



FUNDACION H. A. BARCELO
FACULTAD DE MEDICINA

**ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE
RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA
SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES.**

Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación

Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Año : 2017

Período: 2014 - 2017

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Agradecimientos y dedicatorias: El presente trabajo contó con el apoyo y la colaboración de muchas personas que confiaron en que el mismo era significativo para el estudio y análisis de una realidad educativa.

En principio mi agradecimiento a la Fundación Barceló por su apoyo para que este sea un proyecto sustentable, en la persona de su Rector el Prof. Dr. Héctor A. Barceló que comparte conmigo el amor por la docencia y al Dr. Hugo Arce que supo aclararme con filosofía mis dudas respecto a las condiciones objetivas para hacer una investigación. El Dr. Roberto Baistrocchi fue quien, con mucha paciencia, me orientó en los principios básicos de la estadística para reconocerla como forma científica de justificar mis resultados.

En este reconocimiento, también están presentes, el Ing. Pedro Werner, Director de la Escuela Tecnológica donde hice la investigación que, con su amplitud de criterio, reconoció que el tema tiene total actualidad y que autorizó que los alumnos podían ser partícipes. Asimismo, a los docentes de Matemática, los Profesores Alejandro Fernández, Analía Chaparro, Natalia Grimaldi, Mónica Lean, Adrián Cristóforo y Juan De Gennaro un especial reconocimiento porque se prestaron ampliamente a mis requerimientos, compartieron los objetivos,

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

dieron sus opiniones, ninguna objeción plantearon, aunque a veces les modificara modalidades de dar sus clases y estuvieron atentos puntualmente a las necesidades de formas de presentar el material de las mismas. Una dedicatoria especial de gratitud por su buena disposición a los profesores Javier Imoberdorff, Norberto Baygorria como así también a Mauricio García.

Las familias de la Escuela y sobre todo los chicos que se prestaron a las diferentes pruebas por las que durante dos años fueron examinados y reexaminados, sintiéndose en total libertad de opinar sobre su continuidad o no en el proyecto, también tienen mi mayor aprecio.

Esta investigación se la dedico a Alberto y Julia, mis queridísimos padres, que desde donde estén saben que son parte de mi estilo de trabajo, y a mi hijo Federico que me asistió en cuestiones técnicas y humanas, como siempre.

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación.
Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

INDICE

Resumen del Proyecto	6
INTRODUCCIÓN.....	7
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL DE LA CUESTION.....	12
Aportes desde la Psicología Genética y lo Sociocultural.....	13
Aspectos relevantes de la teoría cognitiva en relación con el razonamiento. .	15
La Percepción, la Atención y la Motivación: sus roles en el aprendizaje.....	17
El aprendizaje autorregulado: el rol de la Metacognición.....	19
Aportes desde las Neurociencias.....	21
Funciones ejecutivas.....	23
Contribución de las Funciones Ejecutivas en el desempeño escolar en matemática.....	25
Plasticidad cerebral.....	27
Cerebro adolescente.....	29

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación.
Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

MÉTODO

Participantes.....	31
Pruebas y materiales.....	32
Instrumentos.....	32
Procedimiento.....	35
RESULTADOS.....	36
DISCUSION, CONCLUSION Y RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	53

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Palabras Clave: razonamiento matemático-funciones ejecutivas-metacognición

Resumen del Proyecto

Los bajos rendimientos de aprendizaje registrados escolar y estadísticamente corroborados desde 1999 a la fecha en el área de matemática en alumnos de la escuela secundaria, son motivo de preocupación no solo para la propia institución escolar, sino que se manifiestan en el sistema educativo de Argentina. En el contexto de los resultados en exámenes y desempeños generales, se han intentado varias explicaciones desde diversos enfoques para mejorar los procesos de aprendizaje de los alumnos. La presente investigación tuvo como objetivos el reconocimiento de las características de razonamiento y de la metacognición que se involucran en las competencias requeridas actualmente para su aplicación en el área de matemáticas en alumnos de nivel secundario, descubriendo fortalezas y debilidades en sus procesos de aprendizaje y evaluando los resultados de una intervención psicopedagógica con aportes de las neurociencias.

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

El método fue el relevamiento de funciones ejecutivas, procesos cognitivos y motivacionales, siendo algunos de ellos analizados en etapas de Pre y Post experimento con un entrenamiento diseñado con pautas autorregulatorias, encontrándose algunas permanencias por un lado y por otro, desviaciones significativas en los valores de ciertas variables y en el mejoramiento del razonamiento matemático.

Se concluyó que un abordaje y trabajo en el aula que no solo contemple aspectos informativos y de automatización de operaciones matemáticas, sino también aquellos que concomitantemente estimulen y desarrollen la metacognición de la actividad en esa área de estudio y sistematizado durante el ciclo escolar, favorecería mejoras en los procesos psico-cognitivos involucrados.

INTRODUCCION

El diagnóstico de bajo rendimiento en el área de Matemática, relevado a través de Informes internacionales como Programme for International Student Assessment PISA 2012 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2014) y nacionales como Censo Operativo Nacional de Educación ONE 1999-2010, emitidos por el Ministerio de Educación de la Nación

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Argentina (Nación, 2012) reflejó dificultades con respecto a las competencias necesarias en la mencionada área de estudio: alumnos con 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, mostrando que donde se registran las mayores dificultades son en: la capacidad de conceptualización, resolución de operaciones utilizando algoritmos, solución de situaciones, reconocimiento de conceptos en ecuaciones e inecuaciones y resolver problemas usando funciones. Además, el 30% de alumnos que terminan su cursada, solamente podrían resolver problemas simples en contextos que involucren contenidos aprendidos a lo largo de toda su formación escolar, pero no específicos de los últimos años. Mientras que en las Pruebas Aprender (Resultados Aprender 2016 ,2016) se evidenció 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, tanto sea el ámbito de gestión estatal como privada.

Esto, según mi práctica profesional en las escuelas, se evidencia en calificaciones por debajo de lo que cada distrito educativo considera como nota

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

de aprobación, con recurrentes incumplimientos de objetivos de aprendizaje y dificultades manifiestas de razonamiento abstracto y numérico durante el año lectivo, ya sea durante las actividades de clase y/o en pruebas periódicas, y que hasta en algunos casos tienen como consecuencia que los alumnos reprobren la materia debiendo compensarlos en distintos períodos de Mesas de Exámenes. Esta realidad hace que el propio alumno manifieste su reconocimiento sobre su bajo rendimiento, se desanime disminuyendo su atención, concentración, ejercicio de la memoria, por no tener afianzados conocimientos previos y desconocer su propio estilo efectivo de aprendizaje y, al no mejorar su situación en exámenes posteriores, no le encuentra una solución, reafirmando la situación de estancamiento.

El núcleo central de esta problemática es que, teniendo en cuenta las competencias que se estipulan en los curriculums, los resultados obtenidos en los exámenes escolares y en los estudios estadísticos, este estudio se enfoca en:

- a) Selección de funciones psicológicas intervinientes en los procesos de aprendizaje: atención, percepción y motivación.

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación.
Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

- b) Reconocimiento de debilidades y fortalezas en el aprendizaje de las matemáticas a través de la metacognición
- c) Especificación de una de las competencias requeridas en el curriculum escolar: el razonamiento abstracto.
- d) Detección de funciones ejecutivas directamente relacionadas con el razonamiento: memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva e inhibición comportamental.

Esto nos conduce a la necesidad de plantear cuáles serían para hacer un diagnóstico de base, los índices de atención, percepción, motivación y conocimiento metacognitivo que tienen los alumnos. Y luego para comprobar el impacto de una intervención educativa con parámetros autorregulatorios y ejercitación de funciones ejecutivas, concentrarse específicamente en variaciones/permanencias en estas últimas que hayan sucedido, además del grado de pertinencia (respuestas correctas) de Razonamiento en pruebas académicas de los alumnos sin alterar significativamente las condiciones de enseñanza habituales, en situaciones de prueba y entrenamiento con características ecológicas por hacerlo en la misma escuela y con sus docentes habituales.

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Hay distintos enfoques que tratan de explicar los procesos del pensamiento matemático desde lo escolar, la situación adolescente como etapa biológica, los factores del aprendizaje, los mecanismos cerebrales que forman parte en distintas funciones y procesos cognitivos y hasta la influencia de lo social y lo familiar (Boekaerts, 1999; Dehaene, 1997; Kohan, 2008; Lavados, 2013; Sigman, Peña, Goldin, y Ribeiro, 2014; Vergnaud, 1990 entre otros).

Es en ese marco que el Objetivo General propuesto fue describir los efectos de un programa de intervención, basado en estrategias de autorregulación y de funciones ejecutivas que pudieran incidir en variaciones cuantitativas del razonamiento matemático de alumnos secundarios. Mientras que los Objetivos específicos fueron:

1. Descubrir las fortalezas y debilidades del alumnado en sus procesos autorregulatorios para el aprendizaje en matemáticas.
2. Releva condiciones de funciones psicológicas de atención, percepción y motivación de los alumnos.
3. Evaluar el impacto que tendría una intervención neuropsicopedagógica en las funciones ejecutivas de memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva e

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

inhibición, y en la metacognición en el ámbito del razonamiento matemático.

4. Analizar la relevancia desde las concepciones teóricas de la Psicología Cognitiva y las neurociencias para orientaciones psicopedagógicas sobre aprendizaje en matemáticas.

La **hipótesis** planteada es que la intervención psicopedagógica que contempla aspectos autorregulatorios de la metacognición y de las funciones ejecutivas, produce cambios valorativos en la memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva e inhibición comportamental lográndose mejoras en procesos de razonamiento matemático en adolescentes

Por todo esto es que se trabajó en un diseño de tipo empírico con etapas de Pre y Post de pruebas diagnósticas y 15 sesiones de ejercitaciones específicas a un Grupo experimental para comparar resultados con un Grupo control.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL DE LA CUESTION.

En este estudio se recorren sustentos psicológicos y neurobiológicos (reflejados algunos en investigaciones y otros en modelos teóricos) que explican

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

el desarrollo cognitivo desde una perspectiva psicogenética; la importancia de lo sociocultural en el constructivismo simbólico, la intervención e internalización de procesos/funciones psicológicas superiores; la formación de los conceptos y modelos de procesamiento numérico; las conceptualizaciones, los esquemas y los sesgos cognitivos como elementos del razonamiento; la participación de la percepción y la atención como procesos asociados a las funciones ejecutivas; la incidencia de la motivación como atribución del éxito /fracaso escolar; el rol de la metacognición como auto conciencia sobre la propia cognición y operador integral en el aprendizaje autorregulado y la importancia de reconocer a la neuroplasticidad como mecanismo dinámico de las condiciones neurales que permiten que el cerebro cambie con la experiencia y que trabaje en red.

Aportes desde la Psicología Genética y lo Sociocultural

De acuerdo a Piaget e Inhelder (1997) 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

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

logro de operaciones concretas alrededor de los 7/11 años y de las operaciones formales a partir de los 11 años, conceptos que darán contexto, entre otros, a la corriente pedagógica del constructivismo. Esto ha estimulado a Anderson ya desde 1983 a proponer cuáles son las bases neurocognitivas que sostienen un nuevo abordaje del constructivismo en educación, clasificando al razonamiento matemático como de alto orden.

Las concepciones de Vigotsky, aportarán al constructivismo simbólico, la necesidad e importancia de una enseñanza sistemática que tenga en cuenta para el desarrollo del individuo Funciones psicológicas relacionadas con lo sociocultural:

a) procesos elementales (de origen biológico) como Sensación, Atención reactiva y Memoria.

a) funciones psicológicas superiores (de origen sociocultural) como el lenguaje, la planificación y el razonamiento. Aparecen en dos momentos. En un primer momento, se manifiestan en el ámbito social entre personas (interpsicológica) y, en un segundo momento, en el ámbito individual en el interior del propio niño (intrapsicológica).

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Postula al desarrollo como proceso social que es condicionado y auxiliado por adultos desde el nacimiento, en el contexto de una Zona de Desarrollo Próximo, un constructo hipotético que evidencia la diferencia entre lo que independientemente un niño logra y aquello que puede lograr, haciendo énfasis en que el funcionamiento cognitivo está indefectiblemente originado y desarrollado como actividad conciente con el mundo externo. Encontraremos entonces que toda acción, por ejemplo las lógicas matemáticas, son parte de construcción del propio sujeto que tienen un origen sociocultural, a través entre otros mediadores, de la enseñanza en la escuela. (Vielma Vielma, Elma; Salas, María Luz, 2000).

Aspectos relevantes de la teoría cognitiva en relación con el razonamiento

Un *esquema* es la organización invariante de la conducta para una clase de situación dada y aquí es donde los conocimientos-en-acto (elementos cognitivos que permiten la operacionalización de la acción) se investigan. Los esquemas son frecuentemente eficaces con conceptualizaciones implícitas, pero no siempre efectivos, y aunque el sujeto sea capaz de realizar la serie de operaciones, es difícil que a veces puede explicitar las reglas en las que se basó.

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Y es en estas dificultades conceptuales que es importante la elección de correctas operaciones en base a datos implícitos, por ejemplo: extraer información de la lectura del enunciado o de informaciones físicas (medidas, valores preestablecidos) y/o búsqueda en otra documentación auxiliar, combinándolas con adiciones, sustracciones, multiplicaciones y divisiones.

Cuando utilizamos un procedimiento para resolver un problema, 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 creen que a veces tiene una sola dimensión de probabilidad o grado de creencias, pero en realidad comprende varios factores como 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 toman numerosos atajos cognitivos produciendo una desviación en el procesamiento de lo percibido en base a sus ideas previas, que suelen llevarlos a tomar decisiones erróneas (distorsiones, juicios inexactos, interpretaciones ilógicas).

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

La Percepción, la Atención y la Motivación: sus roles en el aprendizaje.

La percepción y la atención son consideradas estructuras relacionadas con las funciones ejecutivas y cada una de ellas, interrelacionadas, actúan sinérgicamente en los procesos de aprendizaje.

Se reconoce a la *percepción* como multisensorial, cuando se comprueba que el aprendizaje puede realizarse igualmente, aunque algunos de los sentidos se vean afectados (por ejemplo lo auditivo o lo visual). Basándose en análisis hechos por el psicólogo Shams (2010, citado en Moran, Bachman, Cannon, Pham & Shams, 2013), se observó que se activan distintos procesos compensatorios que involucran informaciones por vías táctiles, olfativas, gustativas, térmicas y temporales, entre otros, pudiendo contribuir u obturar la adquisición de saberes y emociones.

Desde distintas líneas de investigación, se caracteriza a la *atención* como a la interrelación entre distintas modalidades sensoriales y a la posibilidad que actúe también en forma encubierta. Es un proceso cognitivo que permite a los organismos procesar (por rasgos propios determinando su importancia para la ejecución de alguna tarea) aferencias sensoriales relevantes, pensamiento o

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

acciones, a la vez que se ignoran las irrelevantes o distractoras. Una de sus características es la capacidad limitada de estímulos a procesar en un tiempo dado, esto es porque la actividad de las áreas cerebrales involucradas no puede exceder el monto de energía disponible para su funcionamiento. A estos recursos que son ocupados en una situación o tarea específica se propone definirlos como carga perceptual o atencional, según Lavie (1995, citado en Ortega y Aboitiz 2013). La atención implica tanto un nivel focalizado como periférico para absorber información de lo que está directamente con acceso a la conciencia y de lo que va más allá del foco inmediato de atención, ya que responde a un contexto sensorial amplio.

En una investigación realizada por Vazquez Alonso y Manassero Más publicada en 2009, la atribución causal del éxito y del fracaso escolar en Matemáticas tiene que tener en cuenta los dos tipos de motivaciones (intrínseca y extrínseca), y en especial la del motivo de logro que implica una disposición general para conseguir el éxito en la tarea, competencia respecto a las normas establecidas para calificarlo como tal. Es por esto que el constructo “motivación de logro” sirve para describir más específicamente a conductas en el contexto escolar. El modelo que presentan es el de Weiner donde se postulan tres dimensiones para

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

clasificar causas singulares de cada individuo: Lugar de Causalidad, Estabilidad y Controlabilidad. Y encuentran en las dimensiones causales a las que tienen una serie de consecuencias psicológicas inmediatas, vinculadas con expectativas y emociones que afecten el valor subjetivo del logro.

El aprendizaje autorregulado: el rol de la Metacognición

Partiendo de conceptos de la teoría socio-cognitiva se comprobó la importancia de las interacciones de la metacognición no solo con la motivación sino también lo emocional en el aprendizaje autorregulado, centrado en la tarea a nivel personal y de la tarea misma, a través del autoconocimiento declarativo y procedimental. Esto serviría para definir estrategias que permitan al alumno reconocer su propio aprendizaje, capacidades, habilidades, enfocar un problema, tomar decisiones, transferir lo que sabe a otros contextos, reconociendo las demandas y las metas de sus actividades (Boekaerts, 1999; Efklides, 2011; Vohs & Baumeister, 2011).

El *aprendizaje autorregulado* (SRL por sus siglas en inglés) busca que los alumnos activamente fijen sus metas de aprendizaje, elijan estrategias apropiadas, planeen sus tiempos, organicen y prioricen materiales e información,

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

monitoreen su aprendizaje a través de comentarios de sus docentes además de sus propias autoevaluaciones y hagan ajustes para futuras actividades. Estas son las conclusiones a las que llegaron después de una investigación Effeney, Carroll y Bahr en 2013, identificando las estrategias y contextos de formación en adolescentes de 15 a 17 años.

Para Bustingorry y Jaramillo Mora (2008) hay una distinción entre 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, diferencia dos componentes uno de naturaleza declarativa y otro de carácter procedimental para el aprendizaje autorregulado.

Las estrategias metacognitivas que estarían vinculados 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.

(Kaiser & otros, 2014). Hay estudios que indican que los procesos cognitivos y metacognitivos de monitoreo y control, forman un proceso intermediario de

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

operaciones que ocurren en las mismas áreas del cerebro localizadas en áreas frontales y prefrontales y que la memoria de trabajo es el enlace entre la metacognición y el control ejecutivo del modelo cognitivo ya que este centro permitiría la recuperación de la información de forma conciente (*cuya estimulación y reconocimiento permite conducir el aprendizaje autorregulado*), y si es necesario su manipulación y modificación. Aquí encontraría la relación además con el aprendizaje, ya que si el alumno es siempre quien tiene el control de su aprendizaje, influenciaría en la forma en que permite o no la recepción de la enseñanza del docente (Schwartz et al., 2013).

Una investigación llevada a cabo con docentes estudiando los efectos de la meta cognición en el aprendizaje de la matemática, concluyeron que su empleo incrementa la comprensión y la habilidad de resolver problemas, consistente con los estudios previos mencionados (Akbaria, Khayer&Abedi,2014).

Aportes desde las Neurociencias

Los neurocientíficos concluyeron que probablemente en el momento del nacimiento los seres humanos tenemos un cerebro parecido al de nuestros ancestros de hace más de 5.300 años y que los niños al nacer, poseen un núcleo

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

de conocimientos conceptuales que incluyen nociones de matemática (sentido numérico), cognición social y lenguaje como una estructura neural preexistente que se desarrollará para funciones fundamentales en la adquisición de habilidades (Dehaene 1997). Por otra parte, Gilmore, McCarthy y Spelke en 2010, demostraron en sus investigaciones con niños que ellos pueden utilizar estas capacidades para realizar sumas y restas aproximadas a nivel simbólico antes de aprender aritmética. La explicación de cómo emergería la coordinación de múltiples áreas del cerebro durante la infancia, es que ese sentido numérico o sistema aproximado de números expuesto al lenguaje, la cultura y la formación matemática, lleva a la adquisición de dominio de habilidades (nombres de números, procedimientos de cálculos con dígitos, coordinación de conceptos y representaciones entre códigos lingüísticos, simbólicos y analógicos). Es base para el desarrollo de funciones fundamentales en la adquisición del razonamiento matemático que, expuesto a estímulos del entorno en una escolaridad formal se estructurará como las competencias esperables para el aprendizaje de la matemática en el curriculum: resolución de problemas por razonamientos abstractos y numéricos, comunicación de la información y manejo de técnicas. Todo esto tendría evidencias en patrones de localización cerebrales

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

específicos que integran procesos de atención y percepción descriptas como parte de una arquitectura cognitiva.

Funciones ejecutivas:

Si bien desde un punto de vista Psicológico se trata de un constructo heterogéneo, abarcativo, con frecuentes solapamientos con funciones pertenecientes a otros dominios cognitivos, bajo esta denominación se pueden considerar un conjunto de habilidades cognitivas que permiten la anticipación y el establecimiento de metas, la planificación, el inicio de las actividades y operaciones mentales, la autorregulación emocional en las tareas y la habilidad de llevarlas a cabo eficientemente, localizadas en los lóbulos frontales cerebrales, especialmente procesadas en la corteza prefrontal, terciaria o asociativa multimodal, zona de mayor jerarquía anatómico funcional del cerebro. Asimismo, las habilidades metacognitivas las incluye, junto a los conceptos y necesidades individuales de ser conscientes de su propio nivel de conocimiento ante la tarea y de cómo usarlas para aprender a aprender.

Ambas, las funciones ejecutivas y la metacognición, son decisivas para la comprensión de conceptos complejos en el sentido numérico (Soprano, 2009).

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Las que interesaron especialmente en este trabajo fueron:

a) Memoria de trabajo

A través de la memoria de trabajo es posible el procesamiento simultáneo y retención de información durante una tarea cognitiva compleja como al realizar cálculos matemáticos, razonamientos, comprensión, resolución de problemas, relatos y descripciones, planeamientos y en la interacción social.

Su déficit resulta en desorganización, dificultades sociales y cognitivas.

Hay varios tipos de *memoria*, a los fines de este trabajo se pondrá énfasis en caracterizar conceptos generales de la memoria de trabajo (MT). Morgado y Beilock (2005 citado por Mogollón, 2010), explica que es un sistema generalizado de control cognitivo y ejecutivo que dirige el aprendizaje significativo, incluyendo a la atención, motivación, emoción y a la percepción. Otro estudio de Beilock en 2008 afirma que la MT además es responsable de la ansiedad en el rendimiento matemático bajo situaciones de estrés y confirma el rol de la amígdala, como centro cerebral de las emociones. Para Beilock, siendo esta memoria la responsable de recibir información y retenerla para la toma de

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

alguna decisión importante, esta información se consume o pierde en escenarios de ansiedad o estrés.

b) Flexibilidad cognitiva: Capacidad para modificar un pensamiento o conducta a fin de adaptarse a las cambiantes demandas de una situación. Esto se puede ver reflejado en el caso del escolar, para cambiar un enunciado o conducta ante la corrección del maestro y en la resolución de problemas debiendo cambiar de estrategia cuando llega a un resultado erróneo.

c) Inhibición de impulsos: Esta capacidad permite el control de respuestas no reflexivas e incorrectas, tanto a nivel motriz como verbal. Su déficit se manifiesta en conductas impulsivas, atropelladas y en hiperkinesia.

Contribución de las Funciones Ejecutivas en el desempeño escolar en matemática.

Existen distintas evidencias científicas, según analizaron Arán Filipetti y López en 2014, del impacto que los procesos ejecutivos tienen en el desempeño escolar; estudios han demostrado que no todos los componentes de las funciones ejecutivas están relacionados de igual forma con todas las habilidades

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

académicas, y que tendrían mayor influencia en momentos específicos del desarrollo humano. Algunas investigaciones y observaciones sobre Funciones Ejecutivas (Bull et al, 2001-2008; Espy et al 2004; Witt, 2006) como Memoria de Trabajo, Inhibición, y Flexibilidad cognitiva, se han realizado especialmente en niños de preescolar hasta 10 años, como predictores de logros matemáticos relevando la importancia de las mismas durante el desempeño académico según los objetivos de las currículas estudiadas.

Mientras que Bull y Scerif (2001)], hallaron que esas funciones ejecutivas predicen las habilidades matemáticas en niños de 6 a 8 años de edad, Epsy et al. [2004] hallaron que la inhibición y, en menor medida, la memoria de trabajo contribuyen sustancialmente al rendimiento matemático

En cambio, para Andersson en 2008, solo la inhibición no pudo ser totalmente confirmada como proveedora de una significativa contribución al desempeño en aritmética dado que quizás esta acción sea “capturada” por otras tareas asociadas, por ejemplo, uso de información almacenada en memoria de largo plazo y no solo en la memoria de trabajo o porque en ese rango de edad el control inhibitorio es aún inmaduro (Van der Ven et al, 2011).

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

En lo que se coincide en general es que tanto la memoria de trabajo como 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 como señalan Aran Filippetti y López (2014), lo que marca la necesidad de estudios y diseño de estrategias orientadas hacia la mejora del desempeño académico en las escuelas.

El razonamiento ha sido enmarcado como función ejecutiva cuando recurre a la abstracción, como 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.

Plasticidad cerebral

Las distintas formas de aprendizaje contribuirán a desarrollar durante toda la vida y no solo en una etapa infantil, lo que se conoce como Neuroplasticidad. Esta situación de cambio estructural - funcional respondiendo a estímulos y la internalización de diversas experiencias, implicando modificaciones que incluirán tanto alteraciones de procesos químicos de neurotransmisores como sinápticas

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

(eficacia, formación, alteración en la densidad de espinas y longitud dendríticas) en relación a estímulos externos tanto en información como en cuanto a motivación, modificarán también habilidades y percepciones del sujeto.

La experiencia y el aprendizaje son factores claves para modelar el cerebro ya que a través de innumerables sinapsis van desapareciendo las conexiones poco utilizadas y se refuerzan las más activas. Aunque se hipotetice que éstas son preponderantes en los primeros 15 años de existencia, estas diagramaciones de células nerviosas permitirían que en años posteriores se configure cierta plasticidad que habilita aprendizajes a lo largo de la vida para, por ejemplo, desarrollar en la medida que se enseñen, tres tipos de pensamiento: analítico, creativo y práctico.

Además, se habla de la existencia de múltiples *períodos sensitivos* de plasticidad, siendo sus conclusiones parciales consecuencia de mecanismos que permiten que regiones corticales se tornen más especializadas y ajustadas en sus funciones (Thomas & Johnson, 2008).

De la Barrera y Donolo (2009) citando a Blakemore y Frith, mencionan que el objetivo de la educación debería incluir un refuerzo del control interno, a partir de

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

cambios en hábitos de estudio, confirmando la relación entre metacognición y aprendizaje, las emociones (que también refuerzan redes sinápticas y tienen un rol en el razonamiento y en la toma de decisiones más complejas como así también en la memoria) y el desarrollo de distintos tipos de pensamiento esenciales que apunten a habilidades: analítico (analizar, juzgar, criticar, evaluar, comparar y contrastar); creativo, (descubrir, inventar, imaginar, elaborar hipótesis, suponer) y práctico aplicar, utilizar y practicar).

Cerebro adolescente

De Podestá et al. (2013) explica que específicamente al comparar el cerebro antes y después de la pubertad se observa: aumento en la velocidad de transmisión neuronal por desarrollo en el proceso de mielinización (al ser el lóbulo frontal la última zona cerebral a mielinizarse y donde se localizan las funciones ejecutivas, puede provocar aproximadamente hasta los 20/ 25 años, toma de decisiones adolescentes que respondan más a reacciones emocionales y reactivas que a respuestas reflexivo/ lógicas), descarte de sinapsis no usadas o redundantes para favorecer las más utilizadas a través de “podas sinápticas”, mayor crecimiento y desarrollo de lóbulos frontales, además de cambios en los

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

ritmos circadianos (por ello es que necesita más horas de sueño que durante su infancia y están programados para actuar en horarios más tardíos durante el día, así más tarde se acuestan a la noche y levantan a la mañana). Lo que parecería mal juicio o egoísmo podría ser en realidad incapacidad del cerebro adolescente para percibir e interpretar el bombardeo de estímulos sensoriales en un cerebro inmaduro, por eso su vulnerabilidad a los efectos negativos por drogas, alcohol o juegos electrónicos.

En esta etapa de la vida los cambios tienen incidencia en el aprendizaje especialmente en cuanto al razonamiento deductivo-inductivo, capacidad de abstracción, metacognición y representaciones multisensoriales, que si son ejercitados constantemente provocarán que más conexiones cerebrales se produzcan y que ante un posible "desorden" o dificultades iniciales de organizar los estímulos, obliguen a efectuar las *podas sinápticas* para acelerar los procesos mentales que de la mano de la satisfacción, sensación de mayor dominio y destreza en actividades de matemática, produzcan aprendizaje. Un ejemplo singular en la actualidad sucede que con la adicción a videojuegos, la situación de competencia hace que busquen mejorarse y superar distintos niveles de dificultad.

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

En definitiva, la neuroplasticidad será no solo un efecto de cambios y adaptaciones por la conducta y de madurez biológica, sino la capacidad subyacente para que en el cerebro adolescente la atención, la percepción y las funciones ejecutivas se coordinen y que a través del aprendizaje autorregulado favorezca el rendimiento académico.

MÉTODO:

Participantes

Estudiantes de educación secundaria con modalidad técnica que permitieron, por sus estudios, los relevamientos de las funciones psicológico-cognitivas y metacognitivas relacionadas con el razonamiento matemático e intervenciones en el aula. La muestra estuvo constituida por 78 alumnos de una escuela de la Provincia de Buenos Aires, que fueron divididos en dos grupos (experimental y control) al azar. El criterio de inclusión fue que sean alumnos a partir de segundo año, en las mismas condiciones de aprendizaje y socio-culturales.

Dos estudiantes de Psicología que apoyaron el proceso, relevamiento y carga de datos en el software de investigación social SPSS.

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Pruebas y materiales:

Se tuvieron en cuenta evaluaciones académicas de los alumnos, así como pruebas validadas que midieron rasgos de pensamiento asociados con la metacognición, y otras, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, inhibición comportamental, motivación extrínseca e intrínseca. También se elaboraron pruebas ad hoc de razonamiento matemático.

Los materiales para los distintos instrumentos de medición para su aplicación como pruebas en su fase de Pre y Post de la Intervención, se crearon con recursos simples (papelería, tarjetas, tecnología por computadora).

También se recurrió a la grabación por video para las observaciones en campo (aulas) con una filmadora y un dispositivo electrónico (TV BOX) para posibilitar su visualización posterior no sólo por la investigadora sino por los docentes.

Instrumentos

a) Para la etapa diagnóstico de Funciones

- 1- aplicación de 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).

- 2- Escala de Orientación Intrínseca versus Extrínseca en el Aula (Harter, 1980), que evalúa el grado y tipo de orientación interna/externa que presentan los alumnos hacia el aprendizaje escolar. Abarca cinco dimensiones del aprendizaje en el salón de clases, que pueden ser caracterizadas por tener un polo de motivación intrínseco y otro extrínseco: • Preferencia por el reto vs Preferencia por el trabajo fácil. • Curiosidad e interés vs Agradar al maestro y obtener calificaciones. • Dominio independiente vs Dependencia hacia el maestro. • Juicio independiente vs Dependencia hacia el juicio del maestro. • Criterios de éxito y fracaso internos vs Criterios externos.
- 3- Test de Caras que evalúa la aptitud para percibir rápida y correctamente semejanzas y diferencias en patrones de estimulación parcialmente ordenados. Mide las aptitudes perceptivas y atencionales
- 4- Test D2 evalúa la **atención selectiva** mediante una tarea de cancelación. Mide la velocidad de procesamiento, el seguimiento de

instrucciones y la bondad de la ejecución en una tarea de discriminación de estímulos visuales similares. La atención no se aprecia como una aptitud simple, sino que se ofrecen **nueve puntuaciones distintas** que informan acerca de la velocidad y la precisión junto con otros aspectos importantes como son la estabilidad, la fatiga y la eficacia de la inhibición atencional.

b) Para la etapa de Pre y Post Experimento:

- 5- Pruebas de Memoria (Retención de dígitos directo e inverso, letras y números del Wais y del Wisc según rango de edad)
- 6- Ejercicios de Fluidez Verbal para medir flexibilidad cognitiva
- 7- Test de Stroop permite evaluar los efectos de la interferencia en el sujeto y su capacidad de control atencional para medir inhibición comportamental.
- 8- Técnica con evaluación de Razonamiento Matemático adaptados ad hoc (ver anexo 2) : preparación de hoja adicional a la prueba académica habitual de Matemática donde se listaron desordenadamente los pasos de razonamiento que debían reconocer

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

los alumnos para resolver los ejercicios y luego ordenarlos correctamente.

- 9- Para la Intervención psicopedagógica (ver anexo 3) : 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 como planillas y laberintos.

Procedimiento

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

- 1) Diagnóstico inicial Pre intervención: Registro de notas académicas de base. Aplicación de cuestionarios de funciones psicológicas habilidades metacognitivas, de Percepción, Atención, Motivación, además de Funciones ejecutivas.

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Diagnóstico sobre estructuras de razonamiento: Toma de pruebas ad hoc de resolución de problemas que evaluó grado de pertinencia del razonamiento.

2) Intervención: entrenamiento en 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 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.

Ver CRONOGRAMA en Anexo 1.

RESULTADOS

Se presentan los Resultados de:

- a) Diagnósticos de grupo total en Atención, Percepción, Motivación y metacognición. Rendimientos académicos Pre y Post.

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

ATENCIÓN

El análisis realizado permite afirmar que el índice del test de Caras A-E muestra una distribución semejante a la distribución normal, pero en cambio el índice ICI muestra una distribución que se aleja significativamente de la distribución normal asintótica. En función de este análisis, para conocer si existen diferencias entre ambos grupos estudiados se empleó la prueba *t* de *Student* para analizar el índice Caras A-E, y la prueba *U* de *Mann-Whitney* para analizar diferencias en el índice Caras ICI.

El análisis realizado sobre el índice Caras A-E indica que ambos grupos (Control y Experimental) no difieren significativamente en su desempeño [$t_{(73)} = 0.92$, $Se = 2.59$, $p = .36$]. Por otro lado, el análisis realizado del índice de Caras ICI, tampoco detecta diferencias significativas entre los grupos experimentales [$U = 646.00$, $Z = 0.58$, $p = .56$].

PERCEPCION

Los resultados obtenidos del análisis indican que ambos indicadores del test D2 obtenidos en la muestra de estudiantes presentan distribuciones que no se alejan significativamente de los percentiles teóricos de una distribución normal.

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Por esta razón, para estimar las diferencias entre el grupo de intervención y el grupo de control se empleó el estadístico de diferencias de medias para grupos independientes *t* de *Student*. El resultados del análisis de la diferencia de medias para el índice D2 Total (efectividad total en la prueba) muestra que ambos grupos no difieren significativamente entre sí [$t_{(71)} = 0.34$, $Se = 17.50$, $p = .74$]. Este mismo resultado se encontró al analizar el índice D2 Con (índice de concentración en la tarea), el grupo de intervención como el grupo de control obtienen valores similares [$t_{(71)} = 0.48$, $Se = 9.92$, $p = .64$].

MOTIVACIÓN

En cuanto a los resultados del Cuestionario en las subescalas de Desafío frente a la tarea, Curiosidad, Autocontrol, Juicio independiente y Criterio personal, demostraron leves diferencias intragrupo.

METACOGNICION

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 estadísticos descriptivos (Ver Tabla

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

7) 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 las distribuciones de todas las medidas de rasgos de pensamiento, muestran distribuciones que se asemejan a la distribución normal asintótica.

RENDIMIENTO ACADÉMICO

El análisis de varianza realizado sobre las puntuaciones obtenidas de los alumnos evaluados muestra que ambos grupos (de intervención y de control) muestran un desempeño significativamente superior en el post-test en comparación con el pre-test [$F(1,73) = 48.00$, $MSe = 1.84$, $p < .001$]. Pero el análisis no detecta diferencias significativas entre los grupos (de intervención vs. de control) [$F(1,73) = 0.06$, $MSe = 4.28$, $p = .81$], ni tampoco efectos de interacción [$F(1,73) = 0.36$, $MSe = 1.84$, $p = .55$].

b) Comparación de resultados entre Grupos Experimental y Control de pruebas Pre y Post Intervención (Funciones ejecutivas y Razonamiento matemático)

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

FUNCIONES EJECUTIVAS

En principio se aprecian resultados en donde el grupo experimental mejora positivamente en comparación al grupo de control es 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 una mejora del grupo de intervención en comparación con el grupo de 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 MATEMATICO

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 vs. 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

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

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 ($p < .01$) 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).

DISCUSION, CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

Partimos de que la existencia de un sentido numérico y la búsqueda de significado son innatas, como así también la cognición social y lenguaje, en la arquitectura cerebral. Su desarrollo es un proceso dinámico impulsado biológicamente con información esencial de la experiencia, cambia a lo largo del tiempo, siempre dirigida 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

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

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 a la memoria, el razonamiento y la toma de decisiones tiene no solo manifestaciones psicológicas sino también fisiológicas en el cerebro.

La investigación científica, tanto desde lo psicológico como desde lo neurocientífico generalmente concuerdan que tanto la apropiación de parte de los estudiantes del propio conocimiento acerca de sus procesos ejecutivos, entre otros como la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la inhibición comportamental, a través de mecanismos autorregulatorios, pueden mejorar aspectos de sus propios aprendizajes y razonamiento en matemáticas. Esto afianza la necesidad de aportar una enseñanza sistemática que como parte de esa Zona de Desarrollo Próximo no sólo se imparta el conocimiento académico, sino 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 además entre las que se encuentran funciones psicológicas como la atención, la percepción y la motivación. Esto permite al individuo, en el ámbito escolar, que funciona como mediador, construir desde lo social,

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

significantes propios. Por esto es que, para comprobar la hipótesis, por un lado, se hizo un diagnóstico general previo de sus fortalezas y debilidades en cuanto a niveles de atención, percepción, motivación y 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 bien, el tiempo de duración de este estudio, en relación directa con los alumnos, puede ser considerado breve y podría tomarse como una limitación de este estudio, es alentador que se hayan podido encontrar variaciones de mejora en algunos aspectos de las funciones ejecutivas y en la modalidad de razonamiento en quienes formaron parte del grupo que se les impartió el entrenamiento.

Si nos detenemos específicamente en la función psicológica superior del razonamiento, se debe tener en cuenta el proceso de socialización (aprendizaje), que con la organización de mediadores semióticos (signos y símbolos de las

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

matemáticas) conlleva al monitoreo y control volitivo como autorregulación conciente. Esta internalización no debe ser una “copia”, que es lo que suelen hacer los alumnos que tienen dificultades, 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 no es sólo un requisito un eficiente circuito de comunicación con el que enseña, sino resultado del mismo que se observan las dificultades de aprendizaje en esta materia. 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 curriculum de matemática, puede como

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

variable didáctica, presentar 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 como facilitador del aprendizaje por el uso de estrategias alternativas) , la inhibición comportamental (para controlar conductas impulsivas que muchas veces los conducen a utilizar sesgos cognitivos, que aunque parezcan reflexivos los conducen a no 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 sólo su rendimiento académico se debe a su grado de atención, percepción o al grado de gusto/disgusto de la materia, además del tiempo dedicado al estudio. Lo que pasa es que, si se analiza, el tiempo empleado por los estudiantes muchas veces supera en cantidad (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 de alcance de objetivos y competencias curriculares previstas.

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

El auto monitoreo no es sólo reconocer esto como factores aislados, sino como predictores de logros académicos, tanto a nivel declarativo como procedimental. Y por ende, estimular habilidades e internalización de experiencias que , hasta en un nivel cerebral, provocando alteraciones de procesos químicos en los neurotransmisores sinápticos, 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.

Comprobándose aunque parcialmente la hipótesis inicial, de que una intervención psicopedagógica que contemple aspectos autorregulatorios de la metacognición y de las funciones ejecutivas, produce cambios valorativos en éstas últimas, lográndose mejoras en procesos de razonamiento matemático en adolescentes ,se puede constatar que la expansión de los límites de la educación y las neurociencias ofrece una oportunidad para crear una más comprensiva teoría del aprendizaje humano (Mogollón, 2010), teniendo en cuenta funciones psicológicas intervinientes básicas como la atención, la percepción y la motivación por un lado, y algunas funciones ejecutivas como la memoria de

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

trabajo, la flexibilidad cognitiva y la inhibición comportamental por el otro, 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 hay explicaciones teóricas y otras con fundamentos fácticos que sugieren vínculos entre el saber hacer, saber que se sabe y 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.

Por lo cual como recomendaciones podría tenerse en cuenta:

- a) El seguimiento y la actualización de un abordaje psicológico y psicopedagógico como 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.

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

- d) Enfatizar la necesidad que, para mejorar el razonamiento abstracto en matemáticas, no basta sólo con la repetición o la explicación oral, sino con la escritura de los pasos para la resolución de problemas además de símbolos y fórmulas numéricas.
- e) En los estudiantes la estimulación de estilos de aprendizaje que incluyan el autoconocimiento y la autorregulación orientados al logro de metas propias.
- f) La promoción de líneas de investigación aplicables a otros sujetos en condiciones socio-culturales similares.

REFERENCIAS:

Akbaria, R., Khayer, M., Abedi, J. (2014). Studying effect of educating state metacognition on learning mathematics. Reef Resources Assessment and Management Technical Paper, 40 (2), 220-229.

Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. British Journal of Educational Psychology , 181-203.

Arán-Filippetti, V. & López, M. (2014). The Role of Executive Functions in Academic Competences: An Analytical Review. En K. Bennett, Executive Functioning: Role in

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Early Learning Processes, Impairments ie (págs. 305-322). New York: Nova Science Publisher.

Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: where are we today. *International Journal of Educational Research*, 31, 445-457.

Boekaerts, M.; Corno, L. (2005). Self-Regulation in the Classroom: A Perspective on Assessment and Intervention. *Applied psychology: an international review* 54 (2) , 199–231.

Bull, R. & Scerif, G. (2001). Executive Functioning as a Predictor of Children's Mathematics Ability: Inhibition, Switching, and Working Memory. *Developmental Neuropsychology*, 19 (3), 273–293.

Bull R. ; Espy K. & Wiebe S. (2008). Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years. *Dev Neuropsychol*, 205-228.

Bustingorry S, Jaramillo Mora S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos*, XXXIV (1), 187-197.

de la Barrera, M., Donolo, D. (10 de abril de 2009). Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje. Obtenido de Revista digital Universitaria: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art20/art20.pdf>

Dehaene, S. (1997). *The number sense: how the mind creates Mathematics*. New York: Oxford University Press.

Effeney, G., Carroll A., Bahr, N. (2013). Self-Regulated Learning: Key strategies and their sources in a sample of adolescent males. *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology.*, 13, 58-74.

Efklides, A. (2011). Interactions of Metacognition With Motivation and Affect in Self-Regulated Learning: The MASRL Model. *Educational Psychologist*, 46(1) , 6-25.

Espy, K., McDiarmid M., Cwik M., Stalets M., Hamby A. & Senn T. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Dev Neuropsychol.* , 465-486.

Gilmore Camilla K, McCarthy Shannon and Spelke Elizabeth S. (2010). Non-symbolic arithmetic abilities and achievement in the first year of formal schooling in mathematics. *Cognition* , 115 (3), 394-406.

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Kaiser, a., Kaiser, R., Lambert a. y Hohenstein. Auf einen Blick: Ergebnisse des Projekts mekoFUN Effekte metakognitiv fundierten Lernens in der Grundbildung. <http://www.keb-deutschland.de/fileadmin/Redaktion/Bilder/Publikationen/Sonstige/auf-einen-blick-A5.pdf-2014>

Kohan, N. (2008). Los sesgos cognitivos en la toma de decisiones. *International Journal of Psychological Research*, 1 (1), 68-73.

Lavados, J. (. (2013). *Neuropsicología: bases neuronales de los procesos mentales*. Chile: Mediterráneo.

Mogollón, E. (2010). Aportes de las neurociencias para el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. *Revista electrónica Educare*, XIV (2), 113-124.

Moran, Z. D., Bachman, P. M., Cannon, T. D., Pham, P., Shams, L. (16 de diciembre de 2013). Multisensory encoding improves auditory recognition. Obtenido de shamslab.psych.ucla.edu/publications/: <http://shamslab.psych.ucla.edu/publications/MSR2436.pdf>

Nación, M. d. (2012). Operativo Nacional de Evaluación 2010-Censo de Finalización de la Educación Secundaria-Resultados. Obtenido de <http://one.educ.ar/>

OECD. (2014). Programme for International Student Assessment. Obtenido de PISA 2012 Results in Focus What 15-year-olds know and what they can do with what they know: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>

Ortega, R, Aboitiz F. (2013). Bases neurobiológicas de la atención. En J. Lavados, *Neuropsicología: bases neuronales de los procesos mentales* (págs. 99-116). Santiago, Chile: Mediterraneo.

Piaget, J. e Inhelder, B. (1997) *Psicología del niño*. Madrid: Ed. Morata

Podestá, M.; Rattazzi, A.; De Fox, S.; Peire, J. (2013). *El Cerebro que aprende: una mirada a la educación desde las Neurociencias*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

Pruebas Aprender 2016. <http://www.educacion.gob.ar/secretaria-de-evaluacion-educativa/seccion/192/resultados-aprender-2016>

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admision@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

Schwartz, N. H., Scott, B. M., & Holzberger, D. (2013). Metacognition: A Closed-Loop Model of Biased Competition—Evidence from Neuroscience, Cognition, and Instructional Research. En R. A.

Soprano, Ana Maria (2009) Como evaluar la Atencion y las Funciones Ejecutivas en Niños. Buenos Aires. Paidos

Sigman, M.; Peña, M.; Goldin, A. y Ribeiro, S. (1 de Abril de 2014). Neuroscience and education: prime time to build the bridge. Obtenido de Nature Neuroscience : http://neuro.org.ar/sites/neuro.org.ar/files/2014_NN_Neuroscience%20and%20education-Prime%20time%20to%20build%20the%20bridge.pdf

Thomas Michael, Johnson Mark H. (Febrero de 2008). New advances in understanding sensitive periods in brain development . Recuperado el 16 de febrero de 2015, de Current Directions in Psychological Science: http://193.61.4.128/psyc/research/DNL/personalpages/CurrentDirMT_final.pdf

Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. Recherches en Didactique des Mathématiques, 10 (2), 133-170.

Vielma Vielma, Elma; Salas, María Luz (2000) Aportes de las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner. Paralelismo en sus posiciones en relación con el desarrollo Educere, vol. 3, núm. 9, junio, 2000, pp. 30-37 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35630907>

Van der Ven S., Kroesbergen, E., Boom, J. & Leseman, P. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship . British Journal of Educational Psychology , 100-119.

Vázquez Alonso, Ángel; Manassero Mas, María Antonia. La atribución causal del éxito y el fracaso escolar en matemáticas y física y química de bachillerato. Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica, Salamanca, v. 10, nov. 2009. ISSN 2386-3927. Disponible en: <<http://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/article/view/4184>>

Vohs, K, Baumeister, R. (2011). Handbook of self regulation. Nueva York: The Guilford Press.

Witt, M. (2006). Do different mathematical operations involve different components of the working memory model. En D. Hewitt, Proceedings of the for Research into Learning Mathematics (págs. 65-69). Gran Bretaña: British Society .

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación. Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

INSTRUMENTOS DE TESTEO:

Brickenkamp, R. (2012). Test de Atención D2. Madrid 4^a edición. TEA ediciones

Dabdoub L. y Quesada R. Dirección general de evaluación educativa. Autorregulación: manual para el alumno. México.

https://administradorjorgevelcas.files.wordpress.com/2013/12/autorregulacion_alumno.pdf

Golden, C. Test de colores y palabras de Stroop

Förster Marín, C. & Rojas-Barahona, C. (2010). Adaptación y Validación del Cuestionario de Rasgos de Pensamiento de O'Neil y colaboradores: Metacognición y Motivación en la Solución de Problemas RIDEP, 30 (2), 9-34

Harter, S. (1980). A scale of Intrinsic vs. Extrinsic orientation in the classroom. Manual University of Denver.

Thurstone, L. (2012) CARAS-R. Test de Percepción de Diferencias-Revisado Madrid, 11.^a edición. TEA ediciones

Wechsler, D. WISC-V, Escala de inteligencia de Wechsler para niños-V

WAIS-IV, Escala de inteligencia de Wechsler para adultos-IV

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación.
Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

ANEXO 1 Cronograma de Intervención

<i>Etapas</i>	<i>Grupo experimental</i>	<i>Grupo Control</i>
1	Prueba académica	
2	Observación de clase	
3	Cuestionario metacognitivo (Rasgos de pensamiento)	
4	Cuestionario de Motivación	
5	Ejercicios matemáticos con Razonamientos para ordenar (3 sesiones)	
6	Toma de pruebas de FE (memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad).PRE INTERVENCION	
7	(Intervención con investigadora) Hábitos de estudio con técnicas que promuevan el empleo de las FE y de autorregulación para las actividades en matemática (15 sesiones)	Clase habitual con docente sin intervención
8	Toma de pruebas de FE (memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad).POST INTERVENCION	
9	Ejercicios matemáticos con Razonamientos para ordenar (3 sesiones)	
10	Prueba académica	

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admission@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación.
Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

ANEXO 2

MODELO HOJA DE RAZONAMIENTOS (respondido por un alumno)

RZ_6º_S5		
Escuela Tecnológica		
Tema: <i>Cónicas</i>		
Apellido y Nombre del alumno:		6º Año
Profesora:		16 / 11 / 2016
Ejercicio		<p>Resolver el siguiente sistema de ecuaciones por el método de Gauss e indicar claramente el conjunto solución:</p> $\begin{cases} x + 3y - z = 4 \\ -2x + y + 2z = -1 \\ 3x + 2y - 3z = 3 \end{cases}$
Orden	Tarjeta	Razonamiento
2	VERDE	<i>Ordenar las ecuaciones según su coeficiente principal.</i>
3	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>
4	AMARILLA	<i>Sumar o restar dos de las ecuaciones entre sí para eliminar alguna de las incógnitas.</i>
1	MARRÓN	<i>Multiplicar miembro a miembro alguna de las ecuaciones por una constante conveniente.</i>

BUENOS AIRES
Av. Las Heras 2191
Tel. / Fax: (011) 4800 0200
admisión@barcelo.edu.ar
informesba@barcelo.edu.ar

SANTO TOME (Prov. de Corrientes)
Centeno y Rivadavia
Tel: (54-03756) 42-1622/149 informesst@barcelo.edu.ar
Oficina Posadas: Félix de Azara y Córdoba Local 12
Galería "El Paseo" Tel.: (0376) 440521
posadas@barcelo.edu.ar

LA RIOJA
B. Matienzo 3177
Tel. / Fax: (03822) 422090 / 438698
informeslr@barcelo.edu.ar

WWW.BARCELO.EDU.AR

ESTUDIO DE FUNCIONES PSICOLÓGICAS DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN ADOLESCENTES DE ESCUELA SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Una invitación a conceptos de Neurociencias en Educación.
Directora del Proyecto: Lic. Diana Salomé Gayol

ANEXO 3

EXTRACTO *Planificación de la intervención por sesión*

Ref. Participante: E=Entrenadora
A= Alumno

SESION	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	Explicación de conceptos (E) Reflexión y análisis grupal (A)
	Valor del estudio: razones para estudiar.	Reflexión individual (A) Puesta en común
2	Administración del tiempo: planificación con distintos niveles de anticipación, priorización de actividades personales y escolares.	Completar Diagrama 1/ Individual. (A). Completar Diagrama 2 / Individual (A).
	Funciones ejecutivas: Memoria de trabajo	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)