

Impacto en el funcionamiento ejecutivo de adolescentes a partir de una intervención neurodidáctica: Estudio longitudinal en el nivel secundario

Álvaro Muchiut¹, Paola Vaccaro¹, Marcos Pietto¹, Belén Sánchez¹.

RESUMEN

Objetivo: Conocer el impacto de una intervención neurodidáctica sobre el funcionamiento ejecutivo de adolescentes de nivel secundario.

Método: Se realizó un estudio longitudinal cuasiexperimental con preprueba y posprueba. Participaron 30 estudiantes de nivel secundario de la ciudad de Resistencia (Chaco, Argentina). Se conformaron dos grupos (experimental y control), evaluados a través de tareas cognitivas con demandas en funciones ejecutivas en dos instancias: previo a la implementación del programa (pre-intervención) y al finalizar la misma transcurrido tres años (post-intervención).

Resultados: Los resultados revelaron cambios significativos en ambos grupos en algunas tareas evaluadas, evidenciando mejor desempeño en la evaluación post-intervención. Sin embargo, el grupo experimental mostró ganancias mayores en comparación con el grupo control en algunas de las pruebas de funcionamiento ejecutivo. Se observó un efecto moderado de la intervención en la mayoría de las tareas (p. ej., Señalamiento Autodirigido: Tiempo, Omisiones, Aciertos; Stroop: Palabra-Color; MT: Tiempo; D2: TOT), efectos pequeños en otras (p. ej., Hanoi: Tiempo; Señalamiento Autodirigido: Errores perseverativos; D2: TR) y grandes (p. ej., D2: Concentración), indicando un posible impacto del programa de intervención en las funciones ejecutivas implicadas en la resolución de las tareas (p. ej., control inhibitorio, atención, memoria de trabajo y planificación).

Conclusión: Este trabajo aporta evidencia a favor del uso de intervenciones ecológicas para estimular el funcionamiento ejecutivo en el aula. Implementar estrategias neurodidácticas al curricular establecido, implicaría beneficios como: promover las funciones ejecutivas, favorecer el trabajo colaborativo interdisciplinario entre investigadores del campo de la psicología y docentes; buscando la innovación de las políticas educativas.

Palabras clave:

Intervención Neurodidáctica; Funciones Ejecutivas; Adolescentes.

* Autor para la correspondencia

La correspondencia debe dirigirse a
Álvaro F. Muchiut.
Fundación Centro de Estudios
Cognitivos, Instituto Superior de
Neuropsicología, Av. San Martín
1544, CP. 3500, Resistencia, Chaco,
Argentina.
e-mail: dralvaromuchiut@gmail.com

¹Fundación Centro de Estudios Cognitivos. Instituto Superior de Neuropsicología. Departamento de Investigación. Resistencia, Chaco, Argentina.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la Neurodidáctica, las intervenciones pedagógicas pueden pensarse sobre la base de cómo aprende el cerebro. Esta disciplina pretende la optimización de estrategias, técnicas y herramientas pedagógicas que se utilizan en el salón de clases, aportando al docente lineamientos sobre la manera de hacer accesibles los contenidos del currículo desde las Neurociencias^{1,2}. Muchiut et al.³ han propuesto pensar la Neurodidáctica desde un enfoque ecológico, implicando la consideración del aula como el entorno natural donde transcurre el proceso de aprendizaje.

En este punto debe entenderse que las intervenciones pedagógicas son diseñadas por los propios docentes para sus estudiantes en el ámbito educativo cotidiano. No se trata de adaptaciones, ajustes o aplicaciones de programas o estrategias elaboradas inicialmente para el ámbito clínico. En este marco, se presentan aquí los resultados correspondientes a la tercera y última instancia de una investigación longitudinal emprendida en 2021, cuyos resultados preliminares han sido publicados con anterioridad⁴. El objetivo de este estudio fue conocer el impacto de un programa de intervención neurodidáctica sobre las funciones ejecutivas (FE) de adolescentes de nivel secundario de la ciudad de Resistencia (Chaco, Argentina).

Las FE tienen su base neuroanatómica en los lóbulos frontales y constituyen un sistema de planeación, regulación y control de los procesos psicológicos. Conforman un grupo de aptitudes cognitivas que se activan ante el establecimiento de metas, la planificación e implementación de acciones y comportamientos asertivos para la resolución de una situación problemática⁵. Su estimulación brinda la posibilidad de “autogestionarse en la planificación de su tiempo para realizar las tareas, en la flexibilidad cognitiva, en el control inhibitorio, en la memoria de trabajo, en las habilidades para mantener la información mental, en la atención y en la resolución de problemas.”⁷, p.142-143 Por lo que potenciar su desarrollo desde el salón de clases podría repercutir favorablemente en el desempeño académico.

Las FE presentan *per se* un desarrollo madurativo que alcanza ciertos niveles a medida que avanza la edad, por lo tanto, se vinculan a la propia genética y biología del ser humano. Sin embargo, la estimulación del medio ambiente no juega un papel menor, sino que hasta podría considerarse un determinante de desarrollo efectivo del funcionamiento ejecutivo. En consideración, Parrado Torres⁶, en una revisión sistemática, detectó factores en las intervenciones realizadas en instituciones escolares que evidenciaron resultados positivos sobre el funcionamiento ejecutivo de los estudiantes.

En nivel inicial se destacaron la capacitación docente, el uso de secuencias didácticas transversales y la ejecución de actividades lúdicas, variadas y de complejidad creciente. A estas prácticas se sumaron el posicionamiento desde un enfoque integral (estimulación de FE en sus planos cognitivo, motor y socioafectivo), el uso de mindfulness, el análisis de situaciones, la retroalimentación positiva de hechos y la incorporación de las actividades al plan de estudios como factores provechosos para las FE en el nivel primario. Mientras que en nivel secundario la implementación de prácticas pedagógicas por un lapso prolongado de tiempo ha mostrado favorecer el funcionamiento ejecutivo de adolescentes.

En universitarios, se estudió la asociación entre estrategias neurodidácticas y FE mediante la ejecución de un programa de formación que incluyó ejercicios de atención plena, mentalidad de crecimiento, relación de conocimientos previos con los actuales y habilidades socioemocionales. Para ello se realizaron evaluaciones pre y post-intervención, obteniendo resultados a favor del programa como potenciador de las FE en los planos cognitivo y social¹. Siguiendo esta línea, Kontostavrou y Drigas⁷ tras una exhaustiva revisión bibliográfica de estudios con muestras de diferentes rangos de edades, observaron que las FE pueden entrenarse con técnicas y estrategias pedagógicas efectivas mejorando, inclusive, otras aptitudes cognitivas como el análisis matemático y el procesamiento lingüístico, pudiendo llegar al punto de promover la superdotación.

La capacitación docente sobre cómo funciona el cerebro y las FE, impregnada de los aportes

neurocientíficos, ha demostrado ser un factor influyente al momento de diseñar intervenciones y prácticas pedagógicas específicas para la potencialización de las FE. En este sentido, el docente adquiere un rol esencial, tanto en la implementación como en la misma planificación de las actividades, por lo que se debe resaltar la importancia de la formación y actualización docente permanente.

Considerar estrategias neurodidácticas que resulten efectivas en la forma de enseñar, es sin dudas un reto en el ámbito educativo, pues involucra incorporar una perspectiva pedagógica diferente, innovando en la metodología de enseñanza. Codina et al.⁸ consideraron una muestra de adolescentes para establecer una estructura flexible, transversal y adaptable que incluya los elementos esenciales para el entrenamiento del control inhibitorio, pretendiendo generar cambios en el aspecto madurativo/cerebral del adolescente. Incentivaron a los docentes a apropiarse del conocimiento sobre el funcionamiento cerebral del estudiante para mejorar sus prácticas, buscando que las aportaciones neurodidácticas se incorporen en el plan académico como prácticas “base” con utilidad para los diferentes espacios curriculares.

La bibliografía actual evidencia la existencia de diferentes tipos de estudios y experiencias realizados en el ámbito educativo a la luz de las neurociencias, y en específico, contemplando las contribuciones de la neurodidáctica, siendo poco frecuente hallar estudios longitudinales de corte cuantitativo con muestras de adolescentes como grupo de intervención. Existe variedad de diseños de investigación puestos en marcha. Por ejemplo, Marder y De Mier⁹ realizaron un estudio tipo comparativo cuasiexperimental con instancias evaluativas pre y post-intervención en el que se ejecutó un programa integral para el desarrollo de habilidades cognitivas, lingüísticas y socioemocionales en nivel inicial durante 7 meses.

Tomando un grupo control y un grupo experimental, se observaron diferencias significativas a favor de este último, reportando mejoras en las FE de planificación, organización, control inhibitorio y flexibilidad. En la misma línea, y con resultados

similares, Mogollon Mogollon¹⁰ emprendió un estudio con diseño pre-experimental, buscando mejorar las FE en escolares de 5° de primaria a través de un programa de estrategias neurodidácticas, cuyo efecto fue positivo en las FE de inhibición, flexibilidad y metacognición, según los desempeños obtenidos en las pruebas post-intervención.

También en nivel primario, pero adoptando una metodología mixta, Reza Flores y Guemez Peña¹¹ realizaron un estudio en el que buscaron la estimulación de aspectos neurofuncionales a través de la combinación del aprendizaje basado en la modelización y la utilización de inteligencia artificial como estrategias novedosas enmarcadas desde la neurodidáctica. Para ello, dividieron el estudio en 4 fases incluyendo: a) capacitación docente sobre modelización; b) alfabetización a los mismos sobre el uso de inteligencia artificial en educación; c) intervención docente/puesta en escena de la teoría y; d) exposición de resultados, los cuales apuntaron a la presencia de interrelación entre las estrategias enumeradas y la incorporación de competencias tecnocientíficas.

El uso de fases también fue decisión de Codina et al.⁸, cuando apuntaron al establecimiento de una estructura neurodidáctica como eje integrable al plan de estudios transversalmente. La primera etapa consistió en la validación de expertos y docentes de la herramienta, la segunda buscó su aplicación y la tercera implicó la valoración de los resultados e implementación de la estrategia diseñada. Por su parte, desde un enfoque descriptivo, Muchiut et al.¹² expusieron una experiencia neurodidáctica en la que los docentes idearon estrategias que favorecieron el desempeño de las FE en estudiantes de nivel secundario.

En otros estudios se realizaron revisiones, como Bedoya Salazar et al.¹³ quienes, luego de analizar investigaciones en las que utilizaron programas pedagógicos para estimulación de FE, concluyeron que el uso de juegos motrices como estrategia, repercute beneficiosamente sobre las FE de memoria de trabajo, inhibición, planificación y flexibilidad en preescolares. Otra revisión centrada en el funcionamiento ejecutivo y las habilidades

narrativas ha expuesto los diversos diseños metodológicos empleados en relación con las variables de interés, siendo llamativo que, de un total de 200 artículos, solo 4 se realizaron adoptando un enfoque longitudinal¹⁴.

Este aspecto revela los desafíos de este tipo de enfoque metodológico para dar respuesta al objetivo de conocer el impacto de un programa de intervención neurodidáctica sobre las funciones ejecutivas (FE) de adolescentes de nivel secundario. Para ello, en nuestro estudio se conformaron dos grupos (control y experimental), los cuales fueron evaluados en dos instancias (pre-intervención y post-intervención) mediante pruebas cognitivas que evalúan diferentes FE. Entre estas dos sesiones, el grupo experimental recibió prácticas orientadas a la estimulación de las FE, mientras que el grupo control continuó con la enseñanza convencional.

En el presente estudio se propusieron dos preguntas de investigación. En primer lugar, ¿existen diferencias significativas en las puntuaciones de las pruebas cognitivas dentro de cada grupo (experimental y control) entre la fase pre y post intervención?

En segundo lugar, ¿son mayores las diferencias en las puntuaciones de las pruebas cognitivas entre la fase pre y post intervención en el grupo experimental en comparación con el grupo control?

La originalidad de este estudio reside en el diseño longitudinal y en la pertinencia de ejecución de estrategias neurodidácticas en un periodo de tiempo relativamente prolongado, con instancias evaluativas periódicas, que puedan brindar información válida para determinar la utilidad de las prácticas pedagógicas diseñadas por docentes. Este estudio resalta la importancia de incorporar las neurociencias y la neurodidáctica desde una postura ecológica en el plan académico.

MÉTODO

Participantes

La muestra seleccionada fueron adolescentes de primer año de secundaria del área metropolitana de Resistencia, Argentina. Inicialmente se confor-

mó una muestra no probabilística por conveniencia, compuesta por 47 adolescentes de entre 12 y 14 años que asistían a dos instituciones educativas de gestión privada.

Para ser incluidos los participantes debían residir en el área metropolitana de la ciudad mencionada y estar cursando el primer año del nivel de educación secundaria. Los criterios de exclusión de los participantes fueron: obtener un cociente intelectual bajo, definido como una puntuación igual o inferior al centil 3 en el Test Breve de Inteligencia de Kaufman (K-BIT), haber repetido un curso escolar, o no asistir a la institución participante en el estudio. Bajo estos criterios, se excluyeron seis casos de los análisis debido a cociente intelectual bajo, y 11 casos por no continuar asistiendo a las instituciones participantes después de tres años del proyecto. La muestra final para el análisis estadístico consistió en 30 estudiantes, de los cuales 19 eran mujeres, con una edad media de 13.5 años ($DE = 0.3$).

En principio, los participantes de una misma institución educativa fueron asignados al grupo control ($n = 18$, 12 mujeres; $M = 13.6$ años, $DE = 0.3$ años) o al grupo experimental ($n = 12$, 7 mujeres; $M = 13.4$ años, $DE = 0.3$ años). El grupo experimental participó del dispositivo de intervención enfocado en las FE mediante la inserción de actividades específicas en el currículum escolar, las cuales fueron aplicadas en el aula por los distintos docentes durante tres ciclos escolares (2021-2023). Mientras que el grupo control participó sólo de las actividades preestablecidas para su nivel durante el mismo período de tiempo.

Los docentes a cargo de las prácticas específicas de intervención constituyeron un total de 25 personas, divididos por departamentos según afinidad temática: ciencias sociales, ciencias exactas y naturales, prácticas del lenguaje y artística.

Instrumentos de investigación

Test Breve de Inteligencia de Kaufman (K-BIT)

Este test estandarizado está diseñado para medir la inteligencia general de individuos en un amplio rango de edades¹⁵. Se compone de dos subpruebas:

Vocabulario y Matrices. La primera evalúa habilidades verbales, desarrollo del lenguaje, formación de conceptos verbales y conocimiento acumulado. Por su parte, Matrices evalúa habilidades no verbales, específicamente la capacidad para resolver problemas de razonamiento utilizando estímulos visuales figurativos y abstractos. Para el presente estudio, se consideró la puntuación directa obtenida por cada participante. Además, se utilizó la puntuación centil para identificar la posición relativa de cada sujeto en comparación con la muestra normativa.

Torre de Hanoi con 3 y 4 Discos

La Torre de Hanoi¹⁶ evalúa la capacidad de planificación, examinando la habilidad para resolver problemas complejos y el aprendizaje cognitivo de procedimientos. En esta prueba, se presenta una figura de madera que consta de tres varillas verticales de igual longitud, fijadas en una base horizontal. En la varilla de la izquierda (número 1) se colocan tres o cuatro cilindros de madera de tamaños progresivamente mayores, organizados en forma de torre, de manera que el disco inferior es el más grande y el superior el más pequeño.

El objetivo de la prueba es trasladar desde la primera varilla de la torre a la tercera varilla ubicada a la derecha, utilizando como apoyo la varilla ubicada en el medio. Es necesario completar esta tarea utilizando el menor número posible de movimientos, cometiendo la menor cantidad de errores, siguiendo las siguientes reglas de movimiento: a) solo se puede mover un disco a la vez; b) no se puede colocar un disco de mayor tamaño sobre uno de menor tamaño; y c) solo se puede mover el disco que esté en la parte superior de cada varilla.

Señalamiento Autodirigido

Evalúa Memoria de Trabajo (MT) visoespacial mediante la tarea de señalar de forma autodirigida una serie de figuras¹⁷. A los participantes se les presenta una lámina con imágenes de objetos y animales. El objetivo es señalar con el dedo una figura distinta cada vez, sin omitir ni repetir ninguna. Las figuras por señalar no deben estar adyacentes y deben se-

leccionarse alternadamente. Una de las condiciones de la tarea es que el número total de elementos exceda ampliamente la capacidad de recuerdo de un sujeto, generando un efecto de “supraspan”¹⁸. El participante debe desarrollar una estrategia de acción y mantener en su MT las figuras ya señaladas para evitar repeticiones (errores de perseveración) u omisiones (errores de omisión).

Test de colores y palabras Stroop

Evalúa la capacidad de resistir la interferencia de elementos o demandas cognitivas incongruentes durante la realización de tareas, lo que se relaciona con el control inhibitorio, la habilidad para inhibir respuestas asociadas con estímulos, y manejar las interferencias¹⁹.

La prueba consta de tres condiciones diferentes. Para el presente estudio, se utilizó la puntuación obtenida en la tarea 3, denominada también condición de interferencia (Palabra-Color). En la misma se presenta una lámina con las palabras “ROJO”, “VERDE” y “AZUL” ordenadas al azar, impresas en tinta roja, verde o azul. El color de la tinta nunca coincide con el nombre del color escrito, generando así una incongruencia constante entre la palabra y el color de la tinta. La persona evaluada debe nombrar el color de la tinta en un lapso de 45 segundos. La puntuación obtenida refleja el número de ítems nombrados correctamente y proporciona una medida de la velocidad para nombrar colores bajo una condición de incongruencia, constituyéndose un indicador de la interferencia cognitiva.

Resta Consecutiva A y B, y Suma Consecutiva

Estas pruebas están diseñadas para evaluar la capacidad de realizar operaciones mentales consecutivas e inversas, lo que requiere mantener en la MT los resultados parciales mientras se llevan a cabo sustracciones o sumas continuas. En las tareas de resta A y B, se solicita a la persona evaluada realizar una secuencia de restas consecutivas. En ambos casos, se inicia con un número específico (40 o 100) y se debe restar de manera continua una cantidad fija hasta alcanzar el número mínimo. La

tarea de suma implica llevar a cabo una secuencia de sumas consecutivas que superen el límite de las decenas, en la que se debe sumar en intervalos de cinco, comenzando desde uno²⁰.

Test de Atención D2

Es un test²¹ de tiempo limitado diseñado para medir la atención selectiva. Su administración tiene una duración de entre 8 y 10 minutos. En la prueba, se presentan 658 elementos distribuidos en 14 líneas, cada una con 47 caracteres. Los estímulos consisten en las letras “d” y “p”, que pueden estar acompañadas de una o dos pequeñas líneas situadas, individualmente o en pareja, en la parte superior o inferior de cada letra. La persona evaluada debe revisar atentamente durante 20 segundos el contenido de cada línea, de izquierda a derecha, y marcar todas las letras “d” que presenten dos rayas ignorando las demás combinaciones (estímulos irrelevantes; como las “p” con o sin rayas, y las “d” con ninguna o más de dos rayas). Se calcularon las siguientes puntuaciones: número de elementos intentados (TR), número de elementos relevantes intentados, pero no marcados (errores de omisión), número de elementos irrelevantes marcados (errores de comisión), efectividad total en la prueba (TOT) y el índice de concentración.

Wisconsin Card Sorting Test (WCST)

Esta prueba evalúa la capacidad de un sujeto para identificar categorías abstractas y para dar una respuesta adecuada según el contexto²². Se utilizó la versión computarizada en la que se presentan cartas de manera consecutiva en la pantalla. La persona evaluada debe emparejar las cartas que aparecen en el mazo inferior con una de las cuatro categorías mostradas en los mazos superiores. Cuando la persona realiza la cantidad de respuestas correctas consecutivas indicadas en el manual, se establece una categoría, y el criterio de clasificación cambia sin previo aviso. Si el sujeto sigue utilizando el criterio de la categoría anterior, las respuestas se registran como errores perseverativos. El procedimiento continúa hasta que se completan 6 categorías correctas o hasta que se han colocado las 128 cartas de la prueba. Para el

presente estudio se calcularon las siguientes puntuaciones: número total de aciertos, número de categorías alcanzadas (N categorías), número total de errores y número de errores perseverativos.

Procedimiento

Aspectos generales

Este trabajo corresponde a un estudio longitudinal de tres años de duración, compuesto por tres instancias de evaluación (en este artículo se presentan la primera y la última) y una intervención neurodidáctica, implementada durante el transcurso del estudio. Dichas instancias de valoración consistieron en la evaluación de las FE mediante el uso de las mismas pruebas paramétricas en cada una de las instancias. La primera evaluación (fase pre-intervención) se realizó en el ciclo lectivo 2021 y la evaluación final (fase post-intervención) se realizó hacia finales del ciclo lectivo 2023 para ambos grupos.

Aspectos generales de la evaluación

Las actividades de evaluación se llevaron a cabo en un aula en las instituciones académicas donde se llevó a cabo la investigación. Las evaluaciones fueron realizadas por personas licenciadas en psicología, desde el rol de auxiliares de investigación. Cada persona participante fue evaluada individualmente. Cada sesión de evaluación tuvo una duración aproximada de 40-60 minutos.

Aspectos de la Intervención

La implementación de las prácticas orientadas a la estimulación de las FE transcurrió posteriormente a la fase de pre-evaluación, y estuvieron destinadas al grupo experimental, mientras que el grupo control recibió la enseñanza convencional. Previo a la implementación de las estrategias, el plantel docente participó de jornadas de capacitación en neurociencias, siendo el tema central las FE en el salón de clases. Las capacitaciones impartidas por profesionales en psicología fueron el punto de partida para que los mismos docentes conficcionalaran las prácticas pedagógicas a implementar en sus diferentes espacios curriculares, teniendo como eje transversal las FE.

En particular, se llevaron a cabo seis jornadas institucionales en las que se destinó tiempo para que los docentes redactaran, por áreas de trabajo, las prácticas pedagógicas que se sistematizaron de acuerdo con las FE a estimular, a saber: memoria de trabajo, planificación, flexibilidad, fluidez verbal y toma de decisiones. Cada docente implementó las prácticas en sus clases durante 25 meses correspondientes a tres ciclos lectivos (interrumpidos por vacaciones de verano que comprende desde finales de diciembre hasta inicio de marzo del año siguiente).

En 2021 la intervención con el grupo experimental se desarrolló desde mayo a diciembre (8 meses), en 2022 se continuó durante todo el ciclo escolar desde marzo a diciembre (10 meses) y, finalmente, en 2023 las prácticas iniciaron en marzo hasta septiembre (7 meses), período en el que iniciaron las evaluaciones post intervención. En la Tabla 1 se presentan ejemplos de las prácticas pedagógicas que tuvieron como objetivo trabajar sobre la memoria de trabajo y la planificación. Para conocer otros ejemplos y mayor profundización de éstas, se sugiere la lectura de Muchiut et al.¹².

Tabla 1. Ejemplos de Prácticas Pedagógicas para Memoria de Trabajo y Planificación

Memoria de trabajo	Escucha y lectura comprensiva en inglés en prácticas del lenguaje. Estudiantes de nivel de inglés A1, realizaron ejercicios de comprensión auditiva y lectora en la lengua extranjera, manipulando información recibida por audio, video o texto. Una vez que éstos detectan o reciben la información necesaria, la retienen temporalmente para luego transcribirla en las tareas requeridas, tales como responder preguntas, completar oraciones con la palabra correcta, elegir entre opciones múltiples, decidir si una afirmación es verdadera o falsa, seleccionar la opción adecuada, etc.
Planificación	Planificación de la escritura en prácticas del lenguaje. Esta es la etapa inicial en la que se comienza a conceptualizar el texto que se desea redactar y cómo hacerlo. En el contexto de la creación de producciones literarias sencillas (como cuentos, correos electrónicos, artículos, ensayos, entre otros), se recomienda seguir estos pasos: 1. Generación de ideas: El proceso de planificación puede comenzar con una “lluvia de ideas” sobre el tema a desarrollar. Alternativamente, se puede solicitar al estudiante que busquen o investiguen información relevante sobre un tema específico. 2. Organización de ideas: Con las ideas o información recopilada, se elabora un esquema o diagrama que structure las ideas principales, las características y el orden de los párrafos del texto. Si el estudiante ya tiene una idea clara del contenido, pueden partir directamente del esquema. Este bosquejo servirá como guía para la redacción del primer borrador.

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 (evaluado mediante la prueba de Shapiro-Wilk) y/o el de homocedasticidad (evaluado mediante la prueba de Levene). En primer lugar, se buscó determinar si los grupos de estudio (control y experimental) presentaban un rendimiento inicial similar. Para ello, se evaluó la homogeneidad de los grupos en las distintas variables utilizando la prueba no paramétrica de *Mann-Whitney* para dos muestras independientes.

En segundo lugar, se buscó evaluar si había cambios significativos en el desempeño entre las sesiones

pre y post-intervención dentro de cada grupo de estudio. Para ello, se compararon los valores de cada variable entre las sesiones dentro de cada grupo utilizando la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para dos muestras relacionadas. También se calculó una puntuación de ganancia estandarizada $\left(\frac{\text{Media post-Media pre}}{\text{DE de la muestra completa}}\right)$ para cada grupo de estudio con el fin de comparar el tamaño de las ganancias en todas las variables consideradas en el estudio.

En el caso de variables que medían tiempos de resolución de las pruebas o errores, la ganancia se multiplicó por -1 para qué valores más altos de ganancia reflejaran cambios en la dirección esperada. Por último, se quiso comparar las puntuaciones de ganancias entre los grupos de estudio para evaluar el tamaño del efecto de la intervención en las

variables que presentaban cambios significativos entre sesiones. Para ello, se calculó la d de Cohen

$$d = \left(\frac{(\text{Media Exp. post} - \text{Media Exp. pre}) - (\text{Media Control post} - \text{Media Control pre})}{DE \text{ de la muestra completa}} \right)$$

RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados del estudio. Primero, se presenta el análisis de homogeneidad basal, realizado con el fin de determinar si los grupos partían de condiciones similares en cuanto a su desempeño en las pruebas. Por último, se presentan los hallazgos que dan respuesta a las dos preguntas de investigación sobre el impacto de la intervención.

Homogeneidad Basal

Los resultados del análisis de homogeneidad basal indicaron la presencia de diferencias no significativas en la mayoría de las variables en la fase pre-intervención ($p > .05$; ver Tabla 2). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la cantidad de errores cometidos en la prueba WCST. En particular, el grupo experimental presentó una mayor cantidad de errores típicos y perseverativos en comparación con el grupo control. Asimismo, en la prueba de Señalamiento autodirigido, el grupo experimental obtuvo una menor cantidad de aciertos en comparación con el grupo control.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas y resultados del análisis de homogeneidad entre los grupos de estudio en el pre-intervención para las variables analizadas

	Grupo Control						Grupo Experimental						Mann Whitney	
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>DE</i>	<i>C25</i>	<i>C75</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>DE</i>	<i>C25</i>	<i>C75</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
KBIT – Punt. directa	18	82.6	82.5	7.4	79.0	86.0	12	85.1	86.0	8.6	79.5	91.0	-0.84	.408
HN - Movimientos	18	19.2	17.0	10.2	14.3	20.4	12	20.9	19.0	6.1	16.3	24.5	-0.48	.632
HN - Errores	18	0.3	0.0	0.7	0.0	0.0	12	0.4	0.0	0.7	0.0	1.1	-0.55	.587
HN - Tiempo	18	66.2	58.5	31.6	45.1	83.6	12	75.6	69.5	35.4	56.8	92.8	-0.75	.460
SA - Tiempo	18	118.7	112.5	37.7	98.0	143.0	12	152.8	148.5	74.8	96.0	179.0	-1.65	.110
SA - Err. Persever.	18	2.4	1.5	3.1	1.0	2.0	12	5.1	4.0	4.6	0.5	9.0	-1.90	.068
SA - Omisiones	18	2.2	1.0	2.7	1.0	3.0	12	4.4	3.0	5.0	1.5	4.5	-1.56	.131
SA - Aciertos	18	20.1	22.0	4.2	18.0	23.0	12	15.0	16.5	6.4	10.0	20.0	2.62	.014
STR - Palabra Color	18	35.7	36.0	8.7	29.0	40.0	12	33.7	34.5	11.0	26.5	40.5	0.57	.573
MT - Aciertos	18	13.2	14.0	2.2	11.6	15.1	12	13.5	13.7	2.0	12.3	15.3	-0.37	.716
MT - Errores	18	2.3	1.7	1.9	0.6	3.8	12	2.2	2.0	2.0	0.4	3.4	0.12	.905
MT - Tiempo	18	89.9	90.7	33.2	64.4	112.3	12	104.8	101.0	55.3	71.8	131.3	-0.90	.379
D2 - TOT	18	339.6	338.5	52.7	305.0	378.0	12	359.3	343.5	82.3	313.5	399.5	-0.80	.428
D2 - Err. Omisión	18	12.9	13.0	6.8	8.0	17.0	12	10.6	11.0	6.2	6.0	12.5	0.97	.341
D2 - Err. Comisión	18	6.1	3.0	9.5	2.0	7.0	12	6.2	3.0	7.5	1.0	8.0	-0.03	.973
D2 - Concentración	18	133.6	128.5	20.1	118.0	156.0	12	141.3	133.5	36.2	117.5	166.0	-0.75	.460
D2 - TR	18	358.6	354.0	56.0	324.0	404.0	12	376.0	363.5	80.2	332.5	403.5	-0.70	.488
WCS - Aciertos	18	75.3	73.0	11.0	66.0	81.0	12	81.3	83.5	9.4	76.0	88.5	-1.53	.138
WCS - N Categoría	18	6.1	6.0	1.4	6.0	6.0	12	5.5	6.0	1.0	5.5	6.0	1.30	.205
WCS - Err. Persever.	18	3.2	2.5	2.2	2.0	4.0	12	7.1	5.5	5.6	3.0	9.0	-2.66	.013
WCS - Errores	18	14.6	12.0	6.7	10.0	19.0	12	22.5	20.0	10.1	13.5	30.5	-2.60	.015

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. WCS = Wisconsin Card Sorting Test.

Impacto de la intervención

Diferencias en las puntuaciones de las pruebas cognitivas dentro de cada grupo (experimental y control) entre la fase pre y post intervención

En primer lugar, se indagó si existían diferencias significativas en las puntuaciones de las pruebas cognitivas dentro de cada grupo (experimental y control) entre la fase pre y post intervención. Los resultados mostraron cambios significativos entre las sesiones del estudio en ambos grupos.

En particular, el grupo control mostró cambios significativos en 6 variables correspondientes a cuatro de las pruebas analizadas (Hanoi: Tiempo; Stroop: Palabra Color; MT: Tiempo; D2: Total, Concentración y TR). Mientras que el grupo experimental presentó cambios significativos en 10 variables correspondientes a cinco de las pruebas analizadas (id est., Hanoi: Tiempo; Señalamiento Autodirigido: Perseveraciones, Omisiones y Aciertos; Stroop: Palabra Color; MT: Tiempo; D2: Total, Concentración y TR) (Ver Figura 1).

En la prueba de Hanoi, tanto el grupo control como el experimental presentaron cambios significativos en la variable Tiempo, exhibiendo una disminución del tiempo de resolución de la prueba en la fase post-intervención (Control: Mpre = 66.24, Mpost = 42.47; $z = 2.63$, $p = .009$; Experimental: Mpre = 75.63, Mpost = 41.50; $z = 2.20$, $p = .028$).

En la prueba de Señalamiento Autodirigido, se observaron cambios significativos entre la fase pre- y post-intervención únicamente en el grupo experimental. Los resultados mostraron mejoras en todas las variables: Tiempo ($z = 2.51$, $p = .012$), Errores perseverativos ($z = 2.38$, $p = .017$), Omisiones ($z = 2.66$, $p = .008$) y Aciertos ($z = -2.75$, $p = .006$). Específicamente, se observó una disminución en el tiempo de resolución de la prueba (Mpre = 152.75, Mpost = 80.08), en el número de errores perseverativos (Mpre = 5.08, Mpost = 1.92) y de omisión (Mpre = 4.42, Mpost = 0.83) y un aumento en la cantidad de aciertos (Mpre = 15, Mpost = 21.92) en la fase post-intervención.

En la prueba de Stroop, ambos grupos mostraron un aumento significativo de la cantidad de ensayos

correctos en la variable Palabra Color (Control: Mpre = 35.72, Mpost = 41.44; $z = -2.68$, $p = .007$; Experimental: Mpre = 33.67, Mpost = 46.25; $z = -2.90$, $p = .004$). 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 post-intervención (Control: Mpre = 89.92, Mpost = 73.82; $z = 2.44$, $p = .015$; Experimental: Mpre = 104.85, Mpost = 64.21; $z = 2.85$, $p = .004$).

En la prueba de atención D2 ambos grupos mostraron cambios significativos en las variables TOT (Control: Mpre = 339.56, Mpost = 419.17; $z = -3.59$, $p = <.001$; Experimental: Mpre = 359.33, Mpost = 453.67; $z = -2.83$, $p = .005$), Concentración (Control: Mpre = 133.56, Mpost = 160.33; $z = -3.35$, $p = .001$; Experimental: Mpre = 141.25, Mpost = 189.08; $z = -2.98$, $p = .003$) y TR (Control: Mpre = 359.56, Mpost = 439.83; $z = -3.59$, $p = <.001$; Experimental: Mpre = 376, Mpost = 465.25; $z = -2.59$, $p = .010$). En ambos grupos, los cambios se manifestaron en la dirección esperada. Es decir, que la efectividad total en la prueba, el índice de concentración y el número total de elementos intentados aumentaron en la sesión post-intervención.

Diferencias en las puntuaciones de las pruebas cognitivas entre la fase pre y post intervención en el grupo experimental en comparación con el grupo control

En segundo lugar, se examinó si las diferencias en las puntuaciones de las pruebas cognitivas entre la fase pre y post intervención en el grupo experimental eran mayores en comparación con el grupo control. En la prueba de Hanoi, el grupo experimental ($M = 0.97$) tuvo en promedio ganancias estandarizadas mayores respecto al grupo de control ($M = 0.68$) en la variable Tiempo, a nivel descriptivo el valor d de Cohen indicó un efecto pequeño de la intervención al comparar ambos grupos ($d = 0.42$).

En la prueba de Señalamiento Autodirigido, los valores d Cohen indicaron un efecto de la intervención de moderado a grande en la variable

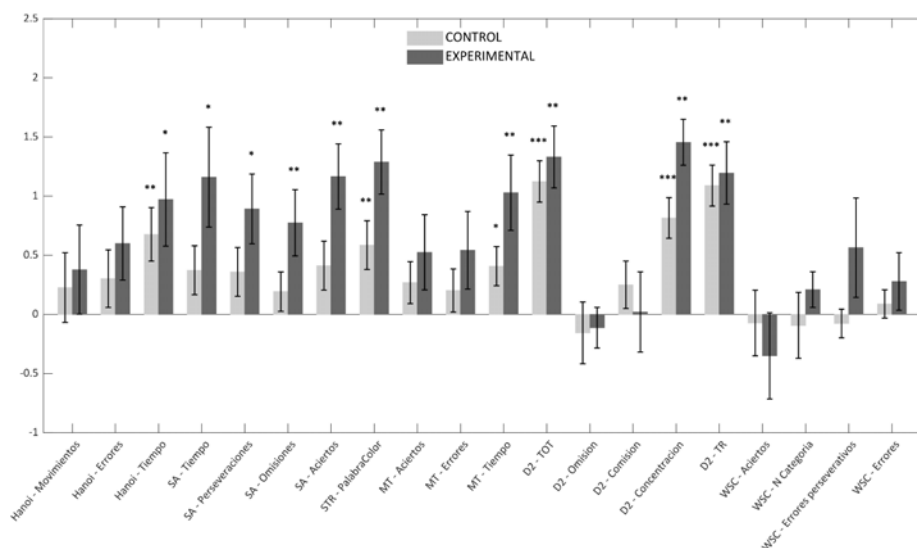


Figura 1. Ganancias estandarizadas para cada variable dependiente analizadas en función del grupo de estudio (id est., Experimental y Control).

Tiempo ($d = 0.79$), un efecto pequeño en la variable Errores perseverativos ($d = 0.27$), y efectos moderados de la intervención en las variables Omisiones ($d = 0.50$) y Aciertos ($d = 0.54$).

En la prueba de Stroop, si bien ambos grupos presentaron cambios entre sesiones en la variable Palabra Color, el grupo experimental ($M = 1.29$) tuvo, en promedio, ganancias estandarizadas mayores respecto al grupo de control ($M = 0.59$) a nivel descriptivo, y al comparar las ganancias entre los grupos el valor d de Cohen indicó un efecto moderado de la intervención ($d = 0.76$).

En las pruebas Suma Consecutiva y Resta Consecutiva A-B, que se agrupan como prueba de MT, si bien ambos grupos evidenciaron cambios significativos la variable Tiempo, el grupo experimental ($M = 1.03$) obtuvo, en promedio, ganancias estandarizadas mayores respecto al grupo de control ($M = 0.41$) a nivel descriptivo, y el valor d de Cohen indicó un efecto moderado de la intervención ($d = 0.50$) al comparar las ganancias entre los grupos.

En cuanto a las ganancias estandarizadas en la prueba de atención D2, el grupo experimental exhibió a nivel descriptivo valores promedio más altos que el grupo control en las variables TOT (M

Control = 1.12, M Experimental = 1.33), Concentración (M Control = 0.81, M Experimental = 1.46) y TR (M Control = 1.09, M Experimental = 1.20). Por último, al comparar las ganancias entre los grupos, los valores de la d de Cohen indicaron un efecto casi nulo de la intervención en la variable TR ($d = 0.14$), mientras se observaron efectos de la intervención moderados y grandes para las variables TOT ($d = 0.46$) y Concentración ($d = 1.08$), respectivamente.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue conocer el impacto de un programa de intervención neurodidáctica sobre las FE de adolescentes de nivel secundario de la ciudad de Resistencia (Chaco, Argentina). Primeramente, se buscó determinar si ambos grupos presentaban el mismo desempeño basal, es decir, si partían en condiciones equivalentes en las pruebas. Los resultados indicaron que, en la fase previa a la intervención, el grupo experimental y el grupo control no mostraron diferencias en la gran mayoría de las pruebas, sugiriendo que ambos grupos iniciaron en igualdad de condiciones.

Finalizada la primera fase de intervención, tras 25 meses de desarrollo de las prácticas pedagógicas, se volvió a evaluar a los grupos para determinar

si el programa de intervención había tenido algún efecto en la ejecución del grupo experimental. Buscamos responder si las diferencias en las puntuaciones de las pruebas cognitivas entre la pre y post intervención para el grupo experimental fueron mayores en comparación con el desempeño del grupo control. Para ello, se analizaron los cambios en el desempeño entre las dos sesiones en cada grupo y, posteriormente, se comparó si el efecto del programa de intervención en las pruebas que demandan FE era mayor que el logrado a través del currículo escolar en el grupo control.

Los resultados mostraron cambios significativos en ambos grupos con mejoras en el desempeño de las pruebas administradas. En particular, el grupo control mostró cambios significativos en 6 variables correspondientes a cuatro de las pruebas analizadas (id est., Hanoi: Tiempo; Stroop: Palabra Color; MT: Tiempo; D2: Total, Concentración y TR). Mientras que el grupo experimental presentó cambios significativos en 10 variables correspondientes a cinco de las pruebas analizadas (id est., Hanoi: Tiempo; Señalamiento Autodirigido: Perseveraciones, Omisiones y Aciertos; Stroop: Palabra Color; MT: Tiempo; D2: Total, Concentración y TR).

La presencia de cambios significativos en ambos grupos era esperable, dado que la distancia entre evaluaciones fue de dos años y medio. Las FE (así como otras funciones cognitivas) comienzan a desarrollarse desde etapas tempranas, progresando durante la infancia y la adolescencia. Por lo tanto, a medida que aumenta la edad de los estudiantes, se puede observar una mejora en sus desempeños^{23,24}.

Sin embargo, el efecto del programa de intervención neurodidáctica en el grupo experimental resultó ser mayor que el del currículo escolar en el grupo control, mostrando cambios significativos en todas las medidas. Esto sugiere que el programa de intervención de las prácticas pedagógicas desde la neurodidáctica podría haber promovido un mejor desempeño de las FE, más allá de los efectos de la edad y del currículo escolar del grupo control.

En particular, se observó que la diferencia en las mejoras entre los grupos experimental y control fue moderada en la mayoría de los casos (Señalamiento Autodirigido: Tiempo, Omisiones, Aciertos; Stroop: Palabra-Color; MT: Tiempo; D2: TOT), seguida de diferencias pequeñas (Hanoi: Tiempo; Señalamiento Autodirigido: Errores perseverativos; D2: TR) y grandes (D2: Concentración). Estos resultados sugieren que la intervención implementada podría haber tenido un impacto generalizado en las FE evaluadas en las pruebas utilizadas, y haber promovido tanto FE más básicas, como el control inhibitorio, la atención y la memoria de trabajo, así como otras más complejas, como la planificación^{25, 26}.

Es importante señalar que solo el grupo experimental mostró mejoras en el desempeño en la prueba de Señalamiento Autodirigido, lo que indica que el programa de intervención pudo haber tenido un impacto específico en la planificación. Este efecto podría deberse a que dicho programa incluyó actividades diseñadas específicamente para promover la planificación¹². Además, la prueba de Señalamiento Autodirigido, al igual que las pruebas de Suma y Resta consecutiva (MT) incluidas en el estudio, evalúan la memoria de trabajo²⁷, otra de las áreas en las que hizo foco el programa de intervención planteado en este estudio, y en donde se observaron cambios en los desempeños de las pruebas empleadas. Tanto las actividades que requieren memoria de trabajo como las que demandan planificación implican el uso de funciones más básicas²⁵, como la atención²⁸ y el control inhibitorio²⁹, en las cuales también se observaron mejoras más grandes en el grupo experimental en comparación con el grupo control.

Esto sugiere que las mejoras observadas en el grupo experimental en comparación con el grupo control podrían estar relacionadas con la inclusión de actividades específicas en el programa de intervención, que, si bien apuntaban de manera directa a la planificación y a la memoria de trabajo, también pudieron haber influido indirectamente en habilidades básicas como la atención y el control inhibitorio.

Los resultados del presente estudio concuerdan con resultados previos obtenidos en contextos

educativos que mostraron mejoras en el desempeño de las FE durante la infancia y en la adolescencia. Estos estudios han evidenciado que es posible lograr cambios en las FE mediante la implementación de diversos programas de intervención en el aula, tales como juegos digitales^{30,31}, actividades lúdicas³²⁻³⁴, artísticas³⁵, musicales³⁶ y a través de las metodologías de aprendizaje basado en proyectos³⁷⁻³⁹.

En contraposición con estudios previos, la intervención planteada aquí propone una visión ecológica de la neurodidáctica, donde los docentes, desde sus espacios curriculares, propusieron estrategias de enseñanza dentro de las planificaciones académicas correspondientes al ciclo escolar. Esto propone un enfoque flexible y personalizado de la enseñanza. En lugar de seguir un programa rígido con un número fijo de sesiones, las prácticas pedagógicas se crean y aplican de manera adaptada a las necesidades específicas del aula. Esto significa que los docentes desarrollan estrategias y actividades que consideran las características individuales y la diversidad cognitiva del estudiantado. La idea es que la enseñanza no sea uniforme, sino que se ajuste a la realidad y las particularidades de cada grupo, permitiendo un aprendizaje más efectivo y personalizado.

Estos resultados sugieren que la intervención implementada pudo haber tenido un impacto positivo y generalizado en las FE evaluadas, con efectos especialmente marcados en áreas específicas como la planificación. Las diferencias moderadas entre los grupos experimental y control en la mayoría de las medidas indican mejoras significativas en el grupo experimental, mientras que las diferencias pequeñas y grandes observadas en otras áreas sugieren que ciertos aspectos de las FE pueden ser más receptivos o resistentes a la intervención. Esto resalta la efectividad general del programa, aunque también subraya la importancia de ajustar y enfocar mejor las estrategias.

En el futuro, sería importante que las acciones diseñadas para el aula en su conjunto también consideren las necesidades individuales de los estudiantes. Al adaptar las estrategias pedagógicas a las características cognitivas específicas de cada estudiante, se podrían promover procesos cognitivos

particulares que respondan a las necesidades individuales. Para ello, el papel de los docentes capacitados para tal fin es crucial, ya que son los encargados de impartir y transmitir el conocimiento. Igualmente, es esencial el trabajo colaborativo y en equipo. Las estrategias presentadas fueron desarrolladas en conjunto, en colaboración con el equipo docente de la institución, lo que permitió enriquecer las ideas desde las diversas disciplinas que enseñan.

CONCLUSIONES

La experiencia expuesta y los resultados reportados sugieren que el diseño de actividades específicas en el marco de las neurociencias puede incluirse en los planes académicos de las diferentes áreas, contribuyendo al proceso de enseñanza-aprendizaje de contenidos escolares con estrategias diferentes, que simultánea e indirectamente impactarían positivamente en el funcionamiento ejecutivo del adolescente. En este sentido, se considera que las prácticas pedagógicas implementadas durante el programa de intervención neurodidáctica podrían haber constituido un factor importante para el desarrollo de las FE de los estudiantes de secundario, especialmente las FE de atención, planificación y memoria de trabajo.

Es preciso resaltar el arduo trabajo colaborativo de los docentes junto a las personas asesoras/capacitadoras. Los docentes no sólo se capacitaron, sino que también emprendieron el desafío de diseñar las prácticas desde una perspectiva ecológica de la neurodidáctica para incluirlas en el programa de intervención, perspectiva que aún podría considerarse poco conocida o pobremente implementada en el ámbito educativo, al menos en la región geográfica donde tuvo lugar este estudio. A la vez, el docente se constituyó como actor principal en la ejecución del programa, demostrando su rol como persona neuroeducadora.

Se considera que el diseño longitudinal del presente trabajo aporta e insta al emprendimiento de estudios o experiencias que apunten al conocimiento de los efectos que pueden producir las intervenciones en un lapso prolongado. Este enfoque puede contribuir a identificar patrones de cambio, factores

que fomentan o limitan el éxito de las intervenciones, y a diseñar estrategias más efectivas y adaptadas a las necesidades de las poblaciones objetivo. Finalmente, se resalta la importancia de posicionarse desde la neuropsicología para el desarrollo de actividades académicas que puedan potenciar las aptitudes cognitivas del estudiantado y, a la vez, desafiar al personal docente a pensar sus prácticas más allá de la enseñanza convencional sin necesidad de descuidar los contenidos curriculares pre-establecidos.

LIMITACIONES

Es necesario mencionar que en las diferentes fases de implementación del programa se presentó como principal limitación la reducción de la muestra de estudio, debido a factores externos como pases de estudiantes a otras instituciones educativas y establecimiento de diagnósticos clínicos posteriores al emprendimiento del estudio que derivaron en la supresión de algunos casos. Por lo que en investigaciones posteriores sería aconsejable tomar una muestra más amplia, a los fines de

sortear dicha dificultad y establecer conclusiones más generalizadas. Además, la muestra no fue caracterizada en función de aspectos socioeconómicos. Diversos estudios han demostrado que el contexto socioeconómico⁴⁰⁻⁴² y los estilos de vida saludable⁴³⁻⁴⁴ pueden desempeñar un papel importante en el funcionamiento de las FE.

La ausencia de control sobre la modalidad de enseñanza recibida por el grupo no intervenido representa otra limitación de este estudio y debería ser un factor por considerar en futuros estudios. Si bien es conocido que los contenidos se rigen por el currículum establecido por el Ministerio de Educación no se ha supervisado ni llevado registro sobre este aspecto. Finalmente sería importante considerar el tiempo transcurrido entre las instancias de evaluación pre y post intervención, entendiendo que pudo haber variables como, por ejemplo, experiencias cotidianas que influyeron en el funcionamiento ejecutivo de los participantes. Para futuras investigaciones, sería valioso incluir información sobre estas variables.

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° 26061⁴⁵. Además de lo reglamentado en el Código de Ética de la Federación de Psicólogos de la República Argentina [Fe.P.R.A]⁴⁶, para la Investigación (sección 4) y la Divulgación y Publicaciones (sección 6).

Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades y al personal de las instituciones educativas, a los tutores y al estudiantado que participaron de este estudio. Agradeciendo especialmente a los docentes involucrados en la confección e implementación de las prácticas pedagógicas dirigidas al grupo experimental.

REFERENCIAS

1. Sánchez Serrano J, Suriel A y Escalante J. Programa de estrategias neurodidácticas para la estimulación de las funciones ejecutivas en estudiantes universitarios. Cuaderno de Pedagogía Universitaria. 2024; 21(42), 141-153. Vista de Vol. 21 Núm. 42 (2024): Cuaderno de Pedagogía Universitaria (pucmm.edu.do)
2. Muchiut AF, Vaccaro P, Cochatok S, Roskiewich R, Passamani AH, Sosa SE y Vallejos B. Evaluación de las funciones ejecutivas mediante rúbricas. Una experiencia desde la neurodidáctica con estudiantes de nivel secundario. JONED. Journal of Neuroeducation. 2022; 3(1): 134-146. View of Evaluation of executive functions through rubrics

3. Muchiut AF, Vaccaro P y Pietto ML. Towards an Ecological Vision of Neurodidactics. *J Edu Psyc Res*. 2022; 4(2), 428-432. www.opastpublishers.com/open-access-articles/towards-an-ecological-vision-of-neurodidactics.pdf
4. Muchiut AF, Vaccaro P, Pietto ML y Sánchez B. Intervención neurodidáctica sobre las funciones ejecutivas en adolescentes. *JONED. Journal of Neuroeducation*. 2024; 4(2): 31-45. Intervención neurodidáctica sobre las funciones ejecutivas en adolescentes: Neurodidáctica y Funciones Ejecutivas - Dialnet (unirioja.es)
5. Arcos Rodríguez VA. Funciones ejecutivas: Una revisión de su fundamentación teórica. *Poiésis*. 2021; 40, 39-51. <https://doi.org/10.21501/16920945.4051>
6. Parrado Torres HG. Las funciones ejecutivas en el marco de la neuroeducación: una revisión de los factores que han demostrado mayor impacto en las propuestas de intervención en los contextos escolares. *JONED. Journal of Neuroeducation*. 2024 ; 5(1): 69-84. Las funciones ejecutivas en el marco de la neuroeducación: una revisión de los factores que han demostrado mayor impacto en las propuestas de intervención en los contextos escolares. - Dialnet (unirioja.es)
7. Kontostavlou EZ y Drigas A. Capacitación en funciones ejecutivas y superdotación (Executive Functions Training and Giftedness). *Retos*. 2022; 43, 1005–1014. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.90151>
8. Codina M, Aldana D, Piédrola I y Ramos I. Una estructura neurodidáctica para el desarrollo de las funciones ejecutivas en los adolescentes. ¿Es posible desarrollar el control inhibitorio en el aula?. *JONED. Journal of Neuroeducation*. 2022; 2(2): 118-129. View of Una estructura neurodidáctica para el desarrollo de las funciones ejecutivas en los adolescentes (ub.edu)
9. Marder SE y De Mier MV. Relaciones entre comprensión oral y funciones ejecutivas en niños de nivel pre-escolar. Impacto de un programa de desarrollo integral. *Pensamiento educativo*. 2019; 55(2), 1–16. <https://doi.org/10.7764/PEL.55.2.2018.8>
10. Mogollón Mogollón OL. Estrategias neurodidácticas para mejorar las funciones ejecutivas en estudiantes de 5to. Grado de primaria, Callao. [Tesis de maestría]. Perú: Universidad César Vallejo; 2024. Recuperado a partir de Mogollon_MOL-SD.pdf (ucv.edu.pe)
11. Reza Flores RA y Guemez Peña MA. Aprendizaje basado en modelización asistido con inteligencia artificial en las Ciencias Naturales: propuesta de intervención neurodidáctica. *Práxis educativa*. 2024; 19: 1-19. 1809-4309-praxis-19-e22722.pdf (fcc.org.br)
12. Muchiut AF, Passamani AH, Sosa SE, Alegre RE. Intervenciones neurodidácticas en el nivel secundario. Estrategias para potenciar las funciones ejecutivas en el aula. *JONED. Journal of Neuroeducation*. 2024; 5, 149-162. View of Neurodidactic interventions at the secondary level. Strategies to enhance executive functions in the classroom (ub.edu)
13. Bedoya Salazar DM, Arenas Hoyos A y Álvarez Sossa ME. Los efectos de los programas pedagógicos curriculares que aplican juegos motrices en el desarrollo de las funciones ejecutivas en etapa preescolar: Una revisión sistemática. *Redipe*. 2022; 11 (2):205-223. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i2.1679>
14. Moreira KA, Tomás Llerena C, Versellino Dessent V, Rivera Ibaceta J, Dávila Sasía P, Quiles S, Tressó González F y Rosemberg C. Las relaciones entre habilidades narrativas y funciones ejecutivas en la infancia. Una revisión sistemática. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento* 2023; 15, 1-23. Las relaciones entre Habilidades narrativas y Funciones Ejecutivas en la infancia. Una revisión sistemática. - Dialnet (unirioja.es)
15. Kaufman AS, Kaufman NL. Test breve de inteligencia de Kaufman. Pearson. 2011
16. 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)
17. 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. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1995.tb38133.x>

18. 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 [10.1016/s0028-3932\(00\)00062-2](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(00)00062-2)
19. Homack S y Riccio CA. 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 <https://doi.org/10.1016/j.acn.2003.09.003>
20. Flores Lázaro JC, Ostrosky Shejet F y Lozano Gutierrez A. BANFE-2. Batería Neuropsicológica de funciones ejecutivas y lóbulos frontales. Manual moderno.2014.
21. Brickenkamp R. d2 Test de atención. TEA. 2012.
22. Grant DA y Berg EA. 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>
23. Korzeniowski CG. Desarrollo evolutivo del funcionamiento ejecutivo y su relación con el aprendizaje escolar. *Rev. de Psicología*. 2011; 7 (13): 52-64. Desarrollo evolutivo del funcionamiento ejecutivo y su relación con el aprendizaje escolar (conicet.gov.ar)
24. Portellano Pérez J y García Alba J. Neuropsicología de la Atención, las Funciones Ejecutivas y la Memoria. Madrid: Síntesis S.A. 2014.
25. Diamond A y 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>
26. Friedman NP y Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*. 2017; 86, 186-204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
27. Lázaro, JCF, Ostrosky Solís, F y Lozano, A. Batería de funciones frontales y ejecutivas: presentación. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*. 2008; 8(1), 141-158. Batería de Funciones Frontales y Ejecutivas: Presentación | *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias* (revistaneurociencias.com)
28. Unsworth N, Fukuda K, Awh E y Vogel EK. Working memory and fluid intelligence: capacity, attention control, and secondary memory retrieval. *Cogn Psychol*. 2014; 71, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2014.01.003>
29. Diamond A. Executive Functions. *Annual Review of Psychology*. 2013; 64:135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
30. Homer BD, Plass JL, Raffaele C, Ober TM y Ali A. Improving high school students' executive functions through digital game play. *Computers & Education*. 2018; 117, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.011>
31. Jones JS, Milton, F, Mostazir M, y Adlam AR. The academic outcomes of working memory and meta-cognitive strategy training in children: A double-blind randomized controlled trial. *Developmental science*. 2020; 23(4). <https://doi.org/10.1111/desc.12870>
32. Garcia Fernandez DA, Chávez Valenzuela ME, Cruz Chávez C, Guedea Delgado JC, Velázquez Saucedo G, y Zubiaur-González M. Impacto de un programa de actividad motriz con funciones ejecutivas fortaleciendo el desarrollo integral del niño. *Sportis*. 2018 4(1), 37-58.<http://hdl.handle.net/2183/22800>
33. Muchiut ÁF. Juego y función ejecutiva de planificación en niños de Nivel Inicial. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*. 2019; 13(2).Juego y función ejecutiva de planificación en niños de Nivel Inicial | Muchiut | *Cuadernos de Neuropsicología / Panamerican Journal of Neuropsychology* (cnps.cl)
34. Rosas R, Espinoza V, Porflitt F, y Ceric F. Executive functions can be improved in preschoolers through systematic playing in educational settings: evidence from a longitudinal study. *Frontiers in psychology*. 2019; 10, 2024. *Frontiers | Executive Functions Can Be Improved in Preschoolers Through Systematic Playing in Educational Settings: Evidence From a Longitudinal Study* (frontiersin.org)

35. Andersen PN, Klausen ME, y Skogli EW. Art of learning—an art-based intervention aimed at improving children’s executive functions. *Frontiers in psychology*. 2019; 10, 1769 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01769>
36. Rodríguez-Gómez DA, y Talero-Gutiérrez, C. Effects of music training in executive function performance in children: A systematic review. *Frontiers in Psychology*. 2022; 13, 968144. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.968144>
37. Eskreis-Winkler L, Fishbach A y Duckworth AL. Dear Abby: Should I give advice or receive it?. *Psychological Science*. 2018; 29(11), 1797-1806. <https://doi.org/10.1177/095679761879>
38. Haug S, Paz Castro R, Kowatsch T, Filler A, Dey M., y Schaub MP. Efficacy of a web-and text messaging-based intervention to reduce problem drinking in adolescents: Results of a cluster-randomized controlled trial. *Journal of consulting and clinical psychology*. 2017; 85(2), 147 APA PsycNet Buy Page
39. Robledo-Castro C, Castillo-Ossa LF, y Hederich-Martínez C. Effects of a computational thinking intervention program on executive functions in children aged 10 to 11. *International Journal of Child-Computer Interaction*. 2023; 35, 100563. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100563>
40. 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>
41. Lawson GM, Hook CJ, y 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>
42. Noble KG, y 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>
43. Jensen SK, Berens AE, y 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)
44. Jirout J, LoCasale-Crouch J, Turnbull K, Gu Y, Cubides M, Garzzone S, et al. How lifestyle factors affect cognitive and executive function and the ability to learn in children. *Nutrients*. 2019; 11(8), 1953. <https://doi.org/10.3390/nu11081953>
45. 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.
46. Código 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