopedagógico, a modo de modelo de análisis en el aula, al

- docente que contemple aportes basados en la evidencia de las neurociencias en educación.
- b) La capacitación a los docentes para vincular los contenidos, las funciones cognitivas y la metacognición en el aprendizaje de las matemáticas.
 - c) El incentivo en el desarrollo de variaciones didácticas que comprueben grados de incidencia en situaciones de aprendizaje.
 - d) La consideración de que, para mejorar el razonamiento abstracto en matemáticas, no basta sólo con la repetición o la explicación oral, sino que hace falta la escritura de los pasos para la resolución de problemas, además de símbolos y fórmulas numéricas.
 - f) La estimulación en los estudiantes de estilos de aprendizaje que incluyan el autococonocimiento y la autorregulación, orientados al logro de metas propias.
 - g) La promoción de líneas de investigación aplicables a otros sujetos en condiciones socio-culturales similares.
- Nota: El presente trabajo de Investigación se realizó con los aportes financieros del Instituto Universitario de Ciencias de la Salud, Fundación H. A. Barceló, Ciudad de Buenos Aires, R. Argentina.

Referencias

1. Anderson J. The architecture of cognition. Cambridge, MA: Harvard University; 1983.
2. Arán-Filippetti V, López M. The Role of Executive Functions in Academic Competences: An Analytical Review. In: Bennett K. Executive Functioning: Role in Early Learning Processes, Impairments ie. New York: Nova Science Publisher; 2014.p. 305-22.
3. Boekaerts M, Corno L. Self-Regulation in the Classroom: A Perspective on Assessment and Intervention. *Appl. Psychol.* 2005; 54 (2):199-231.
4. Bull R, Scerif G. Executive Functioning as a Predictor of Children's Mathematics Ability: Inhibition, Switching, and Working Memory. *Dev Neuropsychol.* 2001; 19 (3): 273-93.
5. Bustingorry S, Jaramillo Mora S. Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos.* 2008; 34(1):187-97.
6. Dehaene S. The number sense: how the mind creates Mathematics. New York: Oxford University Press; 1997.
7. Kaiser A, Kaiser R, Lambert A, Hohenstein K. Auf einen Blick: Ergebnisse des Projekts mekoFUN Effekte metakognitiv fundierten Lernens in der Grundbildung [on line]. München: Universität; 2014. http://www.kbe-bonn.de/fileadmin/Redaktion/PDF/VeLLE_mekoFUN/auf-einen-blick-A5.pdf
8. Mogollón E. Aportes de las neurociencias para el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. *Rev Electr Educare.* 2010;14(2):113-24.
9. Piaget, J, Inhelder B. Psicología del niño. Madrid: Morata; 1997.
10. Sigman M, Peña M, Goldin A, Ribeiro S. Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nat Neurosci.* 2014 Apr;17(4):497-502. doi: 10.1038/nn.3672. Epub 2014 Mar 26.
11. Schwartz NH, Scott BM, Holzberger D. Metacognition: A Closed-Loop Model of Biased Competition—Evidence from Neuroscience, Cognition, and Instructional Research. In: Azevedo RA, Roger Azevedo AV, editors. *International Handbook of Metacognition and Learning Technologies* New York: Springer; 2013. p 79-94.
12. Soprano AM. Como evaluar la atención y las funciones ejecutivas en niños. Buenos Aires: Paidós; 2009.
13. Vergnaud G. La teoría de los campos conceptuales. *RDM.* 1990; 10(2):133-70.
14. Vielma Vielma E, Salas ML. Aportes de las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner. Paralelismo en sus posiciones en relación con el desarrollo. *Educere [en línea];* 2000 [citado 22/11/2017]; 3(9):30-37. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35630907>

ANEXO 1. Modelo hoja de razonamientos (respondido por un alumno)

Tema: <i>Cónicas</i>		
Apellido y nombre del alumno:		6° año
Profesora:		Fecha:
Ejercicio	Resolver el siguiente sistema de ecuaciones por el método de Gauss e indicar claramente el conjunto solución: $x + 3y - z = 4$ $-2x + y + 2z = -1$ $3x + 2y - 3z = 3$	
Orden	Tarjeta	Razonamiento
1	VERDE	<i>Ordenar las ecuaciones según su coeficiente principal.</i>
4	ROJA	<i>Obtener un sistema equivalente y repetir el procedimiento hasta conseguir despejar cada una de las incógnitas del sistema.</i>
5	AZUL	<i>Clasificar el sistema e indicar el conjunto solución.</i>
3	AMARILLA	<i>Sumar o restar dos de las ecuaciones entre sí para eliminar alguna de las incógnitas.</i>
2	MARRÓN	<i>Multiplicar miembro a miembro alguna de las ecuaciones por una constante conveniente.</i>

ANEXO 2. Extracto *Planificación de la intervención por sesión*

Sesión	Contenidos	Actividad, modalidad y participante
1	Aprendizaje: qué es, significado de «aprender a aprender». Objetivo como meta, la tarea como actividad, el propósito el cómo y el qué hacer Valor del estudio: razones para estudiar.	Explicación de conceptos (E) Reflexión y análisis grupal (A) Reflexión individual (A) Puesta en común
2	Administración del tiempo: planificación con distintos niveles de anticipación, priorización de actividades personales y escolares. Funciones ejecutivas: memoria de trabajo	Completar Diagrama 1/ Individual. (A). Completar Diagrama 2 / Individual (A). Explicación de concepto de memoria de trabajo (E) Recordar y escribir un listado de palabras- concepto de temas de matemática, expuestas durante 1'. Grupal. (A)

Ref. Participante: E=Entrenadora; A= Alumno.