

# Intervención neurodidáctica sobre las funciones ejecutivas en adolescentes

## Neurodidáctica y funciones ejecutivas

Álvaro Muchiut<sup>1\*†</sup>, Paola Vaccaro<sup>2†</sup>, Marcos Pietto<sup>3†</sup>,  
Belén Sánchez<sup>4†</sup>

<sup>1</sup> alvaro\_muchutti@hotmail.com

<sup>2</sup> paolavaccaro1987@gmail.com

<sup>3</sup> marcos.pietto@gmail.com

<sup>4</sup> mariabelensanchez91@gmail.com

† Fundación Centro de Estudios Cognitivos. Instituto Superior de Neuropsicología. Dpto de Investigación. Resistencia, Chaco, Argentina.

### \*Correspondencia

Álvaro F. Muchiut.  
Fundación Centro de Estudios  
Cognitivos. Instituto Superior de  
Neuropsicología, Av. San Martín  
1544, CP. 3500, Resistencia, Chaco,  
Argentina. e-mail:  
alvaro\_muchutti@hotmail.com

### Citación

Muchiut Á, Vaccaro P, Pietto  
M, Sánchez B. Intervención  
neurodidáctica sobre las  
funciones ejecutivas en  
adolescentes. JONED. Journal of  
Neuroeducation. 2024; 4(2): 31-  
45. doi: 10.1344/joned.v4i1.42417

Fecha de recepción:

24/03/2023

Fecha de aceptación:

07/11/2023

Fecha de publicación:

15/02/2024

### Contribuciones de los autores

Todos los autores contribuyeron  
equitativamente en el presente  
escrito.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran la ausencia  
de conflicto de interés.

### Editora

Laia Lluch Molins (Universitat de  
Barcelona, España)

### Revisores

Marc Guillem Molins  
Mireya Anzieta Calle

### Derechos de autor

© Álvaro Muchiut, Paola Vaccaro,  
Marcos Pietto, Belén Sánchez,  
2024

Esta publicación está sujeta a la  
Licencia Internacional Pública  
de Atribución/Reconocimiento-  
NoComercial 4.0 de Creative  
Commons.



### Resumen

Se presenta aquí un informe de avance con los resultados preliminares de un estudio longitudinal iniciado durante el ciclo lectivo 2021 (actualmente en curso), enmarcado desde un enfoque ecológico de la neurodidáctica, cuyo objetivo es conocer los posibles efectos de la implementación de prácticas pedagógicas diseñadas para potenciar las funciones ejecutivas en adolescentes. Participaron en el estudio 38 estudiantes de nivel secundario, conformándose un grupo «Experimental» y un grupo «Control» que fueron evaluados en dos fases con pruebas cuantitativas (preintervención y posintervención). El grupo Experimental participó de la intervención neurodidáctica por un periodo de 12 meses, mediante la inserción en el currículum académico de actividades específicas para la promoción de las FE. El análisis del efecto de la intervención reveló cambios significativos para ambos grupos; con mayores ganancias para el grupo Experimental (cambios en 13 variables) en comparación con el Control (cambios en 9 variables), evidenciando una tendencia marcada hacia la mejoría en el rendimiento de tareas que evaluaron: planificación, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, control inhibitorio y atención. Los resultados de esta investigación en curso respaldan la importancia que podría tener la inclusión de actividades específicas en el currículum académico para promover habilidades cognitivas en adolescentes:

*Palabras clave:* neurodidáctica; funciones ejecutivas; prácticas pedagógicas, adolescentes.

### Resum

Es presenta aquí un informe d'avanç amb els resultats preliminars d'un estudi longitudinal iniciat durant el cicle lectiu 2021 (actualment en curs), emmarcat des d'un enfocament ecològic de la neurodidàctica, l'objectiu de la qual és conèixer els possibles efectes de la implementació de pràctiques pedagògiques dissenyades per a potenciar les funcions executives en adolescents. Van participar en l'estudi

38 estudiants de nivell secundari, conformant-se un grup «Experimental» i un grup «Control» que van ser avaluats en dues fases amb proves quantitatives (preintervenció i postintervenció). El grup Experimental va participar de la intervenció neurodidàctica per un període de dotze mesos, mitjançant la inserció en el currículum acadèmic d'activitats específiques per a la promoció de les FE. L'anàlisi de l'efecte de la intervenció va revelar canvis significatius per a tots dos grups; amb majors guanys per al grup Experimental (canvis en 13 variables) en comparació amb el Control (canvis en 9 variables), evidenciant una tendència marcada cap a la millora en el rendiment de tasques que van avaluar: planificació, memòria de treball, flexibilitat cognitiva, control inhibitori i atenció. Els resultats d'aquesta recerca en curs recolzen la importància que podria tenir la inclusió d'activitats específiques en el currículum acadèmic per a promoure habilitats cognitives en adolescents.

*Paraules clau:* neurodidàctica; funcions executives; pràctiques pedagògiques, adolescents.

### Abstract

This work presents a progress report on a longitudinal study initiated during the 2021 academic year and is currently ongoing. The study is framed from the ecological approach of neurodidactics, and its objective is to investigate the potential effects of pedagogical practices designed to enhance executive functions in adolescents. Thirty-eight high school students were recruited for the study and were divided into Experimental and Control groups. Both groups underwent pre- and post-intervention evaluations using parametric tests. The Experimental group participated in a 12-month neurodidactic intervention, which involved incorporating specific activities into their academic curriculum to promote executive functions. Our analysis showed significant changes in both groups, with the Experimental group exhibiting greater gains (changes in 13 variables) than the Control group (changes in 9 variables). The Experimental group demonstrated significant improvement in planning, working memory, cognitive flexibility, inhibitory control, and attention. The findings of this research support the potential importance of incorporating specific activities into the academic curriculum to promote cognitive skills in adolescents.

*Keywords:* neurodidactics; executive functions; teenagers.

## Introducción

La neurociencia, como ciencia encargada del estudio del sistema nervioso central, posibilita la comprensión de procesos neurológicos subyacentes al proceso de enseñanza y de aprendizaje, dentro de los cuales se incluyen: motivación, atención, memoria y emoción, como mecanismos básicos utilizados por el cerebro para aprender<sup>1</sup>, realizando así aportes valiosos al ámbito educativo. Estos conocimientos pueden enmarcarse en la rama conocida como neu-

roeducación, la cual persigue el perfeccionamiento del aprendizaje y las estrategias de enseñanza basándose en fundamentos neurocientíficos<sup>2,3</sup>. A su vez, esta rama involucra el subcampo emergente conocido como neurodidáctica.

La neurodidáctica ha sido conceptualizada anteriormente por Muchiut *et al.* como "una disciplina que se nutre de los aportes de la neuroeducación y de la didáctica, cuyo fin consiste en optimizar los métodos, las estrategias y las herramientas involucrados en los procesos de enseñanza y aprendizaje,

contribuyendo a la determinación del modo más eficiente para hacer accesible los conocimientos pedagógicos a la luz de los avances del campo neurocientífico sobre cómo aprende el cerebro”<sup>3, p.430</sup>. En este sentido, se constituye como proveedora de ideas innovadoras y prácticas que pueden efectivizarse en el salón de clases contribuyendo a la interacción creativa entre la enseñanza y el aprendizaje. Muestra de ello es la experiencia realizada por Muchiut et al.<sup>1</sup> en la que se vislumbra cómo este enfoque puede resultar favorecedor de la autorregulación del aprendizaje, donde el estudiante asume un rol activo en su propio proceso de aprender. Dicho aprendizaje pone en juego diversas funciones cognitivas, entre las que cobran especial relevancia las funciones ejecutivas (de aquí en adelante, FE).

Las FE son procesos cognitivos de alto nivel que dirigen, coordinan o involucran procesos de nivel inferior que permiten a las personas controlar y regular sus pensamientos y acciones de forma flexible a los fines de logro de un objetivo<sup>4</sup>. Históricamente, las FE se han considerado fundamentales para la cognición humana y para lograr el éxito en una variedad de aspectos de la vida diaria, como la preparación escolar, el rendimiento académico y los resultados educativos y de salud a largo plazo<sup>5</sup>.

En la adolescencia se evidencian cambios en diversos niveles, como el neurobiológico, el cognitivo y el emocional, que involucran el funcionamiento ejecutivo, el cual evoluciona a medida que avanza la maduración cerebral; sin embargo, otros factores pueden intervenir en esta evolución<sup>6</sup>. En este punto, McClelland et al.<sup>7</sup> plantearon un desarrollo bidireccional-interdependiente en el que se vinculan sucesos genéticos, epigenéticos, celulares, neurales, cognitivos, conductuales y contextuales. Por su parte, Lerner<sup>8</sup> expuso que el funcionamiento ejecutivo estaría ligado a aspectos individuales y recursos del entorno.

Desde esta perspectiva, la influencia de la educación (como agente externo) sobre las FE se ha evidenciado en escolares entre los 6 y 12 años, observándose una mejora de un punto cada seis años<sup>9</sup>, por lo que las FE y el desempeño académico estarían estrechamente vinculados<sup>10</sup>. Por su parte, Bernal-Ruiz et al.<sup>11</sup> observaron que la implementación de un programa de estimulación de FE repercutió favorablemente en el desempeño cognitivo de los estudiantes de nivel primario. Mientras que Muchiut

et al.<sup>12</sup> documentaron prácticas pedagógicas (en adelante, PP) implementadas en el nivel secundario, reportando resultados favorables en un estudio preexperimental con diseño preprueba y posprueba, en el que docentes capacitados sobre FE diseñaron intervenciones específicas para su estimulación desde los diferentes espacios curriculares posicionados desde un enfoque ecológico.

Adoptar una visión ecológica de la neurodidáctica implica que el aula sea contemplada como “un ambiente natural desde el cual y para el cual se desarrollan estrategias de intervención pedagógicas a la luz de los hallazgos neurocientíficos”<sup>3 p.431</sup> ubicando a los docentes como mediadores/facilitadores del aprendizaje, en tanto que son los que pueden innovar en sus acciones pedagógicas a los fines de optimizar sus prácticas y el efecto de las mismas<sup>3</sup>.

Siguiendo esta línea, Muchiut et al.<sup>13</sup> expusieron una experiencia en el nivel secundario en la que se utilizaron rúbricas como instrumento de valoración de las FE de los estudiantes. Dichas prácticas docentes fueron destinadas a la evaluación formativa, pero evidenciaron dos aspectos: la asociación y aplicabilidad de los aportes neurocientíficos con los educacionales y el rol primordial del docente en este proceso de pensar y ejecutar las PP desde la neurodidáctica, por lo que estimularon y reforzaron los procesos autorregulatorios de los alumnos (a los que subyacen las FE).

Basándonos en lo antes expuesto, se ideó este estudio longitudinal (iniciado en 2021 y actualmente en curso) buscando subsanar las limitaciones presentadas en investigaciones anteriores<sup>1,12</sup> como ser la ausencia de un grupo control y la unificación de las acciones desarrolladas por los docentes en la estimulación de cada FE. El objetivo del presente trabajo fue conocer los posibles efectos de la implementación de PP, elaboradas para la promoción de las FE, en estudiantes de nivel secundario. En particular, se esperaba que la inclusión curricular de PP, orientadas a favorecer las FE, se asociaría con mayores tasas de cambio y con un mayor número de pruebas que evalúan las FE, en comparación con el grupo de control, que recibía actividades preestablecidas para su nivel secundario. Las FE evaluadas incluyeron tanto habilidades cognitivas básicas (*i. e.*, memoria de trabajo, atención y flexibilidad cognitiva), como habilidades más complejas (*e. g.*, razonamiento y planificación)<sup>14-15</sup>. Resulta pertinente considerar que

los resultados aquí expuestos son de carácter preliminar y parcial, correspondientes al contraste entre la primera y la segunda etapa del proyecto en curso.

## Materiales y métodos

### Participantes

Se seleccionó una población compuesta por adolescentes que asistían al 1.º año del ciclo superior de la educación secundaria en instituciones del área metropolitana de la ciudad de Resistencia. De dicha población, se conformó una muestra no probabilística por conveniencia. Esta estuvo compuesta por 47 adolescentes con edades comprendidas entre los 12 y 14 años que asistían a dos instituciones educativas de gestión privada. Se tomó como criterios de inclusión residir en el área metropolitana de la mencionada ciudad y asistir al 1.º año del nivel secundario de educación. Se tomó como criterios de exclusión tener un cociente intelectual bajo (correspondiente con puntuación inferior o igual al centil 3 en el test breve de inteligencia de Kaufman, K-BIT), haber repetido un curso escolar, o no asistir más a la institución educativa que participa del estudio. Con estos criterios, se excluyeron de los análisis seis casos porque obtuvieron una puntuación inferior o igual al centil 3 del K-BIT, y tres casos por no asistir más a la institución participante del estudio. De esta manera, la muestra final quedó conformada por 38 estudiantes (24 mujeres) de 13.4 (DE: 0.3) de edad.

Asimismo, los tutores asistieron a una charla informativa sobre las características del estudio y dieron su consentimiento por escrito para que sus hijos/as participaran en esta investigación. La información identificatoria de los participantes se resguardó conforme a lo establecido.

### Procedimiento general

El presente estudio consistió en la implementación de una intervención orientada a promover las FE y en dos fases de evaluación. Todos los estudiantes de una misma institución educativa fueron asignados al grupo Control (n: 19 [14 mujeres]; Media: 13.6 años; DE: 0.3 años) o al grupo Experimental (n: 19 [10 mujeres]; Media: 13.3 años, DE: 0.3 años). El grupo Experimental participó de la intervención, que tenía como objetivo promover el uso de las FE mediante la inserción de actividades específicas en el currículum escolar, las cuales fueron aplicadas en el aula por

los distintos docentes en el período de doce meses. Y el grupo Control participó solo de las actividades preestablecidas para su nivel secundario. Las fases de evaluación consistieron en evaluar diferentes aspectos de las FE mediante el uso de las mismas pruebas paramétricas antes (fase preintervención) y después de un período de intervención (fase postintervención). Para el grupo Experimental, la primera evaluación se realizó entre los meses de abril y mayo del 2021, mientras que la segunda entre los meses de mayo y junio del 2022. Para el grupo Control la primera evaluación se realizó entre los meses de agosto y octubre del 2021 y la segunda entre los meses de agosto y septiembre del 2022. Las pruebas utilizadas para las evaluaciones fueron las siguientes: K-BIT, Hanoi 3 discos, Hanoi 4 discos, señalamiento autodirigido, Stroop, resta consecutiva A y B, suma consecutiva, D2, y Wisconsin *sorting card* test.

### Actividades e Instrumentos de evaluación preintervención y postintervención

#### *Aspectos generales de la evaluación*

Las actividades de evaluación se realizaron en una de las aulas que las instituciones tenían a disposición para su uso exclusivo por el equipo de investigadores. Cada participante fue evaluado individualmente por licenciados en psicología idóneos en el área de la evaluación psicodiagnóstica, desde el rol de auxiliares de investigación, mientras permanecía sentado enfrente de una mesa. La duración de cada sesión de evaluación fue de aproximadamente de 30-40 minutos.

#### *K-BIT*

Es un test estandarizado diseñado para medir la inteligencia general de individuos de un amplio rango de edad<sup>16</sup>. Está formado por dos subtest: vocabulario y matrices. El primero evalúa habilidades verbales, el desarrollo del lenguaje, la formación de conceptos verbales y el caudal de información. El segundo evalúa habilidades no verbales; es decir, la capacidad para resolver problemas de razonamiento a través de estímulos visuales tanto figurativos como abstractos. Para el presente trabajo se considera la puntuación directa obtenida por cada niño, la cual se obtiene de la suma de cantidad de respuestas correctas en los subtest vocabulario y matrices. También se consideró la puntuación Centil para identificar la

posición en la que se ubicaba la puntuación directa obtenida por cada sujeto, si se tomaba en consideración la muestra normativa; y de esta manera excluir de los análisis posteriores a aquellos participantes con puntuación Centil igual o inferior a 3.

#### *Torre de Hanoi con 3 y 4 discos*

La torre de Hanoi (Simon, 1975)<sup>17</sup> es un instrumento destinado a la evaluación de la capacidad de planificación. En específico, examina la capacidad de resolución de problemas complejos y aprendizaje cognitivo de procedimientos. En este test, a los sujetos se les presenta una figura de madera con tres varillas verticales de la misma longitud fijadas en una base horizontal. En la varilla de la izquierda (la número 1) se colocan tres o cuatro cilindros de madera de tamaños progresivamente mayores ordenados en forma de una torre; es decir, el disco inferior es el más grande y el superior el más pequeño. El objetivo de la prueba es conseguir desplazar la torre desde la primera varilla a la tercera (la varilla de la derecha), contando como apoyo con la varilla del medio (la número 2), que está situada entre las dos varillas extremas (1 y 3). Es necesario realizar esta tarea en el menor número de movimientos posibles y cometiendo el menor número de errores, siguiendo algunas reglas de movimiento detalladas a continuación: (1) solo se puede mover un disco a la vez; (2) no puede haber nunca un disco de mayor tamaño sobre uno de tamaño menor; (3) sólo se puede desplazar el disco que se encuentre arriba en cada varilla.

Tanto para la versión con 3 discos como con 4 se calcularon las siguientes variables: el número de movimientos necesarios para resolver el problema, el número de errores cometidos y el tiempo de resolución de la prueba. Para cada una de estas variables se calculó el promedio obtenido por cada participante en una misma variable entre la versión con 3 y 4 discos.

#### *Señalamiento autodirigido*

Es un instrumento destinado a la evaluación de la memoria de trabajo (MT) visoespacial para señalar de forma autodirigida una serie de figuras<sup>18</sup>. A los sujetos se les presenta una lámina con figuras de objetos y animales. El objetivo de la prueba es señalar con el dedo una figura distinta cada vez sin omitir ni repetir ninguna. Las figuras que se señalan no deben estar juntas, deben ser señaladas de forma salteada.

Una de las condiciones de la tarea es que supere por mucho el número de elementos totales que un sujeto puede recordar produciendo un efecto de “supraspan”<sup>19</sup>. El sujeto tiene que desarrollar una estrategia de acción y a la vez mantener en su MT las figuras que ya señaló para no repetir u omitir ninguna (perseverar u omitir en los señalamientos). Para el presente trabajo consideramos el número de aciertos, el tiempo de resolución de la prueba, el número de errores de omisión y el número de errores perseverativos.

#### *Stroop*

El test de Stroop es un instrumento principalmente destinado para la evaluación de la capacidad para resistir la interferencia de elementos o demandas cognitivas incongruentes durante la ejecución de las tareas. La resistencia a la interferencia está íntimamente relacionada con el control inhibitorio de las respuestas y con el funcionamiento ejecutivo. Más específicamente, ofrece una medida de la habilidad para inhibir respuestas ligadas a estímulos y manejar las interferencias<sup>20</sup>.

La prueba está compuesta por tres tareas o condiciones diferentes.

En la tarea 1, denominada también condición palabra o condición P, se presenta una lámina con las palabras “ROJO”, “VERDE” y “AZUL” ordenadas al azar e impresas en tinta negra. La misma palabra no aparece nunca dos veces consecutivas en la misma columna. La tarea consiste en que la persona evaluada lea en voz alta las palabras que aparecen escritas. En la tarea 2, denominada también condición color o condición C, se presenta una lámina con una serie de conjuntos de cuatro equis (“XXXX”) impresos en tinta azul, verde o roja. El mismo color no aparece dos veces consecutivas en la misma columna y tampoco se corresponde con el orden de las palabras de la lámina de la tarea 1. En esta condición, la tarea de la persona evaluada consiste en nombrar el color de la tinta en la que están impresas las “X”. En la tarea 3, denominada también condición palabra-color o condición PC, se presenta una lámina en la que aparecen las mismas palabras de la lámina de la tarea 1, pero impresas en los mismos colores que los conjuntos de equis de la tarea 2. Es decir, el elemento 1 de la tarea 3 es la palabra que aparece como elemento 1 de la tarea 1 (ROJO) pero impresa en la tinta del color del elemento 1 de la tarea 2 (tinta azul). De esta manera, el color de la tinta nunca coincide con el nombre

del color escrito y siempre hay incongruencia entre la palabra y el color de la tinta. En esta condición, la tarea de la persona evaluada consiste en nombrar el color de la tinta en el que está impresa cada palabra. Para realizar cada una de las tareas se proporciona un tiempo limitado de 45 segundos. La aplicación completa de la prueba, incluyendo las instrucciones, requiere unos 5 minutos, aproximadamente.

Para el presente trabajo se calcularon dos puntuaciones diferentes. La puntuación PC (palabra-color), que es el número de ítems nombrados correctamente en la tarea 3. Esta puntuación informa de la velocidad para nombrar colores bajo una condición de incongruencia y, por tanto, se utiliza como indicador de la interferencia cognitiva. También se calculó la puntuación R-Int (resistencia a la interferencia), que es una estimación del efecto de interferencia más depurado. Este se obtiene a partir de la diferencia entre la puntuación directa de la condición palabra-color (puntuación PC) y la puntuación que, en función del rendimiento en las condiciones palabra y color, sería esperable.

#### *Resta consecutiva A y B, y suma consecutiva*

Estas pruebas evalúan la capacidad para desarrollar operaciones mentales consecutivas e inversas, lo cual requiere mantener en la MT resultados parciales, a la vez que se realizan sustracciones o sumas continuas. Las tareas de resta A y B requieren realizar una resta consecutiva. En ambos casos, se pide a los sujetos que partir de un número indicado (40 o 100) se vaya restando de forma consecutiva una cantidad (de tres en tres o de siete en siete, respectivamente) hasta llegar al número mínimo. La tarea de suma consiste en desarrollar una suma consecutiva que rebase el límite de las decenas. La persona tiene que sumar de cinco en cinco, comenzando desde el uno<sup>21</sup>.

Tanto para las pruebas de resta como para la de suma se calcularon las siguientes variables: el número de cálculos individuales correctos, el tiempo de resolución de la prueba y número de errores de cálculo.

#### *D2*

Es un test<sup>22</sup> de tiempo limitado diseñado para medir la atención selectiva, entendida como la capacidad de elegir y priorizar el procesamiento de una fuente particular de estimulación y simultáneamente inhibir la influencia de información potencialmente distra-

tora o irrelevante. La administración de la prueba tiene una duración entre 8 y 10 minutos. En ella, se presentan 658 elementos distribuidos en 14 líneas con 47 caracteres cada una. Estos estímulos contienen las letras "d" o "p" que pueden estar acompañados de una o dos pequeñas líneas situadas, individualmente o en pareja, en la parte superior o inferior de cada letra. La tarea del sujeto consiste en revisar atentamente, de izquierda a derecha, el contenido de cada línea y marcar toda letra "d" que tenga dos pequeñas rayas (las dos arriba, las abajo o una arriba y otra debajo). Estos elementos (es decir, los estímulos correctos) se conocen como elementos relevantes. Las demás combinaciones (las "p" con o sin rayas y las "d" con o ninguna raya) se consideran irrelevantes, y no deberían ser marcadas. En cada línea, el sujeto dispone de 20 segundos. Para el presente estudio calculamos las puntuaciones: números de elementos intentados en las 14 líneas (TR); número de elementos relevantes intentados pero no marcados (*i. e.*, errores de omisión); número de elementos irrelevantes marcados (*i. e.*, errores de comisión); efectividad total en la prueba, es decir, TR (errores de omisión + errores de comisión), y el índice de concentración, obtenido mediante el número total de aciertos (errores de comisión).

#### *Wisconsin sorting card test*

Esta prueba mide la capacidad de un sujeto para identificar categorías abstractas y su capacidad para dar una respuesta adecuada según el contexto. La versión utilizada en el presente trabajo es una versión computerizada donde se van presentando en la pantalla cartas consecutivamente. Las cartas están compuestas por la combinación de tres clases de atributos: la forma (triángulo, estrella, cruz y círculo), el color (rojo, azul, verde y amarillo) y el número (uno, dos, tres o cuatro elementos). La tarea de cada sujeto consiste en emparejar las cartas que aparecen en el mazo de abajo, con uno de los cuatro mazos que aparecen arriba, haciendo clic debajo de la carta con la que cree que coincide. Cuando el sujeto realiza diez respuestas correctas consecutivas, consigue una categoría, y se cambia el criterio de clasificación sin previa advertencia. Si continúa clasificando las cartas con el criterio de la categoría anterior, se van puntuando como errores perseverativos. Además, se le menciona si lo hizo de manera correcta o incorrecta y que, de acuerdo con esa información, debe tratar

de obtener tantas cartas correctas como sea posible. El participante debe clasificar primero por color, luego por forma y luego por número. El procedimiento continúa hasta que se han completado 6 categorías correctas o hasta que se han colocado las 128 cartas que tiene la prueba. Para el presente trabajo se calcularon las siguientes puntuaciones: número de aciertos, número de categoría alcanzada, número de errores y número de errores perseverativos<sup>23</sup>.

### Aspectos generales de la intervención

La implementación de las prácticas orientadas a la estimulación de las FE transcurrió posteriormente a la fase de preevaluación, y estuvieron destinadas al grupo experimental.

Previamente a la implementación de las estrategias, el plantel docente participó en jornadas de capacitación en neurociencias, siendo el tema central las FE en el salón de clases. Las capacitaciones estuvieron a cargo de profesionales en psicología.

Las capacitaciones fueron el punto de partida para que los mismos docentes confeccionaran las prácticas pedagógicas que implementar en sus diferentes espacios curriculares, teniendo como eje transversal las FE.

Una vez estructuradas las actividades y estrategias, cada docente puso en práctica, en sus clases, las acciones orientadas a la estimulación de cada FE durante un período de doce meses.

Transcurrido este periodo, se lleva a cabo la evaluación posterior.

### Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se emplearon pruebas no paramétricas, dado que la mayoría de las variables no cumplían con el supuesto de normalidad o el de homocedasticidad (ver detalles en **tabla A1**).

En primer lugar, se buscó saber si los grupos de estudio (*i. e.*, Control y Experimental) partían desde un mismo punto en el desempeño. En este sentido, se analizó la homogeneidad de los grupos a lo largo de las variables mediante la prueba no paramétrica para dos muestras independientes Mann-Whitney.

En segundo lugar, se pretendió examinar si había cambios significativos en el desempeño entre las sesiones/evaluaciones preintervención y postintervención dentro de cada grupo de estudio. Para ello, se comparó el valor de cada variable entre las sesiones y dentro de cada grupo mediante la prueba no pa-

ramétrica para dos muestras relacionadas Wilcoxon *signed-rank* test.

Por último, se pretendió comparar si los cambios en el grupo Experimental eran más grandes que los cambios en el grupo Control. Para ello, se calculó una puntuación de ganancia estandarizada para cada grupo de estudio y variable ( $Media_{post} - Media_{pre} / DE$  [muestra completa]). Para el caso de variables que medían tiempos de resolución de las pruebas o errores, la ganancia se multiplicó por -1 para que valores más altos de ganancia puedan reflejar cambios en la dirección esperada.

## Resultados

### Homogeneidad basal

En la **tabla 1** se muestran los resultados del análisis de homogeneidad basal y las estadísticas descriptivas de las variables analizadas en la fase preintervención. Los grupos de estudio no presentaron diferencias significativas en la gran mayoría de las variables en la fase preintervención. Sin embargo, los grupos mostraron diferencias significativas en el desempeño general de la prueba de Wisconsin y en la cantidad de aciertos en la prueba de señalamiento autodirigido (ver **tabla 1** para los detalles). En la prueba de Wisconsin se observó que, si bien el grupo Experimental tuvo una mayor cantidad de aciertos, también cometió una mayor cantidad de errores típicos y perseverativos, y alcanzó un número de categoría menor que el grupo Control (**figura 1**). Y en la prueba de señalamiento autodirigido pudo observarse que el grupo Experimental tuvo una cantidad inferior de aciertos que el grupo Control (**figura 1**).

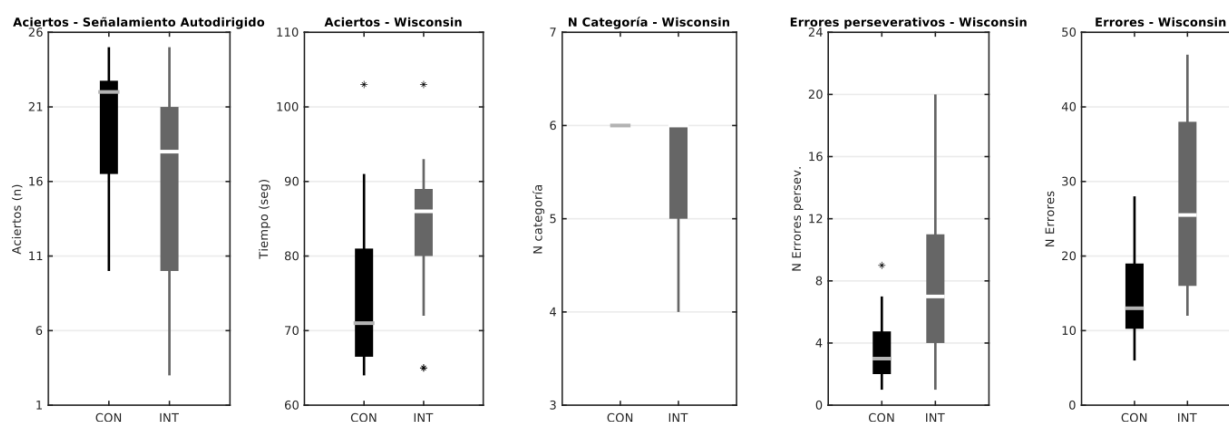
### Efecto de la intervención

En la **tabla A2** se presentan las medias y los desvíos de las puntuaciones obtenidas en las pruebas administradas en las instancias preintervención y postintervención. El grupo Control mostró cambios significativos en 9 variables correspondientes a 6 de las pruebas analizadas, observándose ganancias en las puntuaciones principalmente en la prueba de atención D2. Mientras que el grupo Experimental presentó cambios significativos en 13 variables correspondientes a 7 de las pruebas analizadas, no solo se observó principalmente un efecto de la intervención en la prueba de atención D2, sino también en la prueba de señalamiento autodirigido y de Hanoi.

**Tabla 1.** Estadísticas descriptivas y resultados del análisis de homogeneidad entre los grupos de estudio en la preintervención para las variables analizadas

	Grupo Control						Grupo Experimental						Mann Whitney	
	n	M	Mdn	DE	C25	C75	n	M	Mdn	DE	C25	C75	t	p
KBIT - Punt. directa	19	82.6	82.0	7.2	79.5	86.0	22	83.5	82.0	7.9	77.0	90.0	-0.37	0.714
HN - Movimientos	19	19.0	16.5	9.9	14.5	19.5	22	20.4	19.8	6.1	16.0	24.5	-0.54	0.596
HN - Errores	19	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	22	0.3	0.0	0.6	0.0	0.0	-1.19	0.245
HN - Tiempo	19	65.8	58.0	30.7	46.5	83.0	22	78.1	68.5	38.7	56.6	92.9	-1.07	0.292
SA - Tiempo	19	123.4	116.0	42.1	98.5	148.3	22	157.9	157.0	73.3	106.0	190.0	-1.80	0.079
SA - Err. persever.	19	2.4	1.0	3.0	1.0	2.0	22	4.1	3.0	3.9	1.0	7.0	-1.58	0.123
SA - Omisiones	19	2.5	1.0	3.0	1.0	3.0	22	2.9	1.5	3.2	1.0	4.0	-0.33	0.743
SA - Aciertos	19	19.8	22.0	4.2	16.5	22.8	22	16.0	18.0	6.7	10.0	21.0	2.13	0.039
STR - Palabra color	19	35.8	36.0	8.5	30.0	40.0	22	33.3	31.0	10.8	26.0	40.0	0.84	0.408
MT - Aciertos	19	13.7	14.2	1.6	12.2	15.2	22	12.8	13.2	2.3	12.0	14.5	1.32	0.195
MT - Errores	19	2.1	1.7	1.6	0.6	3.4	22	2.9	2.5	2.3	1.2	3.7	-1.24	0.224
MT - Tiempo	19	89.7	88.7	32.2	66.7	109.0	22	99.2	91.3	45.1	68.0	128.3	-0.74	0.464
D2 - Total	19	335.3	324.0	54.5	291.5	375.0	22	337.4	321.5	83.7	286.0	386.0	-0.10	0.924
D2 - Err. omisión	19	12.7	13.0	6.7	8.0	16.5	22	12.9	11.0	9.1	5.5	20.0	-0.10	0.920
D2 - Err. comisión	19	3.8	3.0	3.1	1.0	6.0	22	5.4	4.5	4.9	2.5	6.0	-1.20	0.238
D2 - Concentración	19	132.1	125.0	20.5	117.3	151.8	22	125.5	121.0	40.9	101.0	151.0	0.64	0.525
D2 - TR	19	353.7	343.0	58.4	316.5	399.8	22	368.7	363.5	87.1	310.0	428.0	-0.63	0.529
WSC - Aciertos	19	74.9	71.0	10.8	66.5	81.0	22	84.1	86.0	8.8	80.0	89.0	-2.99	0.005
WSC - N categoría	19	6.0	6.0	0.0	6.0	6.0	22	5.4	6.0	0.7	5.0	6.0	3.15	0.003
WSC - Err. persever.	19	3.3	3.0	2.2	2.0	4.8	22	8.5	7.0	5.6	4.0	11.0	-3.77	0.001
WSC - Errores	19	14.8	13.0	6.6	10.3	19.0	22	27.3	25.5	11.5	16.0	38.0	-4.16	0.000

Nota. n = tamaño muestral. M = media. Mdn = mediana. DE = desviación estándar. C25 = cuartil 25. C75 = cuartil 75. HN = prueba de Hanoi. Las variables son el promedio entre las pruebas Hanoi 3 discos y Hanoi 4 discos. SA = prueba señalamiento autodirigido. STR = prueba de Stroop. MT = memoria de trabajo. Las variables son promedio de las pruebas suma consecutiva, resta consecutiva A y resta consecutiva B. WSC = Wisconsin sorting card test.



**Figura 1.** Diagramas de cajas y bigotes de las variables que mostraron diferencias significativas entre grupos de estudio en la fase preintervención.



Tanto el grupo de Control como el Experimental presentaron un aumento significativo en la puntuación directa del K-BIT en la postintervención en comparación con la preintervención (Control: 82.6 vs. 94.3,  $Z = 3.83$ ,  $p < 0.001$ ; Experimental: 83.7 vs 97.3;  $Z = 3.52$ ,  $p < 0.001$ ). Sin embargo, el grupo Experimental obtuvo en promedio valores de ganancia más grande que la del Control (1.81 vs. 1.57; **figura 2**).

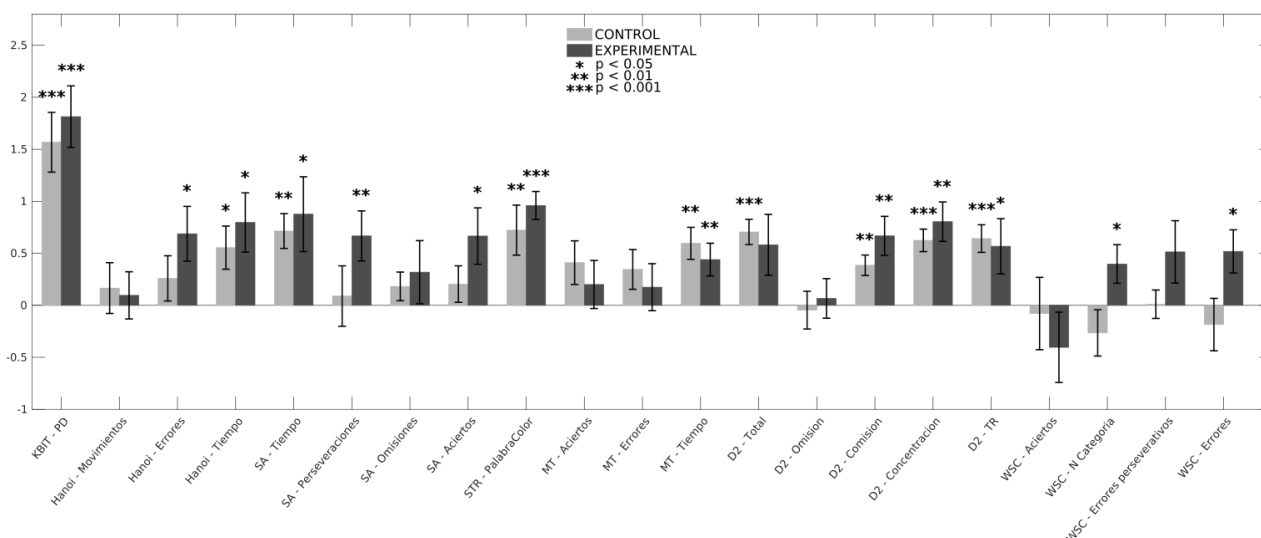
En la prueba de Hanoi, ambos grupos presentaron cambios en la variable Tiempo, exhibiendo una disminución del tiempo de resolución de la prueba en la fase postintervención (Control: 66 seg vs. 47 seg;  $Z = -2.11$ ,  $p = 0.002$ ; Experimental: 82 seg vs. 55 seg;  $Z = -2.44$ ,  $p = 0.015$ ). Al igual que para el K-BIT, el efecto fue mayor para el grupo Experimental respecto al Control (0.80 vs. 0.55; **figura 2**). Por otro lado, solo el grupo Experimental mostró cambios en la variable errores, lo que evidenció una disminución significativa de los errores en la postintervención (0.53 vs. 0.06;  $Z = -2.24$ ,  $p = 0.025$ ).

En la prueba de señalamiento autodirigido, ambos grupos mostraron cambios en la variable tiempo (Control: 123 seg vs. 79 seg;  $Z = -3.16$ ,  $p = 0.002$ ; Experimental: 159 seg vs. 194 seg;  $Z = -2.07$ ,  $p = 0.038$ ), manifestando una disminución del tiempo de resolución de la prueba en la fase postintervención en comparación con la fase preintervención. Al igual que para el K-BIT y para la variable tiempo de la prueba de Hanoi, las ganancias fueron en promedio más

grandes en el grupo Experimental respecto al Control (0.87 vs. 0.71; **figura 2**). Además, el grupo Experimental tuvo cambios en las variables errores perseverativos (4 vs 2;  $Z = -2.74$ ,  $p = 0.006$ ) y aciertos (16 vs. 20;  $Z = 2.01$ ,  $p = 0.045$ ), lo que evidenció una disminución de los errores de perseverancia y un aumento de las respuestas correctas en la postintervención.

En la prueba de Stroop, ambos grupos mostraron un aumento de la cantidad de ensayos correctos en la variable palabra color (Control: 36 vs. 43;  $Z = 2.77$ ,  $p = 0.006$ ; Experimental: 34 vs. 43;  $Z = 3.65$ ,  $p < 0.001$ ). Sin embargo, al igual que para las otras variables con cambios significativos en los dos grupos de estudio, el grupo Experimental tuvo en promedio ganancias más altas que el grupo Control (0.96 vs. 0.72; **figura 2**). En las pruebas suma consecutiva y resta consecutiva A-B, que se agrupan como prueba de MT, se evidenciaron cambios significativos solamente en la variable tiempo, donde ambos grupos de estudio mostraron una disminución de los tiempos de resolución de las tareas en la postintervención (Control: 90 seg vs. 66 seg;  $Z = -3.24$ ,  $p = 0.001$ ; Experimental: 88 seg vs. 70 seg;  $Z = -3.29$ ,  $p < 0.001$ ). Contrariamente a lo que se venía observando, el grupo Control mostró en promedio ganancias más grandes que el grupo Experimental (0.60 vs. 0.44; **figura 2**).

En la prueba de atención D2, ambos grupos mostraron cambios significativos en las variables errores de comisión (Control: 6 vs. 3 seg;  $Z = -3.16$ ,  $p = 0.002$ ;



**Figura 2.** Ganancias estandarizadas para cada variable dependiente analizadas en función del grupo de estudio (i. e., Experimental y Control).

Experimental: 8 vs. 2 seg;  $Z = -3.11, p = 0.002$ ), concentración (Control: 132 vs. 153;  $Z = 3.58, p < 0.001$ ; Experimental: 122 vs. 149;  $Z = 3.26, p = 0.001$ ) y tiempo de reacción (Control: 354 vs. 402;  $Z = 3.52, p < 0.001$ ; Experimental: 362 vs. 404;  $Z = 2.00, p = 0.045$ ). En ambos grupos, los cambios se manifestaron en la dirección esperada. Es decir, el número de elementos intentados y el índice de concentración aumentaron, mientras que el número de elementos irrelevantes marcados (errores de comisión) disminuyó en la postintervención. En cuanto a las ganancias estandarizadas, el grupo Experimental tuvo valores en promedio más bajos en la variable tiempo de reacción (0.57 vs. 0.64), mientras exhibió en promedio valores más altos en las variables errores de comisión (0.67 vs. 0.39) y concentración (0.80 vs. 0.62; **figura 2**), que el grupo Control. Por último, solo el grupo Control mostró cambios significativos en la puntuación total de la prueba (335 vs. 385;  $Z = 3.66, p < 0.001$ ), lo que evidenció un aumento de la efectividad total en la prueba en la sesión post-intervención.

En la prueba de Wisconsin, solo el grupo Experimental exhibió cambios significativos. En particular, el grupo mostró cambios en las variables número de categoría (5 vs. 6;  $Z = 1.98, p = 0.047$ ) y errores (25 vs. 19;  $Z = -2.38, p = 0.017$ ), con aumento en el número de categoría alcanzada y una disminución de los errores cometidos en la prueba en la sesión postintervención.

## Discusión

Este estudio longitudinal se emprendió con el objetivo de conocer los posibles efectos de PP diseñadas para la potenciación de las FE en estudiantes de nivel secundario. Este escrito constituye un informe preliminar en el que se presentan los resultados correspondientes a la primera y segunda etapa.

Para el cumplimiento de los objetivos fijados, los grupos participantes debieron presentar rendimiento cognitivo similar en la fase previa a la intervención, para que en la fase postintervención los resultados se consideren representativos del posible efecto de las PP. Por ello, al comenzar el trabajo de campo se evaluó al grupo Experimental y al grupo Control con los test mencionados en el apartado correspondiente. Como pudo observarse en los resultados, los grupos obtuvieron un desempeño cognitivo semejante, ya que en la mayoría de las variables no presentaron

diferencias estadísticamente significativas, considerándose que presentaban igualdad de condiciones.

Cumplimentada la primera fase de intervención, se volvieron a evaluar los grupos con las mismas pruebas para conocer la eficacia de las PP implementadas en el grupo experimental. El análisis del efecto de la intervención reveló cambios significativos para ambos grupos; con mayores ganancias para el grupo Experimental (el cual presentó cambios en 13 variables correspondientes a las pruebas d2, señalamiento autodirigido y Hanoi) en comparación con el grupo Control (cuyos cambios se visualizaron en 9 variables, en su mayoría relacionados al d2).

En este sentido, el grupo Experimental presentó una tendencia marcada hacia la mejoría en el rendimiento de tareas que evaluaron MT, flexibilidad cognitiva, control inhibitorio, atención y planificación, en comparación con el grupo Control. Además, es importante destacar que los cambios se observaron tanto en las FE más elementales como en aquellas más complejas<sup>14-15</sup>.

Se reconoce que las FE (así como otras funciones cognitivas) tienen su inicio desde etapas tempranas, desarrollándose durante la infancia y la adolescencia; por lo tanto, conforme se incrementa la edad de los estudiantes puede apreciarse que sus desempeños mejoran<sup>9,24</sup>.

Los avances expuestos aquí permiten suponer que los programas de intervención diseñados específicamente para el contexto educativo pueden surtir efectos positivos sobre el rendimiento cognitivo de los estudiantes; en este caso, potenciando el desarrollo natural de las FE de los adolescentes. En un estudio previo, con un grupo de estudiantes secundarios, se señaló la implicación de los conocimientos neurocientíficos referidos a los procesos cognitivos en la confección de las PP como una alternativa para favorecer el rendimiento académico<sup>25</sup>. En otra investigación, Muchiut et al.<sup>12</sup> reportaron mejoras en el desempeño del funcionamiento ejecutivo de un grupo de adolescentes participantes de un estudio preexperimental en el que se realizaron PP ecológicas orientadas a potenciar las FE en 7 espacios curriculares, con pruebas preintervención y postintervención. Siguiendo la línea de investigaciones enmarcadas en la neurodidáctica, otra intervención ecológica asociada a las FE fue el uso de rúbricas como parte de la evaluación formativa del estudiante, generando un *feedback* de sus propias capacidades,

ubicándolo en un rol activo en la construcción del conocimiento, promoviendo los procesos autorregulatorios en los que se hayan involucrados las FE<sup>13</sup>. Por su parte, en una muestra reducida de escolares (de 6 y 7 años) Bernal-Ruiz et al.<sup>11</sup> ejecutaron un programa de estimulación cognitiva con el que observaron un impacto positivo en las FE. Mientras que Gil Vega<sup>26</sup> realizó un análisis del currículo con el que observó la integración de las FE en el ámbito educativo, señalándolas como un factor influyente en el desempeño académico, por lo que considerarlas en el momento de llevar adelante las acciones educativas puede favorecer a los estudiantes en general y especialmente a aquellos que presenten problemas de aprendizaje, al promover un entrenamiento ejecutivo específico conforme a las necesidades.

Además de los avances referidos al funcionamiento ejecutivo, el análisis de los puntajes del K-BIT puso en evidencia un aumento significativo de la capacidad intelectual para ambos grupos durante la evaluación postintervención, en comparación con la fase preintervención. Punto que puede atribuirse a la propia madurez progresiva de la inteligencia durante la infancia y la adolescencia<sup>27</sup>; sin embargo, se puede apreciar que el grupo que ha participado en las intervenciones pedagógicas mostró en promedio valores de ganancia mayores que el grupo control.

Como se mencionó anteriormente, este estudio se encuentra en ejecución, transcurriendo la tercera etapa de intervención durante el ciclo lectivo 2023, por lo que se propone la continuidad en la implementación de las PP enfocadas en las FE con las respectivas fases de evaluación preintervención y postintervención de los estudiantes para establecer las conclusiones finales.

## Conclusiones

Los hallazgos de este estudio contribuyen a aportar evidencia acerca de la importancia que podría tener la inserción en el currículum académico de actividades específicas para la promoción de las FE; así como en el estudio de impacto de intervenciones cognitivas en adolescentes de nivel secundario. Específicamente, los resultados de los análisis efectuados en el presente estudio sugieren que: (1) Es posible transferir metodologías de intervención cognitiva en contextos diferentes al del laboratorio mediante el diseño y la aplicación de PP específicas

en el ámbito educativo. (2) El desempeño cognitivo de adolescentes sin historia de trastornos del desarrollo y de nivel secundario puede ser modificado a través de actividades de aprendizaje diseñadas para promover el desarrollo de las FE.

En este contexto, el rol de los docentes es primordial, en tanto que deben adecuarse a los requerimientos del alumnado, atender la heterogeneidad propia del aula y diseñar sus PP a favor del aprendizaje, por lo que adoptar un enfoque ecológico de la neurodidáctica puede ser de utilidad, pudiendo facilitar, con sus aportes, el desarrollo neurocognitivo.

Este proyecto de investigación, aún en ejecución, puso en evidencia que el diseño de las intervenciones pedagógicas no es un esfuerzo aislado, sino que involucra un recorrido de esfuerzo conjunto, en el que los docentes deben capacitarse y trabajar colaborativamente para optimizar sus prácticas y, por ende, el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

## Limitaciones

Este estudio se encontró con la limitación de una muestra que se redujo en la segunda fase por diferentes motivos, como ser dos diagnósticos posteriores a la administración de las pruebas preintervención y cambio de institución educativa de algunos estudiantes. En estudios futuros podría resultar favorable considerar un número mayor de participantes, previendo las posibilidades de reducción de estos entre las diferentes fases de los estudios de diseño longitudinal o con evaluaciones pre-post.

Asimismo, la muestra no estuvo caracterizada según aspectos socioeconómicos. Existen estudios que muestran el papel del contexto socioeconómico<sup>28-30</sup> o los estilos de vida saludable<sup>31-32</sup> como un factor relevante en la maduración de las FE. Sería importante para futuros estudios incorporar información sobre estas variables para caracterizar las muestras.

## Declaración ética

Para todos los procedimientos de este estudio se contempló lo establecido en la Ley de Protección Integral de los Derechos de las Niñas, Niños y Adolescentes n° 26061<sup>33</sup>. Además de lo reglamentado en el Código de Ética de la Federación de Psicólogos de la República Argentina [Fe.P.R.A.]<sup>34</sup> para la Investigación (sección 4) y la Divulgación y Publicaciones (sección 6).

## Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades y al personal de las instituciones educativas participantes, a los tutores y a los/as estudiantes participantes de este estudio. Agradeciendo

especialmente a los docentes involucrados en la confección e implementación de las PP para con la muestra correspondiente al grupo experimental.

### Contribuciones de los autores

Se considera que los autores contribuyeron equitativamente en el presente escrito.

Los apartados "Introducción", "Discusión", "Conclusión", "Limitaciones" y "Agradecimientos" estuvieron a cargo de los autores Álvaro Muchiut, Paola Vaccaro y Belén Sánchez.

Paola Vaccaro y Belén Sánchez fueron las responsables de la recolección de datos mediante administración de las pruebas preintervención y postintervención, asistiendo a las instituciones educativas participantes, además de confeccionar el apartado "Referencias".

Marcos Pietto estuvo a cargo del procesamiento y análisis estadísticos de los datos, y de la redacción de las secciones "Metodología", "Resultados" y material adicional; contribuyendo con la confección de la "Discusión". Finalmente, todos los autores participaron en la realización del "Resumen" y "Abstract".

## Referencias

1. Muchiut AF et al. Neurodidáctica y autorregulación del aprendizaje, un camino de la teoría a la práctica. *Rev. Iberoamericana de Educación*. 2018; 78(1): 205-219. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6711421>.
2. Araya-Pizarro SC, Espinoza Pasten L. Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propós. represent.* 2020; 8(1): e312. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
3. Muchiut AF, Vaccaro P, Pietto LP. Towards an Ecological Vision of Neurodidactics. *J. Edu. Psyc. Res.* 2022; 4(2): 428-432. <https://opastpublishers.com/open-access/towards-an-ecologicalvision-of-neurodidactics.pdf>
4. Willoughby M, Hudson K, Hong Y, Wylie A. Improvements in motor competence skills are associated with improvements in executive function and math problem-solving skills in early childhood. *Developmental Psychology*. 2021; 57(9): 1463-1470. <https://doi.org/10.1037/dev0001223>
5. Doebel S. Rethinking executive function and its development. *Perspect on Psychol Sci.* 2020; 15(4): 942-956. doi: 10.1177/1745691620904771.
6. Gogtay N et al. Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2004; 101(21), 8174-8179. doi:10.1073/pnas.0402680101
7. McClelland MM, Geldhof G, Cameron CE, Wanless, S. B. Development and self-regulation. *Hand. of life cour. heal. develop. sci.* 2015; 1-43. doi: 10.1002/9781118963418.chil-dpsy114
8. Lerner D. Enseñar en la diversidad. *Lectura y vida : Rev. Latinoam. de lectura*. 2007; 28 (4): 6-17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2522736>
9. Korzeniowski CG. Desarrollo evolutivo del funcionamiento ejecutivo y su relación con el aprendizaje escolar. *Rev. de Psicología*. 2011; 7 (13): 52-64. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/94811>
10. Clair-Thompson HL, Gathercole SE. Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition and working memory. *The quarterly journal of experimental psychology*. 2006; 59: 745-759. <https://doi.org/10.1080/17470210500162854>
11. Bernal-Ruiz F, Rodríguez-Vera M, Ortega A. Estimulación de las funciones ejecutivas y su influencia en el rendimiento académico en escolares de primero básico. *Interdisciplinaria*. 2020; 37 (1). doi: <http://dx.doi.org/10.16888/interd.2020.37.1.6>
12. Muchiut ÁF, Vaccaro P, Pietto ML, Dri CA. Prácticas pedagógicas orientadas a favorecer las funciones ejecutivas en adolescentes. *JONED*. 2021; 2(1): 3043. doi: 10.1344/joned.v2i1.32164
13. Muchiut AF, et al. Evaluación de las funciones ejecutivas mediante rúbricas. Una experiencia desde la neurodidáctica con estudiantes de nivel secundario. *JONED*. 2022; 3(1): 134-146. doi: 10.1344/joned.v3i1.39564
14. Diamond A, Ling DS. Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*. 2016. 18, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
15. Friedman NP, Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*. 2017. 86, 186-204.
16. Kaufman AS, Kaufman NL. *Test breve de inteligencia de Kaufman*. Pearson. 2011
17. Simon HA. The functional equivalence of problem solving skills. *Cognitive Psychology*. 1975; 7 (2): 268-288. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(75\)90012-2](https://doi.org/10.1016/0010-0285(75)90012-2)
18. Petrides M. Functional organization of the human frontal cortex for mnemonic processing. Evidence from neuroimaging studies. *Ann N Y Acad Sci*. 1995 Dec 15;769:85-96. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1995.tb38133.x>
19. Curtis CE, Zaid DH, Pardo JV. Organization of working memory in the human prefrontal cortex: a PET study of self-ordered object working memory. *Neuropsychologic*. 2000; 38: 1503-1510
20. Homack s, Riccio C. A meta-analysis of the sensitivity and specificity of the Stroop Color and Word test with children. *Archives of clinical neuropsychology*.2004. 19 (6): 725-743
21. Flores Lázaro JC, Ostrosky Shejet F, Lozano Gutierrez A.

- BANFE-2. Batería Neuropsicológica de funciones ejecutivas y lóbulos frontales. Manual moderno.2014.
22. Brickenkamp R. d2 Test de atención. TEA. 2012
  23. Grant DA, Berg E.A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology*. 1948; 38(4), 404–411. <https://doi.org/10.1037/h0059831>
  24. Portellano Pérez J, García Alba J. Neuropsicología de la Atención, las Funciones Ejecutivas y la Memoria. Madrid: Síntesis S.A.; 2014.
  25. Muchiut AF, Vaccaro P, Pietto ML. Inteligencia, funciones ejecutivas y rendimiento académico de adolescentes de 13 y 14 años de Resistencia (Chaco, Argentina) *INTERDISCIPLINARIA*. 2021; 38(3): 83-102. <https://doi.org/10.16888/interd.2021.38.3.5>
  26. Gil Vega, JA. ¿Es posible un currículo basado en las funciones ejecutivas?. *Journal of neuroeducation*. 2020; 1(1):114 - 129, <https://raco.cat/index.php/JONED/article/view/386794>.
  27. Ardila, R.: Inteligencia. ¿Qué sabemos y qué nos falta por investigar?. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*2011; 35 (134): 97-103. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082011000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000100009)
  28. Farah MJ. The neuroscience of socioeconomic status: Correlates, causes, and consequences. *Neuron*. 2017. 96(1), 56-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2017.08.034>
  29. Lawson GM, Hook CJ, Farah MJ. A meta-analysis of the relationship between socioeconomic status and executive function performance among children. *Developmental science*. 2018. 21(2), e12529. <https://doi.org/10.1111/desc.12529>
  30. Noble KG, Giebler MA. The neuroscience of socioeconomic inequality. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2020. 36, 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.05.007>
  31. Jensen SK, Berens AE, Nelson, CA. Effects of poverty on interacting biological systems underlying child development. *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2017. 1(3), 225-239. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(17\)30024-X](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(17)30024-X)
  32. Jirout, J., LoCasale-Crouch, J., Turnbull, K., Gu, Y., Cubides, M., Garziane, S., ... & Kranz, S. (2019). How lifestyle factors affect cognitive and executive function and the ability to learn in children. *Nutrients*, 11(8), 1953. <https://doi.org/10.3390/nu11081953>
  33. Ley N° 26.061. Protección integral de los derechos de niñas, niños y adolescentes. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación. Secretaría de Derechos Humanos, 2014.
  34. de Ética de la Federación de Psicólogos de la República Argentina- Fe.P.R.A [Internet]. Buenos Aires, Argentina: 30 de noviembre de 2013 [10 de agosto de 2020]. Disponible en: [http://fepra.org.ar/docs/C\\_ETICA.pdf](http://fepra.org.ar/docs/C_ETICA.pdf)

## Apéndice 1

### Análisis de normalidad y homocedasticidad

Los análisis mostraron que la mayoría de las variables no cumplían con el supuesto de normalidad tanto en la sesión pre- (15 variables) como en la sesión post-intervención (14 variables). Tampoco 6 variables en el pre-intervención y 4 variables en el post-intervención no cumplieron con el principio de homocedasticidad (Tabla A1).

**Tabla A1.** Resultados de normalidad y homocedasticidad de las variables analizadas

Variable	Pre-int.				Post-int.			
	Shapiro-Wilk		Levene		Shapiro-Wilk		Levene	
	SW	p	L	p	SW	p	L	p
KBIT – Punt. directa	0.98	0.788	0.96	0.333	0.98	0.823	2.21	0.146
HN - Movimientos	0.82	0.000	0.39	0.537	0.93	0.026	0.05	0.817
HN - Errores	0.64	0.000	2.08	0.159	0.41	0.000	0.83	0.370
HN - Tiempo	0.93	0.022	0.05	0.818	0.98	0.862	1.10	0.301
SA - Tiempo	0.95	0.069	2.51	0.121	0.85	0.000	7.80	0.008
SA - Err. Persever.	0.83	0.000	5.14	0.029	0.76	0.000	0.61	0.440
SA - Omisiones	0.69	0.000	4.41	0.042	0.90	0.003	5.62	0.023
SA - Aciertos	0.89	0.001	10.61	0.002	0.93	0.021	0.04	0.848
STR - Palabra Color	0.99	0.899	1.20	0.280	0.99	0.893	0.13	0.723
MT - Aciertos	0.85	0.000	0.63	0.432	0.80	0.000	6.06	0.019
MT - Errores	0.84	0.000	1.37	0.249	0.76	0.000	6.07	0.019
MT - Tiempo	0.93	0.025	0.15	0.704	0.95	0.087	0.07	0.791
D2 - Total	0.98	0.630	0.41	0.524	0.95	0.059	2.63	0.114
D2 - Err. Omisión	0.58	0.000	10.41	0.003	0.60	0.000	1.65	0.207
D2 - Err. Comisión	0.67	0.000	0.33	0.568	0.41	0.000	0.97	0.330
D2 - Concentración	0.98	0.433	4.39	0.043	0.94	0.057	0.10	0.759
D2 - TR	0.98	0.810	0.80	0.376	0.97	0.279	3.77	0.060
WSC - Aciertos	0.94	0.033	2.49	0.123	0.92	0.012	1.35	0.253
WSC - N Categoría	0.59	0.000	0.28	0.601	0.23	0.000	1.14	0.292
WSC - Err. Persever.	0.85	0.000	16.32	0.000	0.89	0.002	0.66	0.422
WSC - Errores	0.90	0.002	2.74	0.106	0.71	0.000	0.17	0.685

Nota.

HN = prueba de Hanoi. Las variables son el promedio entre las pruebas Hanoi 3 discos y Hanoi 4 discos.

SA = prueba Señalamiento Autodirigido

STR = prueba de Stroop

MT = Memoria de Trabajo. Las variables son promedio de las pruebas Suma Consecutiva, Resta consecutiva A y B

WSC = Wisconsin Sorting Card Test

## Apéndice 2

**Tabla A2.** Impacto de la intervención según grupo de estudio (Control, Experimental) en todas las variables analizadas

Variable	Grupo Control							Grupo Experimental						
	n	Pre-int		Post-int		WX		n	Pre-int		Post-int		WX	
		M	DE	M	DE	Z	p		M	DE	M	DE	Z	p
KBIT – Punt. directa	19	82.58	7.17	94.32	8.16	-3.83	<0.001	19	83.68	7.74	97.26	12.76	-3.52	<0.001
HNN - Movimientos	17	19.21	10.19	17.85	6.24	0.36	0.717	16	21.06	5.58	20.28	5.32	-0.16	0.875
HNN - Errores	17	0.26	0.66	0.09	0.20	1.07	0.285	16	0.53	0.72	0.06	0.17	2.24	0.025
HNN - Tiempo	17	66.24	31.56	46.76	18.02	2.11	0.035	17	82.62	38.12	54.65	20.60	2.44	0.015
SA - Tiempo	19	123.42	42.14	78.68	21.67	3.16	0.002	19	159.05	77.61	104.16	52.08	2.07	0.038
SA - Err. Persever.	19	2.37	3.00	2.05	2.80	0.26	0.795	19	4.11	4.07	1.74	2.40	2.74	0.006
SA - Omisiones	19	2.53	2.95	1.68	1.63	1.15	0.249	19	4.53	5.88	3.05	2.34	0.66	0.507
SA - Aciertos	19	19.84	4.19	21.05	3.70	-0.90	0.370	19	15.74	6.80	19.68	3.77	-2.01	0.045
STR - Palabra Color	19	35.84	8.51	42.89	8.83	-2.77	0.006	19	33.79	11.18	43.16	10.62	-3.65	<0.001
MT - Aciertos	18	13.13	2.18	14.24	1.13	-1.61	0.107	16	12.83	2.57	13.38	3.19	-0.97	0.330
MT - Errores	18	2.33	1.90	1.43	1.13	1.59	0.112	16	2.83	2.57	2.38	3.10	1.00	0.319
MT - Tiempo	18	89.74	32.24	66.20	23.25	3.24	0.001	16	87.79	36.04	70.42	28.29	3.29	0.001
D2 - Total	19	335.26	54.50	385.21	55.98	-3.66	<0.001	19	332.42	84.13	373.63	95.51	-1.94	0.053
D2 - Err. Omisión	19	12.68	6.68	13.79	17.87	0.52	0.602	19	21.68	30.10	20.11	29.28	0.74	0.459
D2 - Err. Comisión	19	5.79	9.26	2.63	6.76	3.16	0.002	19	7.63	7.79	2.16	3.11	3.08	0.002
D2 - Concentración	19	132.11	20.49	152.63	27.63	-3.58	<0.001	19	122.37	42.54	148.79	32.96	-3.26	0.001
D2 - TR	19	353.74	58.36	401.63	59.77	-3.52	<0.001	19	361.68	84.84	404.05	89.73	-2.00	0.045
WSC - Aciertos	19	74.95	10.81	74.11	11.40	-0.12	0.904	19	83.79	9.27	79.47	13.04	1.24	0.214
WSC - N Categoría	19	6.11	1.37	5.79	0.92	1.34	0.180	19	5.42	0.90	5.89	0.32	-1.98	0.047
WSC - Err. Persever.	19	3.32	2.19	3.26	3.00	0.02	0.982	19	7.79	5.67	5.21	3.15	1.45	0.146
WSC - Errores	19	14.79	6.59	16.89	14.21	-0.06	0.952	19	24.95	10.53	19.05	8.36	2.38	0.017

Nota

n = tamaño muestral

M = Media

DE = desviación estándar

WX = prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

HN = prueba de Hanoi. Las variables son el promedio entre las pruebas Hanoi 3 discos y Hanoi 4 discos.

SA = prueba Señalamiento Autodirigido

STR = prueba de Stroop

MT = Memoria de Trabajo. Las variables son promedio de las pruebas Suma Consecutiva, Resta consecutiva A y B

WSC = Wisconsin Sorting Card Test