



Pontificia Universidad Católica Argentina “Santa María de los Buenos Aires”

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS ECONÓMICAS
LICENCIATURA EN PSICOLOGÍA

RELACIÓN ENTRE EL FUNCIONAMIENTO EJECUTIVO, EL SUEÑO Y LA ACTIVIDAD FÍSICA REGULAR EN ADOLESCENTES

Apellido y nombre del alumno/a: Magalí Santaolaya Di Pietro

Correo electrónico del alumno/a: santaolayamaguii@gmail.com

Director del TIF: Dr. Ángel Tabullo

Correo electrónico del director del TIF: angeljtabullo@gmail.com

Magalí Santaolaya

Dr. Ángel Tabullo

Mendoza, 2026

HOJA DE EVALUACIÓN

NOTA:

AGRADECIMIENTOS

Al concluir esta hermosa etapa, quiero agradecer a mi mamá, Claudia, quien hace cinco años me impulsó a seguir este sueño, y gracias a su esfuerzo y sacrificio hoy puedo cumplirlo. Por darme el valor de salir adelante en cualquier situación que se presenta y por entenderme más que nadie en este mundo. Quien más confió en mí y mi mayor ejemplo a seguir.

A mi papá, Gustavo, por escucharme, aconsejarme e impulsarme a seguir adelante en cada momento de duda, por sus sacrificios silenciosos y su amor incondicional desde siempre. Gracias por enseñarme a ver al mundo con sensibilidad, empatía y hacer posible que hoy esté acá.

A mis hermanos, Julieta y Matías, por tenerme paciencia, alentarme antes de cada examen, celebrar cada logro y estar en los momentos más cruciales, cuando más lo necesitaba.

A mi pareja, Gastón, por acompañarme en este proceso, hacerlo más lindo y estar presente en cada momento. Por la paciencia infinita y por esa admiración mutua que me impulsa a esforzarme todos los días.

A mis abuelos, tíos, primos y en especial a mi tía Analia, con quien comparto esta pasión por la Psicología desde que tengo memoria y ha sido una gran referente.

A mis amigas y amigos, por el apoyo incondicional de toda una vida, desde la infancia hasta hoy. Por ser mi lugar de consuelo y a quienes acudo cuando hay que celebrar.

A mis compañeras de toda la carrera, por compartir este recorrido junto a mí y llegar a la meta juntas.

A mi director, Dr. Ángel Tabullo por su enorme compromiso desde el primer momento y por ser un apoyo fundamental a lo largo de todo este proceso, una fuente de inspiración para mi futuro profesional.

A la Universidad y a los docentes que me acompañaron y formaron en este camino, por brindarme las herramientas y el espacio para vivir esta experiencia increíble.

Y finalmente, a mis mascotas, que me acompañaron en incontables noches y madrugadas de estudio, con su presencia silenciosa pero que siempre voy a guardar en mi corazón.

ÍNDICE

ABSTRACT.....	7
MARCO TEÓRICO.....	10
CAPÍTULO 1: FUNCIONES EJECUTIVAS.....	10
Componentes de las Funciones Ejecutivas.....	11
Control inhibitorio.....	11
Memoria de trabajo.....	12
Flexibilidad cognitiva.....	13
Neuroanatomía de las funciones ejecutivas.....	14
Funciones ejecutivas en la adolescencia.....	16
CAPÍTULO 2: ACTIVIDAD FÍSICA.....	17
Mecanismos neurobiológicos de la actividad física.....	18
Actividad física en la adolescencia.....	19
CAPÍTULO 3: ADOLESCENCIA.....	21
CAPÍTULO 4: FUNCIONES EJECUTIVAS, SUEÑO Y ACTIVIDAD FÍSICA.....	22
Sueño.....	25
Sueño y desarrollo cognitivo.....	26
Funciones ejecutivas, sueño y actividad física en adolescentes.....	27
MARCO METODOLÓGICO.....	30
Objetivos.....	30
Objetivo general:.....	30
Objetivos Específicos:.....	30
Hipótesis.....	30
Diseño.....	30
Participantes:.....	31
Instrumentos.....	31
Procedimiento.....	34
Análisis de datos.....	34
Consideraciones éticas.....	35
RESULTADOS.....	36
Primer objetivo: Describir el funcionamiento ejecutivo (memoria de trabajo y procesos inhibitorios), la actividad física y las horas de sueño en adolescentes mendocinos.....	36
Tabla 1.....	37
Tabla 2.....	38
Tabla 3.....	39
Segundo objetivo: Comparar las funciones ejecutivas entre adolescentes que realizan y no realizan actividad física extraescolar.....	40
Tercer objetivo: Examinar la asociación entre el tiempo de práctica de actividad física, las funciones ejecutivas y el sueño.....	41
Tabla 5.....	42
Cuarto objetivo: Analizar si la frecuencia de actividad física y el tiempo de sueño son predictores del funcionamiento ejecutivo en los adolescentes.....	43

Tabla 6.....	43
Tabla 7.....	44
Tabla 8.....	44
Tabla 9.....	45
Tabla 10.....	46
Tabla 11.....	46
Tabla 12.....	47
DISCUSIÓN.....	48
Contribución de la actividad física a las funciones ejecutivas.....	49
Contribución del sueño a las funciones ejecutivas.....	51
Diferencias entre las pruebas cognitivas y el cuestionario de autoreporte de funciones ejecutivas (TEXI).....	52
Diferencias de género en la relación entre actividad física y funciones ejecutivas.....	52
Limitaciones y futuras líneas de investigación.....	54
CONCLUSIONES.....	56
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS.....	74
Anexo 1: Cuestionario sociodemográfico, actividad física y sueño.....	74
Anexo 2: TEXI – Teenage Executive Functioning Inventory.....	75
Anexo 3: Tarea de retención de dígitos en orden inverso.....	76
Anexo 4: Tarea de Simon.....	77
Anexo 5: Consentimiento informado del participante.....	79
Anexo 6: Asentimiento informado.....	80
Anexo 7: Hoja de información al participante.....	81

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo investigar la relación entre la actividad física, el sueño y las funciones ejecutivas en adolescentes escolarizados. Las funciones ejecutivas, particularmente la memoria de trabajo y el control inhibitorio, son procesos cognitivos fundamentales para el desempeño académico, la autorregulación y la adaptación al contexto escolar y aspectos sociales. Diversas investigaciones indagan acerca de cómo la práctica regular del ejercicio físico podría favorecer el funcionamiento ejecutivo a través de distintos mecanismos neurobiológicos y cognitivos. En función de esto, la presente investigación se propuso: 1) analizar la relación entre la actividad física, el sueño y las funciones ejecutivas, 2) comparar el funcionamiento ejecutivo entre adolescentes que realizan y no realizan actividad física extraescolar; y 3) explorar la relación entre el tiempo de práctica de actividad física y el rendimiento en tareas ejecutivas.

La investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, no experimental, con un diseño transversal y un alcance correlacional y la muestra fue conformada por 112 estudiantes de nivel secundario, de entre 13 y 15 años. Para evaluar la memoria de trabajo se administró una tarea de retención de dígitos en orden inverso, mientras que el control inhibitorio fue evaluado mediante la tarea de Simon, ambas en formato digital a través de teléfonos celulares. Además, se administró un cuestionario de autorreporte para evaluar ambas funciones ejecutivas y un cuestionario destinado a revelar datos sociodemográficos y aspectos vinculados a la práctica de actividad física y horas de sueño.

Los resultados indicaron que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las pruebas cognitivas entre quienes realizaban y no realizaban actividad física extraescolar. Sin embargo, los análisis de regresión sobre las medidas de autorreporte revelaron que las horas de sueño fueron un predictor significativo tanto del control inhibitorio como de la memoria de trabajo, indicando que dormir más horas se asocia con menos dificultades ejecutivas percibidas en la vida cotidiana. Además, se encontró una interacción significativa entre el tiempo de práctica de actividad física y el género, en este sentido, mientras más tiempo se llevaba de práctica de ejercicio se asoció con menores dificultades ejecutivas en los adolescentes de género masculino. Estos hallazgos sugieren que la relación entre actividad física y funciones ejecutivas no es homogénea, sino que depende de variables moderadoras como el género y el tipo de medición utilizado.

Palabras clave: actividad física – funciones ejecutivas – memoria de trabajo – control inhibitorio – sueño – adolescentes.

ABSTRACT

The present study aimed to investigate the relationship between physical activity, sleep, and executive functions in school-aged adolescents. Executive functions, particularly working memory and inhibitory control, are fundamental cognitive processes for academic performance, self-regulation, and adaptation to the school context and social aspects. Various studies have examined how regular physical exercise may enhance executive functioning through different neurobiological and cognitive mechanisms. Based on this, the present research aimed to: 1) analyze the relationship between physical activity, sleep, and executive functions; 2) compare executive functioning between adolescents who engage in extracurricular physical activity and those who do not; and 3) explore the relationship between the duration of physical activity practice and performance on executive tasks. The study was conducted using a quantitative, non-experimental approach, with a cross-sectional and correlational design. A total of 112 secondary school students, aged between 13 and 15 years, participated in the study. To assess working memory, a backward digit span task was administered, while inhibitory control was evaluated using the Simon task, both in digital format through mobile phones. In addition, a self-report questionnaire was administered to assess both executive functions, along with another questionnaire designed to collect sociodemographic data and information related to physical activity practice and sleep duration. The results indicated that no statistically significant differences were found in cognitive task performance between adolescents who engaged and those who did not engage in extracurricular physical activity. However, regression analyses on self-report measures revealed that sleep duration was a significant negative predictor of both inhibitory control and working memory, indicating that more hours of sleep are associated with fewer executive difficulties perceived in daily life. Furthermore, a significant interaction was found between the duration of physical activity practice and gender; in this regard, a longer exercise practice trajectory was associated with fewer executive difficulties in male adolescents. These findings suggest that the relationship between physical activity and executive functions is not homogeneous, but depends on moderating variables such as gender and the type of measurement used.

Keywords: physical activity – executive functions – working memory – inhibitory control – sleep – adolescents.

INTRODUCCIÓN

La adolescencia constituye una etapa importante para el desarrollo cognitivo, emocional y social, caracterizada por importantes cambios neurobiológicos y conductuales. Durante este período continúan desarrollándose las funciones ejecutivas, las cuales son entendidas como un conjunto de procesos cognitivos de orden superior implicados en la regulación de la conducta, el control de impulsos, la memoria de trabajo, la planificación y la flexibilidad cognitiva (Diamond, 2013). Estas capacidades son fundamentales para el bienestar mental y físico, el rendimiento académico y para desenvolverse en la vida cotidiana.

En los últimos años, las funciones ejecutivas se han convertido en un área relevante de investigación en áreas como la psicología, la neurociencia, la educación y la educación física, en este sentido, distintos estudios sostienen que la adolescencia representa una etapa crítica para el desarrollo del funcionamiento ejecutivo, debido a la maduración progresiva de regiones cerebrales vinculadas al control cognitivo, particularmente del lóbulo prefrontal (Zhang et al., 2026).

La actividad física se asocia con múltiples beneficios para la salud física y psicológica en adolescentes (Poitras et al., 2016; Lee et al., 2012). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que niños y adolescentes realicen al menos 60 minutos diarios de actividad física moderada a vigorosa (Bull et al., 2020). Sin embargo, alrededor del 81,0% de los adolescentes a nivel mundial no cumple con estas recomendaciones, observándose menores niveles de actividad física en mujeres en comparación con varones (84,7% frente a 77,6%) (Guthold et al., 2020). Además, estudios realizados en diez países distintos encontraron una disminución anual del 4,2% en los niveles de actividad física durante la adolescencia, siendo esta reducción más pronunciada en las mujeres (4,6%) que en los hombres (3,7%) (Cooper et al., 2015). Es por eso que, comprender los factores que influyen en la participación del ejercicio físico resulta fundamental para promover hábitos saludables durante esta etapa (Finne et al., 2011).

Más allá de sus beneficios sobre la salud física, la actividad física regular también podría tener implicaciones importantes para el desarrollo cerebral y cognitivo. Diversas investigaciones han encontrado asociaciones entre la práctica habitual de ejercicio, el rendimiento académico, el funcionamiento cognitivo y cambios en la estructura y actividad cerebral en esta población y así es como la evidencia sugiere que la actividad física y el ejercicio aeróbico podrían constituir factores relevantes para un desarrollo cerebral óptimo durante la adolescencia (Herting y Xiaofang, 2017).

Por otra parte, distintos estudios señalan que el desarrollo de las funciones ejecutivas también se encuentra influido por factores ambientales y contextuales, tales como el tiempo frente a pantallas, la interacción familiar y las condiciones socioeconómicas. (Bal et al., 2024).

Además, el sueño es otra variable relevante para el funcionamiento ejecutivo. La población estudiantil presenta una prevalencia de trastornos del sueño de aproximadamente el 30%, y se reconoce ampliamente que el sueño se encuentra muy relacionado con la memoria de trabajo, la función cognitiva y la capacidad intelectual (Gilstrap et al., 2022). Entre los trastornos más frecuentes en estudiantes se encuentran el insomnio, la narcolepsia, el síndrome de piernas inquietas y la apnea obstructiva del sueño, los cuales afectan la duración y calidad del descanso (Al Salmani et al., 2020) . Diversos estudios han demostrado que una mayor duración, calidad y regularidad del sueño se asocia con un mejor rendimiento académico, mientras que la privación del sueño puede afectar negativamente las funciones ejecutivas (Tarokh et al., 2016).

Dado que niños y adolescentes pasan gran parte de su tiempo en instituciones educativas, la escuela es un factor importante para promover niveles adecuados de actividad física (Ridgers et al., 2012). Además, considerando que los estudiantes de secundaria aún se encuentran en una etapa crítica del desarrollo integral, incluyendo el ejecutivo, es de suma relevancia investigar cómo la práctica de actividad física puede influir sobre estas capacidades cognitivas durante este período evolutivo (Zhang et al., 2026).

Con este trabajo se busca analizar la relación entre la actividad física, el sueño y las funciones ejecutivas, específicamente la memoria de trabajo y el control inhibitorio en adolescentes escolarizados. Se propone aportar evidencia sobre el papel que podría desempeñar la actividad física ya que la literatura destaca que no todas las modalidades de actividad física producen los mismos efectos cognitivos.

Además, diversos estudios señalan asociaciones entre estas dos variables, los resultados aún son inconsistentes y hay lagunas de investigación que incluyen la necesidad de una comprensión más detallada en relación a la relación motora cognitiva, particularmente en diferentes poblaciones y etapas de desarrollo (Pienaar et al., 2014; Vuijk et al., 2011). Por último, existe una escasa evidencia sobre los efectos sostenidos a largo plazo y las variables que podrían influir en esta relación y aportar evidencia importante para el diseño de estrategias de promoción de hábitos saludables en contextos educativos y comunitarios.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1: FUNCIONES EJECUTIVAS

La definición de funciones ejecutivas es compleja debido a su carácter multidimensional y a la falta de consenso entre los distintos modelos teóricos. Alexander Luria (1964) fue uno de los primeros autores en describir lo que actualmente se conoce como funciones ejecutivas, aunque no empleó propiamente este término. A partir de sus estudios sobre el funcionamiento cerebral, pudo destacar el papel fundamental del lóbulo frontal, particularmente de las áreas prefrontales de la corteza, en la planificación, regulación y supervisión de la actividad mental.

El concepto de “funciones ejecutivas” fue introducido por Muriel Lezak (1987) quien las describió como un conjunto de habilidades mentales indispensables para desarrollar conductas eficaces, creativas y socialmente adaptadas.

En este sentido, expresiones como “funcionamiento ejecutivo” o “control ejecutivo” se refieren a distintos mecanismos que intervienen en la optimización de los procesos cognitivos, permitiendo orientarlos hacia una resolución óptima de situaciones complejas o novedosas (Tirapu, 2008).

Carmona y Moreno (2013) se refieren a las funciones ejecutivas como un conjunto de procesos mentales encargados de regular y controlar otras habilidades y conductas, permitiendo la orientación de la acción hacia metas específicas y completar tareas cognitivas complejas.

Por otro lado (Diamond, 2013) define las funciones ejecutivas como funciones que permiten la manipulación cognitiva de la información, permiten la inhibición de respuestas impulsivas ya que posibilitan la reflexión que se da previa a una acción, facilitan la adaptación ante situaciones nuevas, ayudan al control de impulsos frente a distintos estímulos y sostienen la atención de manera dirigida.

Una de las principales características de las funciones ejecutivas es su independencia del “input”, esto significa que las funciones ejecutivas integran y coordinan información proveniente de diversos sistemas, incluyendo los de entrada (percepciones de distintas modalidades sensoriales), de procesamiento (como la atención, la memoria y las emociones) y de salida (programas motores). En este sentido, el funcionamiento ejecutivo cumple un papel clave ya sea en la regulación de la conducta, como en la modulación de pensamientos,

recuerdos y estados afectivos, favoreciendo así un funcionamiento adaptativo (Verdejo García y Bechara, 2010).

Componentes de las Funciones Ejecutivas

Diversos autores coinciden en que las funciones ejecutivas incluyen principalmente tres componentes: control inhibitorio, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva. Si bien cada uno opera de manera distinta, comparten un objetivo común: regular la atención y el comportamiento para lograr respuestas adaptativas (Miyake et al., 2000).

Control inhibitorio

El control inhibitorio (CI), es entendido como la habilidad para inhibir respuestas automáticas o no pertinentes para favorecer conductas destinadas a un objetivo, es considerado un componente fundamental de las funciones ejecutivas durante la infancia (Berger et al., 2022). Además, presenta una maduración asociada al desarrollo de las redes frontoparietales, especialmente de la corteza prefrontal, la cual puede llegar a perfeccionar la organización sináptica, la mielinización y la conectividad funcional durante la infancia y la adolescencia. (Delalande et al., 2020).

Según Diamond (2013) el CI es una de las funciones ejecutivas principales, es de suma importancia en cuanto a la capacidad para controlar el comportamiento, la atención, los pensamientos y las emociones ya sea para controlar estímulos internos o externos, esta habilidad le permite a los individuos no solo inhibir respuestas automáticas, sino también seleccionar conductas más adaptativas, favoreciendo así, la toma de decisiones.

Además, el CI cumple un rol fundamental en la regulación de la atención, ayudando a que se lleve a cabo la atención selectiva mediante la supresión de estímulos irrelevantes y la focalización en aquellos que resultan importantes para la tarea (Posner y Di Girolamo, 1998; Theeuwes, 1991).

Por otro lado, la inhibición, entendida como la capacidad de suprimir pensamientos o recuerdos irrelevantes, se encuentra estrechamente vinculada con la memoria de trabajo, contribuyendo al procesamiento eficiente de la información (Anderson y Levy, 2009; Postle et al., 2004).

En este sentido, el autocontrol es un componente importante para el control inhibitorio, ya que es la capacidad de resistir tentaciones, evitar respuestas impulsivas y mantener la conducta con un propósito y dirigida hacia un objetivo, incluso frente a

distracciones, la capacidad de demorar la gratificación es fundamental, ya que permite postergar recompensas que serían inmediatas por beneficios que son a largo plazo (Mischel et al., 1989).

Finalmente, la evidencia empírica muestra que la capacidad de inhibir respuestas impulsivas mejora el rendimiento en diversas tareas cognitivas, especialmente en la población infantil, donde el entrenamiento en la espera y la regulación conductual se asocia con un mejor desempeño en tareas de control inhibitorio (Diamond et al., 2002).

Uno de los modelos más influyentes sobre funciones ejecutivas es el propuesto por Miyake et al. (2000), quienes plantean un modelo tripartito compuesto por tres procesos principales: actualización, inhibición y alternancia cognitiva resumidos por Tirapu et al. (2014): La actualización refiere a la capacidad de monitorear y manipular información en la memoria de trabajo; la inhibición implica la supresión deliberada de respuestas automáticas o predominantes; mientras que la alternancia cognitiva se relaciona con la habilidad para cambiar de manera flexible entre tareas o esquemas mentales. Este modelo sostiene que las funciones ejecutivas constituyen procesos diferenciados pero interrelacionados.

Memoria de trabajo

La memoria de trabajo (MT) es un sistema que posibilita la retención y manipulación temporal de información necesaria para procesos cognitivos complejos (Blair, 2016).

La MT constituye otra de las funciones ejecutivas centrales y se define como la capacidad de mantener información activa en la mente y manipularla mentalmente, es decir, procesar información que ya no se encuentra presente a nivel perceptivo (Baddeley y Hitch, 1994; Smith y Jonides, 1999). Se distinguen dos tipos principales de memoria de trabajo según su contenido: la verbal y la visoespacial.

Esta función resulta fundamental para la comprensión de información que se desarrolla en el tiempo, ya que permite integrar elementos previamente presentados con nueva información. En este sentido, la memoria de trabajo es esencial para la comprensión del lenguaje oral y escrito, el cálculo mental, la planificación, la resolución de problemas y el razonamiento.

Además, la MT desempeña un papel importante en la capacidad de establecer relaciones entre elementos que no están conectados y nuevas ideas, lo que la vincula con procesos de razonamiento y creatividad, también permite integrar experiencias pasadas y

proyecciones futuras en la toma de decisiones (Baddeley y Hitch, 1994; Smith y Jonides, 1999).

Es importante diferenciar, aunque algunos autores prefieren no hacerlo, la memoria de trabajo de la memoria corto plazo, ya que esta última implica únicamente el almacenamiento pasivo de información, mientras que la MT requiere su manipulación activa, diversos estudios han demostrado que ambas funciones se asocian a sistemas neuronales distintos, dependiendo en mayor medida la MT de la corteza prefrontal dorsolateral (D'Esposito et al., 1999; Eldreth et al., 2006; Smith y Jonides, 1999).

Finalmente, la evidencia indica que la memoria de trabajo presenta un desarrollo más tardío y demanda mayores recursos cognitivos en comparación con la memoria a corto plazo, lo que se refleja en un mayor nivel de dificultad en tareas que requieren una modificación activa de la información (Davidson et al., 2006; Diamond et al., 2007).

Flexibilidad cognitiva

La flexibilidad cognitiva (FC) según Blair (2016) se define como la capacidad de adaptar el comportamiento ante los distintos cambios del entorno, alternando de manera flexible entre tareas, estrategias o esquemas mentales, lo que permite una mayor eficiencia de pensamientos y acciones en distintos contextos. Su desarrollo se acelera durante la primera infancia y continúa progresando de manera sostenida hasta la adolescencia, en paralelo con la maduración de las redes neuronales de la corteza prefrontal (Buttelmann y Karbach, 2017).

La FC es considerada la tercera función ejecutiva central, se define como la capacidad de modificar pensamientos o conductas en función de cambios en el entorno, las demandas o los objetivos, esta habilidad permite cambiar de perspectiva, tanto a nivel ambiental como interpersonal, así como generar nuevas formas de abordar un problema cuando las estrategias utilizadas no han funcionado (Diamond, 2013).

La FC se apoya en otras funciones ejecutivas básicas, particularmente en el control inhibitorio y la memoria de trabajo, implica inhibir una respuesta o perspectiva y, simultáneamente, mantener y manipular una nueva en la memoria de trabajo. Por ello, se la considera una de las funciones ejecutivas más complejas y de desarrollo más tardío (Davidson et al., 2006; Garon et al., 2008).

Esta función resulta fundamental para la adaptación de situaciones cambiantes, permitiendo ajustar el comportamiento frente a nuevas demandas, reconocer errores y aprovechar oportunidades que se presentan de manera inesperada, también se encuentra muy

vinculada con la creatividad, por lo tanto posibilita generar soluciones novedosas y pensar de manera no convencional (Garon et al., 2008).

Desde el punto de vista evaluativo, la FC suele medirse mediante tareas de cambio de tarea o cambio de conjunto, como la Prueba de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (Milner, 1964) o paradigmas de alternancia entre reglas, que requieren modificar criterios de respuesta de manera flexible.

En cuanto a su desarrollo, las investigaciones indican que la flexibilidad cognitiva emerge más tardíamente en comparación con otras funciones ejecutivas y continúa perfeccionándose a lo largo de la infancia y la adolescencia, siendo una de las habilidades cognitivas más exigentes en términos de control ejecutivo (Davidson et al., 2006).

Neuroanatomía de las funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas representan un constructo complejo, tanto por la amplitud de su definición como por una de sus características centrales: su naturaleza multidimensional (Introzzi y Canet Juric, 2021).

La corteza prefrontal es la región cerebral más reciente en términos evolutivos, lo que refleja la complejización neural característica de los homínidos. A su vez, es la última área en completar su desarrollo a lo largo de la vida del individuo, alcanzando su maduración plena entre la segunda y tercera década de vida (Martínez Mesas, 2017; Rodríguez Jiménez, 2015). “La CPF es un conjunto de áreas neocorticales interconectadas que envía y recibe proyecciones de prácticamente todos los sistemas sensoriales corticales, sistemas motores y muchas estructuras subcorticales” (Miller y Cohen, 2001, p. 1).

Desde una perspectiva neuroanatómica, las funciones ejecutivas dependen de un circuito neural en el que la corteza prefrontal desempeña un papel central, la cual es fundamental para la integración de la información sensorial y motora (Santa-Cruz y Rosas, 2017).

Por otro lado, se han identificado distintos circuitos funcionales dentro del córtex prefrontal (Bechara et al., 2000; Cummings, 1993). Por una parte, el circuito dorsolateral se asocia principalmente con procesos cognitivos tales como la memoria de trabajo, la atención selectiva, la formación de conceptos y la flexibilidad cognitiva. Por otra parte, el circuito ventromedial se vincula con el procesamiento de la información emocional que nos orienta la toma de decisiones hacia metas basadas en criterios sociales y éticos, en consecuencia, el

córtex prefrontal puede entenderse como un área de asociación heteromodal, integrada en una red distribuida que conecta diversas regiones corticales y subcorticales. (fig. 1).

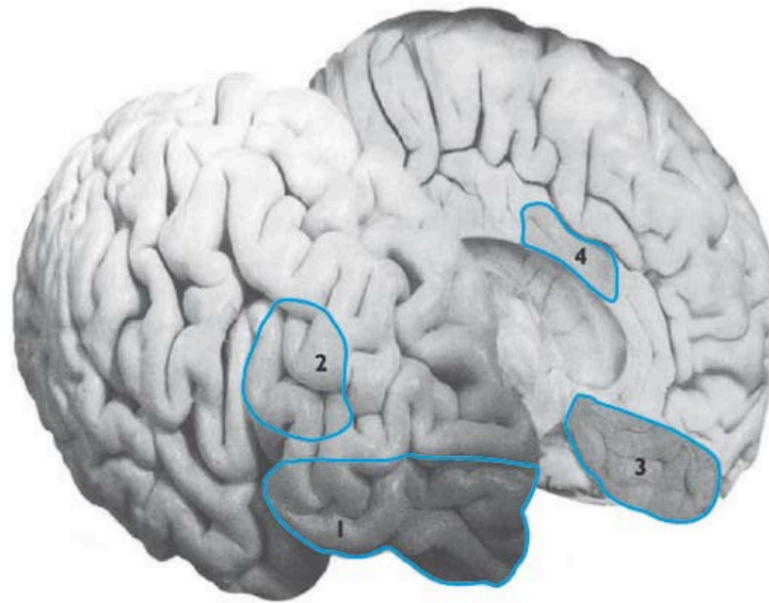


Figura 1
Córtex prefrontal: 1) Orbitofrontal; 2) Dorsolateral; 3) Ventromedial; 4) Cingulado anterior.

El circuito orbitofrontal participa en distintos procesos cognitivos y sociales, entre ellos la iniciación de conductas sociales, el control inhibitorio, la evaluación de riesgos y beneficios, la motivación, la toma de decisiones, la resolución de problemas y la empatía (Cummings, 1998; Fuster, 1989; Miller y Cummings, 2007).

Por otro lado, la corteza prefrontal medial participa en procesos vinculados con la autoconciencia, la motivación, la participación de conductas orientadas a metas y la regulación emocional. Por último, el tracto frontal ascendente interviene en el control de las acciones, la planificación, la sincronización y coordinación de movimientos motores secuenciales, así como en las respuestas motoras voluntarias, en conjunto, estas estructuras contribuyen al sostén de procesos complejos implicados en el funcionamiento ejecutivo (Jones y Graff-Radford, 2021; Dick et al., 2019; Buss y Spencer, 2018; Asanowicz et al., 2021).

El desarrollo de las redes frontoparietales, los circuitos hipocampales y la conectividad entre ambos hemisferios cerebrales se extiende desde la infancia y la adolescencia, convirtiendo esta etapa en un período especialmente vulnerable a las influencias ambientales capaces de modificar el desarrollo neuronal (Yin et al., 2025)

Funciones ejecutivas en la adolescencia

De Luca y Leventer (2008) plantean que la adolescencia constituye una etapa caracterizada por la presencia de conductas de riesgo y actitudes de rebeldía frente a las figuras de autoridad, en este contexto, las funciones ejecutivas son consideradas procesos fundamentales para alcanzar una adecuada autorregulación (Diamond y Lee, 2011), así como para inhibir conductas impulsivas o automáticas (Flores Lázaro et al., 2014).

Debido al carácter progresivo del desarrollo cerebral, particularmente de la corteza prefrontal, algunos procesos cognitivos asociados a las funciones ejecutivas sólo surgen plenamente en estadios de mayor maduración, si bien estas funciones alcanzan su máximo desarrollo durante la adolescencia, sus manifestaciones iniciales pueden observarse desde la primera infancia. (Diamond y Goldman-Rakic, 1989). En la adolescencia, dichas funciones adquieren un papel fundamental, ya que se asocian con el rendimiento académico (Ramos Galarza et al., 2020), la salud mental (Ajilchi et al., 2017), la adaptación social (Holley et al., 2017; Nigg, 2017) y el desarrollo futuro (Jurado et al., 2007). Es por esto que, atender al desarrollo de las funciones ejecutivas durante la adolescencia es fundamental tanto para el crecimiento individual como para la inserción social.

A diferencia de otras regiones corticales que maduran a temprana edad, las áreas frontales presentan un desarrollo más tardío, (Mastropietro et al., 2024) motivo por el cual ciertos procesos cognitivos vinculados a las funciones ejecutivas sólo pueden desarrollarse plenamente en un cerebro maduro según Diamond y Goldman-Rakic (1989). Las funciones ejecutivas comienzan a manifestarse durante el primer año de vida, sin embargo, su desarrollo se extiende a lo largo de un amplio rango etario, presentando un incremento significativo entre los 2 y los 5 años, así como a partir de los 12 años (Tirapu, 2008).

Aunque las funciones ejecutivas alcanzan su máximo desarrollo entre los 12 y 18 años, diferentes habilidades relacionadas comienzan a manifestarse desde etapas tempranas de la vida. En este sentido, Diamond y Goldman-Rakic (1989) sostienen que, alrededor de los 6 meses, los bebés ya son capaces de recordar representaciones simples, a los 8 meses pueden mantener información aun cuando el estímulo no se encuentra dentro de su campo visual y aproximadamente al año de edad logran inhibir respuestas dominantes.

CAPÍTULO 2: ACTIVIDAD FÍSICA

La actividad física ha sido reconocida como un factor relevante para la salud física, mental y cognitiva. La Organización Mundial de la Salud la define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos que implica un gasto energético (2020).

Según Steven Garber et al. (2011), las prácticas físicamente activantes comprenden cualquier movimiento corporal que implique la activación del sistema locomotor y produzca un gasto energético superior al nivel basal. Por otra parte, Jiang et al. (2009) señalan que, cuando estas actividades se realizan de manera sostenida y periódica con el objetivo de mantener o mejorar aspectos fisiológicos, anatómicos o emocionales, se denominan ejercicio físico.

La actividad física no se restringe únicamente a la práctica deportiva, sino que abarca también actividades cotidianas como caminar, andar en bicicleta, realizar ejercicios de baja intensidad o participar en juegos, para estimar el gasto energético asociado a estas actividades, se utiliza el concepto de equivalente metabólico (MET), que permite comparar la intensidad de una actividad en relación con el estado de reposo y a partir de esta medida, las actividades pueden clasificarse en conductas sedentarias, de intensidad moderada o de intensidad vigorosa (Ainsworth et al., 2021).

Además, según Castaño et al., (2023) el ejercicio puede implementarse a través de diferentes modalidades, entre ellas están los programas estructurados de ejercicio aeróbico, juegos, artes marciales, danza, deportes en equipo y estrategias que combinan el entrenamiento físico con componentes cognitivos o sensoriomotores.

Las actividades de baja intensidad o sedentarias comprenden acciones que requieren un gasto energético mínimo, como por ejemplo mirar la televisión, realizar tareas de oficina o caminar a ritmo lento. Por otro lado, las actividades de intensidad moderada implican un mayor nivel de esfuerzo físico, como andar en bicicleta de una manera tranquila o realizar tareas en el jardín, finalmente, las actividades de alta intensidad se caracterizan por una mayor demanda fisiológica, incluyendo prácticas como el ciclismo a mayor velocidad, el trote o las carreras (Belluardo et al., 2025).

Para Bailey et al. (2018), participar en actividades físicas aeróbicas supervisadas de intensidad moderada a vigorosa, tres veces por semana durante varias semanas, mejora la salud física y mental de las personas. Existen investigaciones que exploran cómo una aptitud física más desarrollada, producto de realizar ejercicio habitualmente como estilo de vida, se vincula con desempeños positivos en evaluaciones cognitivas (Quinzi et al., 2022).

A su vez, la actividad física puede clasificarse en dos grandes tipos: aeróbica y anaeróbica. El ejercicio aeróbico se caracteriza por involucrar grandes grupos musculares, realizarse de manera sostenida en el tiempo y mantener una intensidad constante, durante este tipo de actividad, los músculos obtienen energía principalmente a través del metabolismo aeróbico, que permite la producción de adenosín trifosfato (ATP) a partir de sustratos como carbohidratos, lípidos y, en menor medida, aminoácidos. (Patel et al., 2017). Por otra parte, el ejercicio anaeróbico se caracteriza por ser de alta intensidad y corta duración y se basa en obtener energía a partir de reservas disponibles en los músculos en actividad, a diferencia del ejercicio aeróbico, este tipo de esfuerzo no depende del oxígeno como fuente principal para la producción de energía. (Colegio Americano de Medicina Deportiva [ACSM], 2013).

Mecanismos neurobiológicos de la actividad física

De acuerdo con las vías neurobiológicas de la actividad física, se puede decir que a nivel neuroquímico, el ejercicio se asocia con un incremento en la actividad de los sistemas catecolaminérgicos, particularmente en la dopamina y norepinefrina, este aumento, mediado en parte por el sistema locus coeruleus-norepinefrina, favorece la activación cortical y mejora la eficiencia en el procesamiento de la información relevante para la tarea, optimizando la relación de señal y ruido en los circuitos neuronales implicados (Latomme et al., 2022; Sanaeifar et al., 2024). Asimismo, la práctica de actividad física incrementa la liberación de factores neurotróficos, así como el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) y el factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1), los cuales desempeñan un papel importante en la plasticidad sináptica, la potenciación a largo plazo y la neurogénesis a nivel hipocampal (De Sousa Fernandes et al., 2020; Sanaeifar et al., 2024; Jones et al., 2022).

A nivel cerebrovascular, el ejercicio aumenta el flujo sanguíneo cerebral y la oxigenación de regiones prefrontales, lo que facilita una asignación más eficiente de los recursos cognitivos durante la ejecución de tareas ejecutivas (Mulser y Moreau 2023; Pontifex et al., 2018).

En investigaciones como las de Jones et al., (2022) y Chaddock Heyman et al., (2013) sugieren que, la práctica de ejercicio realizada de manera sostenida se vincula con cambios estructurales en el cerebro, tales como una mejor integridad de la sustancia blanca, la cual se observa en el cuerpo calloso y modificaciones en la sustancia gris en áreas prefrontales y parietales, lo que favorece a la consolidación de mejoras en el rendimiento ejecutivo.

Finalmente, a nivel de redes neuronales, la evidencia de estudios de neuroimagen y registros electrofisiológicos indica que la actividad física potencia el funcionamiento de los sistemas cerebrales implicados en el control ejecutivo, se observa un aumento en la activación y conectividad de regiones tales como la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza cingulada anterior y regiones parietales (Zhang et al., 2024; Chen et al., 2016; Zhu et al., 2021).

Se ha demostrado en diversos estudios que la actividad física activa múltiples sistemas cerebrales vinculados al procesamiento cognitivo y emocional (Voss et al., 2013). En particular, estimula la formación de nuevas neuronas, el desarrollo de conexiones sinápticas y la liberación de neurotransmisores como la dopamina y la serotonina, sustancias fundamentales para la motivación, el estado de ánimo y la atención. (Miranda et al., 2019).

Según Hillman et al. (2009), Delp et al. (2001) y Hart (1975) la actividad física constituye un factor relevante para el funcionamiento cognitivo y neuronal a lo largo de la vida, el ejercicio físico favorece los procesos cognitivos mediante el incremento del flujo sanguíneo cerebral y la liberación de sustancias neuroquímicas, si bien el cerebro humano representa aproximadamente el 2% de la masa corporal total, su demanda energética alcanza cerca del 20% del consumo total de energía del organismo, y es por esto que, la práctica de actividad física produce el aumento del flujo sanguíneo lo que optimiza el aporte de oxígeno y nutrientes al cerebro, y así potencia su actividad funcional.

Por otra parte, se ha observado que el ejercicio físico promueve la liberación de factores de crecimiento y hormonas, como el IGF-1, VEGF, testosterona e insulina, que favorecen la proliferación neuronal y el establecimiento de nuevas conexiones sinápticas (Riquelme et al., 2013).

Actividad física en la adolescencia

La actividad física ejerce una influencia relevante sobre el funcionamiento cognitivo durante la adolescencia. Este período del desarrollo se distingue por una elevada plasticidad cerebral, lo que significa una gran oportunidad para el fortalecimiento y la consolidación de diversas habilidades cognitivas. (Romeo y McEwen, 2006). Sin embargo, según Dumith et al., (2011) es conocido que la actividad física tiende a disminuir durante la etapa de la adolescencia.

Una posible explicación de estos hallazgos según Pindus et al., (2014) podría relacionarse con la distribución del tiempo de la vida cotidiana de los adolescentes, la

práctica frecuente de actividad física podría disminuir el tiempo destinado a otras actividades relevantes para el desarrollo cognitivo, como el estudio, la lectura o tareas con alta estimulación intelectual, asimismo, diversas investigaciones señalan que la actividad física aeróbica se asocia con tiempos de reacción más rápidos y un mejor control inhibitorio, en comparación con actividades anaeróbicas de alta intensidad. Además, aunque la actividad física suele medirse en términos de gasto energético, es importante entender que constituye un comportamiento que se desarrolla en diferentes contextos y modalidades, en adolescentes, si bien existen oportunidades relativamente similares de práctica física dentro del ámbito escolar mediante la materia “educación física”, los patrones de actividad física pueden variar considerablemente durante el tiempo libre y los fines de semana (Klasson y Anderssen, 2003).

La práctica de actividad física aeróbica durante la adolescencia se ha vinculado de manera positiva con el desempeño en tareas de aprendizaje espacial y con un mejor funcionamiento de la memoria de trabajo de tipo visual (Ross et al., 2015; Herting y Nagel, 2012).

La actividad física se ha consolidado como un factor estratégico para la promoción de la salud en la población adolescente, asociándose no solo con mejoras en la condición física sino también con beneficios cognitivos que favorecen el desarrollo integral (Eime et al., 2013). La adquisición de hábitos de actividad física durante la esta etapa es además, un factor clave para la consolidación de estilos de vida saludables en la adultez (Van Sluijs et al., 2021).

Sin embargo, los niveles de práctica siguen siendo insuficientes en la gran mayoría de los adolescentes, a pesar de que la Organización Mundial de la Salud recomienda al menos 60 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada a vigorosa (Guthold et al., 2019). Es por eso que, Peruyero et al. (2017) hallaron que la actividad física aguda de intensidad moderada a alta resultó más eficaz que la de baja intensidad para mejorar el rendimiento del control inhibitorio, estos resultados sugieren que no solo la frecuencia, sino también la intensidad de la actividad física constituye un factor relevante en el estudio de las funciones ejecutivas en adolescentes, asimismo, los autores señalan que los efectos de la actividad física pueden variar según el componente ejecutivo evaluado.

Por otro lado, la actividad física crónica parece presentar efectos diferentes a los observados en la actividad física agudas. Jeon et al. (2017) encontraron que la práctica moderada y sostenida de actividad física produjo mejoras en la memoria de trabajo recién a partir de la semana 14, mientras que los beneficios sobre el control inhibitorio y la

flexibilidad cognitiva pudieron observarse desde la semana 12, esto sugiere que la memoria de trabajo requeriría períodos de intervención más prolongados para evidenciar mejoras. Además, el estudio indicó que la actividad física de alta intensidad también puede favorecer la memoria de trabajo en adolescentes, siempre que se realice de forma crónica y durante al menos 12 semanas.

La evidencia científica indica que la práctica regular de actividad física se asocia con mejoras en las funciones ejecutivas, la atención y la memoria en adolescentes, a través de mecanismos fisiológicos y neurocognitivos (Andrades Suárez et al., 2022).

CAPÍTULO 3: ADOLESCENCIA

La Organización Mundial de la Salud define la adolescencia como el período que abarca entre los 10 y los 19 años, se trata de una etapa del desarrollo caracterizada por su complejidad, en la que se produce la transición desde la infancia hacia la adultez, durante este proceso tienen lugar cambios significativos a nivel físico, biológico, psicológico, cognitivo y social, a su vez, este período suele dividirse en una adolescencia temprana, comprendida entre los 10 y 14 años, y una adolescencia tardía, que se extiende desde los 15 hasta los 19 años.

La adolescencia constituye una etapa del desarrollo caracterizada por profundos cambios, configurándose como un período de transición entre la infancia y la adultez (Papalia et al., 2012), no solo implica transformaciones biológicas asociadas a la pubertad, sino también una reorganización progresiva de las funciones cognitivas superiores.

Desde una perspectiva neuropsicológica, según Papalia et al., (2012) durante la adolescencia el cerebro continúa su maduración, especialmente en regiones prefrontales vinculadas al control cognitivo, la planificación, la toma de decisiones y la regulación de la conducta, este proceso se caracteriza por la poda sináptica y el fortalecimiento de conexiones neuronales más eficientes, lo que favorece una mejora en el procesamiento cognitivo. Sin embargo, dicha maduración ocurre de manera gradual, lo que explica ciertas dificultades en el control de impulsos y en la autorregulación conductual propias de esta etapa.

En relación con las funciones ejecutivas, este desarrollo progresivo del sistema prefrontal resulta fundamental, ya que dichas funciones, como el control inhibitorio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, dependen en gran medida de estas estructuras cerebrales, además, la interacción entre los sistemas emocionales y de control cognitivo

durante la adolescencia puede influir en la conducta, favoreciendo en ocasiones respuestas impulsivas o la búsqueda de sensaciones (Papalia et al., 2012).

Por otro lado, la actividad física adquiere un papel relevante en este período, ya que se ha asociado con múltiples beneficios tanto a nivel físico como psicológico, la práctica regular de ejercicio contribuye a la reducción del estrés y la ansiedad, la depresión, por otro lado, mejora la autoestima y favorece el bienestar general, además, un estilo de vida activo se vincula con mejores resultados académicos y una menor participación en conductas de riesgo (Papalia et al., 2012), en contraste, el sedentarismo durante la adolescencia se asocia con mayores riesgos para la salud, incluyendo obesidad y enfermedades crónicas.

En este sentido, la evidencia sugiere que la actividad física no solo impacta en la salud física, sino también en procesos cognitivos importantes, lo que la convierte en una variable de interés en el estudio del desarrollo de las funciones ejecutivas durante la adolescencia.

CAPÍTULO 4: FUNCIONES EJECUTIVAS, SUEÑO Y ACTIVIDAD FÍSICA

El ejercicio regular ha demostrado mejorar la conectividad funcional y el volumen de regiones cerebrales que son de importancia para el procesamiento ejecutivo, como la corteza prefrontal dorsolateral y el cuerpo estriado (Hasan et al., 2020).

Recientes investigaciones como la de Mao et al., (2024) indican que la actividad física constituye un factor relevante en la promoción de las funciones ejecutivas adolescentes, especialmente cuando incorpora componentes cognitivos, en este sentido, esta revisión sistemática con metaanálisis encontró que las intervenciones de actividad física cognitivamente estimulantes producen mejoras significativas en las funciones ejecutivas.

Estos estudios sugieren que no todas las formas de actividad física tienen el mismo impacto cognitivo, en particular, aquellas intervenciones que combinan el movimiento corporal con demandas cognitiva, como sería la toma de decisiones, la resolución de problemas o la atención sostenida resultan más eficaces que las actividades únicamente aeróbicas (Best, 2010; Diamond y Ling, 2020). Este enfoque implica un pasaje desde actividades motoras simples hacia actividades que requieren procesamiento cognitivo activo (Diamond, 2015).

Asimismo, existen distintos factores que influyen en la efectividad de esta relación entre la actividad física y las funciones ejecutivas. En primer lugar, la duración de la intervención, programas que se extienden por más de seis semanas muestran mayores

beneficios cognitivos (de Greeff et al., 2018; Hillman et al., 2014). Por otra parte, la frecuencia, siendo más efectivas las intervenciones realizadas más de dos veces por semana (Ludyga et al., 2018). Finalmente, la duración de cada sesión es un aspecto relevante, observándose que sesiones superiores a 20 minutos favorecen mejoras significativas en el control inhibitorio y la memoria de trabajo (Wang et al., 2023).

Desde una perspectiva neurobiológica, los efectos positivos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas pueden explicarse por cambios en el sistema nervioso central, como se ha mencionado antes, se ha observado que el ejercicio incrementa el flujo sanguíneo en regiones prefrontales y estimula la liberación de factores neurotróficos como el BDNF lo que favorece la plasticidad sináptica y el rendimiento cognitivo (De Sousa Fernandes et al., 2020; Sanaeifar et al., 2024; Jones et al., 2022). Asimismo, estudios de neuroimagen han evidenciado una mayor eficiencia neuronal asociada a mejoras en tareas de control inhibitorio tras la actividad física (Ludyga et al., 2024).

Un estudio realizado por Erwin et al. (2024) analizó las diferencias en los efectos de la actividad física aeróbica y anaeróbica en adolescentes, evidenciando resultados diferenciales según el tipo de ejercicio, en particular, se observó que la actividad física aeróbica se asocia con mejoras en la memoria de trabajo, mientras que la actividad anaeróbica se vincula principalmente con una optimización de los tiempos de reacción.

Otro estudio reciente llevado a cabo por Zhang et al., (2026) encontraron que los ejercicios de habilidades abiertas (fútbol, baloncesto, béisbol, etc.) los cuales se caracterizan por entornos dinámicos, impredecibles y con alta demanda de toma de decisiones, como lo son los deportes en equipo, se asocian con un mayor desarrollo del control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva en adolescentes, en comparación con los ejercicios de habilidades cerradas (atletismo, artes marciales, ejercicios aeróbicos) que se desarrollan en contextos más predecibles, estos efectos se explicarían por la mayor exigencia cognitiva de las actividades abiertas que requieren procesamiento continuo de información, adaptación a cambios del contexto, regulación de la atención y ajuste constante de estrategias. En conjunto, estos hallazgos sugieren que las características cualitativas de la actividad física resultan determinantes en su influencia sobre el funcionamiento ejecutivo.

Liu et al., (2025) llevaron a cabo una investigación con un muestreo aleatorio de 11 ciudades chinas, en la que se observó que mayores niveles de actividad física moderada a vigorosa se asocian con un mejor rendimiento en control inhibitorio, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, evidenciado a través de menores tiempos de reacción en las tareas

cognitivas, asimismo, reemplazar conductas sedentarias por actividad física de mayor intensidad (60 minutos al día) se asocia con mejoras en las funciones ejecutivas.

En cuanto a la población infantil, también se ha evidenciado una relación positiva entre la actividad física y las funciones ejecutivas. Un estudio longitudinal reciente mostró que distintas intervenciones de actividad física mejoran significativamente el rendimiento ejecutivo en niños en edad escolar, destacándose especialmente los ejercicios de coordinación, que presentaron mayores efectos en memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva. Estos resultados sugieren que las actividades que implican mayor complejidad motora y demanda cognitiva podrían generar una estimulación más óptima para el desarrollo de las funciones ejecutivas (Tao et al., 2025). En esta misma línea según la investigación de Guzmán et al., (2025) la actividad física promueve mejoras en el control inhibitorio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva mediante mecanismos neurobiológicos que incluyen la modulación de neurotransmisores, el aumento de factores neurotróficos, una mayor oxigenación cerebral y adaptaciones estructurales en las redes corticales y subcorticales.

Diversas investigaciones sostienen que las funciones ejecutivas pueden ser estimuladas mediante actividades físicas que impliquen desafíos cognitivos, compromiso emocional y práctica sostenida. En este sentido, actividades como el ejercicio aeróbico, las artes marciales y el yoga han mostrado efectos positivos sobre componentes ejecutivos como el control inhibitorio y la memoria de trabajo. Asimismo, se plantea que el beneficio de estas intervenciones depende no solo de la actividad en sí misma, sino también de la motivación, el disfrute y la constancia con la que los niños y adolescentes participan en ellas (Diamond, 2013).

Un estudio realizado en adolescentes por Li et al., (2024) analizó los efectos del ejercicio aeróbico de intensidad moderada sobre la memoria de trabajo visual y sus subprocesos. Los resultados mostraron que los adolescentes con mayores hábitos de ejercicio presentaban un mejor rendimiento en tareas de memoria de trabajo en comparación con aquellos con bajos niveles de actividad física. Asimismo, se observó que las intervenciones de ejercicio a largo plazo produjeron mayores beneficios que los efectos agudos, especialmente en los procesos de actualización de la memoria de trabajo, lo que sugiere nuevamente, que la práctica sostenida de actividad física podría favorecer el funcionamiento ejecutivo en la adolescencia.

Estos resultados respaldan la idea de que la actividad física, especialmente cuando es cognitivamente demandante, no solo contribuye a la salud física, sino que también desempeña un papel fundamental en las funciones ejecutivas.

Sueño

El sueño es un proceso que requiere una gran cantidad de recursos del organismo y cumple funciones esenciales, como por ejemplo el fortalecer el sistema inmune, favorecer el desarrollo y mantener el equilibrio energético del cuerpo (Acerbi et al., 2008; Asanowicz et al., 2021).

El ciclo sueño-vigilia está regulado por dos procesos complementarios: El primero, llamado proceso homeostático o proceso S, genera la necesidad de dormir en función de cuánto tiempo lleva la persona despierta, y se refleja en la actividad de ondas lentas durante el sueño no REM, el segundo, el proceso circadiano o proceso C, mantiene la vigilia de manera independiente del historial previo de sueño y refleja el reloj biológico interno del organismo (Frank, 2020; Zielinski et al., 2016; Borbély et al., 2016). La región cerebral que funciona como marcapasos de este sistema es el núcleo supraquiasmático, que se sincroniza con los ciclos externos de luz y oscuridad (Moore y Eichler, 1972).

El sueño se divide en dos fases principales. La fase REM se caracteriza por movimientos oculares rápidos, relajación muscular y actividad cerebral activa, la fase no REM incluye distintas etapas de sueño progresivamente más profundo, entre ellas se pueden observar ondas lentas en un electroencefalograma, caracterizado por una actividad neuronal reducida y ondas cerebrales lentas de gran amplitud (Xia y Storm, 2017; Antonioni et al., 2024).

En la adolescencia, el tiempo dedicado al sueño tiende a reducirse debido a que la hora de acostarse se retrasa progresivamente, mientras que los horarios escolares imponen un despertar temprano, todo esto a pesar de que la necesidad biológica de sueño no disminuye respecto a las etapas anteriores, los cambios fisiológicos más característicos del sueño en esta etapa incluyen una menor proporción de sueño profundo y un cambio del ritmo circadiano hacia horarios más tardíos (Tarokh et al., 2016).

Finalmente, se puede decir que el sueño constituye un proceso biológico fundamental para el desarrollo y el bienestar general durante la adolescencia

Sueño y desarrollo cognitivo

Variables como la duración y calidad del sueño, el cronotipo y la arquitectura del sueño desempeñan un papel importante en el desarrollo cognitivo y en el funcionamiento de las capacidades cognitivas a lo largo del ciclo vital (Diekelmann S, 2014; Mason et al., 2021 y Vidueira et al., 2023).

Se ha observado que las personas con sueño de corta duración presentan mayores déficits y un envejecimiento cognitivo acelerado en comparación con quienes poseen un sueño adecuado tanto en calidad como en cantidad (Buysse et al., 1989).

Por otro lado, varios estudios han encontrado que las características del sueño se relacionan con el rendimiento cognitivo en adolescentes, en particular, se han reportado asociaciones entre las funciones ejecutivas y ciertos patrones de sueño, así como entre la cantidad de horas dormidas y el funcionamiento de redes cerebrales vinculadas a la atención, la memoria y el control ejecutivo (Tarokh et al., 2016; Bódizs et al., 2014; Turan et al., 2025).

Diversos estudios realizados en estudiantes han demostrado que una mayor duración, calidad y regularidad del sueño se asocian con un mejor rendimiento académico, en contraste, la privación parcial del sueño puede afectar negativamente las funciones ejecutivas, cuyos efectos podrían persistir incluso luego de períodos de recuperación (Lo et al., 2016; okano et al., 2019). En este sentido, la evidencia sugiere que los efectos de la duración y calidad del sueño varían según la etapa del desarrollo, influyendo de manera diferencial en el desempeño cognitivo y académico de los estudiantes. Por lo que, comprender el impacto del sueño sobre las funciones ejecutivas resulta fundamental para el diseño de estrategias orientadas a favorecer el rendimiento cognitivo y la calidad de vida durante el desarrollo (Belluardo et al., 2025).

Además, sostienen que el sueño cumple un papel fisiológico fundamental en distintos dominios cognitivos, particularmente en las funciones ejecutivas. Durante el desarrollo, procesos neurofisiológicos como los husos del sueño (ráfagas breves de actividad cerebral) y las ondas lentas favorecen la consolidación de la memoria, la reorganización neuronal y el procesamiento cognitivo (Mason et al., 2021; Weissbluth, 1995).

La duración del sueño desempeña un papel crucial en el mantenimiento de las funciones ejecutivas, muchos estudios han demostrado que dormir entre 6 y 8 horas diarias se asocia con una mayor actividad en la corteza orbitofrontal, el hipocampo y la corteza prefrontal, así como con un mejor rendimiento en tareas de funciones ejecutivas, por el

contrario, la privación del sueño se relaciona con una reducción del volumen cerebral en regiones específicas y con un menor desempeño cognitivo (Tai et al., 2022).

En cuanto a la calidad del sueño se puede decir que constituye un concepto multidimensional, ya que se define como el grado de satisfacción de un individuo con diferentes aspectos de su experiencia con el sueño, la calidad del sueño se conceptualiza a partir de cuatro subdimensiones principales: la eficiencia del sueño, la latencia del sueño, la duración del sueño y la vigilia después de conciliar el sueño, por lo que, se encuentra influenciada por diversos factores, entre ellos factores fisiológicos, como la edad, el ritmo circadiano y la cantidad de sueño REM y no REM, factores psicológicos como por ejemplo, estrés, ansiedad y depresión, así como factores ambientales y sociales o familiares, como la iluminación, la temperatura y el contexto del hogar (Liu et al., 2020).

Finalmente, se puede deducir que a partir de la evidencia disponible, el sueño parece desempeñar un papel fundamental en el funcionamiento cognitivo a lo largo del desarrollo, por lo que debería considerarse una variable importante al planificar estrategias para optimizar el rendimiento cognitivo (Belluardo et al., 2025).

Funciones ejecutivas, sueño y actividad física en adolescentes

Aunque existe una amplia evidencia sobre la relación entre el sueño y las funciones ejecutivas, y entre la actividad física y las funciones ejecutivas, son pocos los estudios que han abordado de manera conjunta estas tres variables en adolescentes. (Belluardo et al., 2025).

Segun Okano et al., 2019 y Lo J et al., 2016 es importante considerar que los efectos asociados a la duración y calidad del sueño pueden ser distintos según la etapa del desarrollo, influyendo de manera diversa en los estudiantes y en su desempeño académico tanto escolar como universitario, por eso, comprender de forma integral cómo la duración y la calidad del sueño repercute sobre las funciones ejecutivas resulta fundamental para diseñar estrategias orientadas a mejorar la calidad de vida durante el desarrollo y favorecer un óptimo rendimiento académico.

La adolescencia, a diferencia de la niñez tardía, ha sido una etapa muy estudiada en relación con el sueño y las funciones ejecutivas. En este sentido, D'Angiulli et al. (2023) analizaron el efecto de la duración del sueño y del desfase horario social (social jetlag), entendido como la desincronización entre los horarios biológicos y las demandas sociales, sobre el control inhibitorio sin modificar las horas habituales de descanso. Los autores

encontraron que la disminución de la duración del sueño, asociada a la tendencia de los adolescentes a dormir menos, afecta negativamente el control inhibitorio, esto se observó tanto en medidas conductuales, como una mayor cantidad de errores y tiempos de reacción más lentos en tareas Stroop, como en indicadores neurofisiológicos, observándose potenciales relacionados con eventos menos eficientes y un incremento de la actividad delta en el EEG, además, estos efectos parecieron intensificarse en días con altos niveles de Social Jet Lag (SJL) y tras la acumulación de privación de sueño.

Por otro lado, Tavakoli et al. (2024) hallaron evidencia en población adolescente que sugiere efectos beneficiosos de la práctica crónica de actividad física sobre el sueño y las funciones ejecutivas, aunque sin examinar posibles efectos moderadores entre estas variables.

En una investigación dirigida por Li et al. (2021) encontraron, en una muestra de estudiantes, que la relación entre la actividad física y el control inhibitorio no es directa sino que está mediada por la calidad y eficiencia del sueño. Es decir, la práctica regular de actividad física contribuiría a mejorar el sueño y, a través de esta mejora, impacta positivamente en el rendimiento inhibitorio.

Liu et al. (2022) examinaron los efectos de una sesión aguda de actividad física aeróbica sobre las funciones ejecutivas en estudiantes tras una noche de privación total de sueño, los resultados indicaron que la privación de sueño afectó significativamente el rendimiento ejecutivo, especialmente el control inhibitorio, y redujo los niveles de serotonina (5-HT), no obstante, una sesión de 30 minutos de actividad física aeróbica logró mejorar significativamente tanto la precisión como los tiempos de reacción en tareas de control inhibitorio, al tiempo que incrementó los niveles de serotonina.

Yeung et al. (2018) analizaron los efectos de la privación parcial aguda del sueño sobre la memoria de trabajo y la activación frontal en estudiantes adultos jóvenes mediante espectroscopia funcional de infrarrojo cercano, los resultados mostraron que los participantes con sueño insuficiente presentaron un rendimiento similar en las tareas de memoria de trabajo en comparación con aquellos con sueño suficiente. Sin embargo, a nivel neurofisiológico se observaron diferencias importantes: los participantes con sueño suficiente evidenciaron una activación bilateral de la corteza prefrontal durante la ejecución de la tarea, mientras que el grupo con sueño insuficiente no mostró cambios significativos en dicha activación, estos hallazgos nos sugieren que una reducción parcial del sueño de aproximadamente dos horas puede no afectar de manera evidente el rendimiento cognitivo, aunque sí alterar el funcionamiento de regiones prefrontales implicadas en la memoria de trabajo.

Finalmente, la evidencia disponible sugiere que el sueño, la actividad física y las funciones ejecutivas mantienen una relación significativa durante la adolescencia. Sin embargo, aún son escasos los estudios que analizan conjuntamente estas variables, por lo que resulta necesario continuar investigando cómo interactúan entre sí y de qué manera influyen en el funcionamiento cognitivo y el rendimiento académico de los adolescentes.

MARCO METODOLÓGICO

Objetivos

Objetivo general:

- Analizar la relación entre el funcionamiento ejecutivo (Memoria de trabajo y control inhibitorio), el sueño y la actividad física regular en adolescentes.

Objetivos Específicos:

- Describir el funcionamiento ejecutivo (memoria de trabajo y procesos inhibitorios), la actividad física y las horas de sueño en adolescentes mendocinos.
- Comparar las funciones ejecutivas entre adolescentes que realizan y no realizan actividad física extraescolar
- Examinar la asociación entre el tiempo de práctica de actividad física, las funciones ejecutivas y el sueño.
- Analizar si la frecuencia de actividad física y el tiempo de sueño son predictores del funcionamiento ejecutivo en los adolescentes

Hipótesis

Los adolescentes que realizan actividad física regular presentan efectos positivos y significativos en funciones ejecutivas como el control inhibitorio y memoria de trabajo en comparación con aquellos que no realizan actividad física. Estos efectos podrían estar vinculados a sus horas de sueño.

Diseño

La investigación se abordó desde un enfoque cuantitativo no experimental con un diseño transversal, llevando a cabo un estudio comparativo (Basler y Medrano, 2011) con diseño no experimental y un alcance correlacional (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

Participantes:

La muestra fue no probabilística intencional dirigida (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018) y estuvo conformada 112 participantes estudiantes de nivel secundario de 1° y 2° año, con edades comprendidas entre los 13 y 15 años, de los cuales 65 se identificaron como género femenino (58.0%) 45 como género masculino (40.2%) y 2 como “Otro”(1.8%). La edad media fue de 13.4 años (DE = 0.72) para el género femenino y 13.3 años (DE = 0.47) para el masculino.

Los criterios de inclusión considerados incluyen: Adolescentes entre 13 a 15 años de edad, cursando primer y segundo año de ciclo básico de secundaria.

Los criterios de exclusión considerados incluyen: Tener historial de trastornos específicos del aprendizaje, del desarrollo, ni ninguna alteración psiquiátrica o neurológica.

Instrumentos

En primera instancia, se administró un cuestionario a través de Google Forms con el objetivo de recolectar datos como la edad, si los adolescentes realizan actividad física regular u otra actividad extracurricular, y la frecuencia con la que la practican. Esta información permitió obtener un contexto adecuado de los participantes y verificar si cumplen con los criterios de inclusión establecidos para el estudio.

En el mismo formulario se incluirá un test de autoreporte denominado **TEXI – Teenage Executive Functioning Inventory**, Cuadernos de Neuropsicología / Panamerican Journal of Neuropsychology, adaptado al español. Este instrumento tiene como objetivo evaluar las funciones ejecutivas en adolescentes. Se trata de un cuestionario de autorreporte que se responde mediante una escala tipo Likert, lo que permite valorar distintos aspectos del funcionamiento ejecutivo percibido por los propios adolescentes, es una evaluación de la memoria de trabajo y la Inhibición a través de una medida combinada de autoinforme y heteroinforme (es decir que permite ser respondido por informantes externos). El mismo, está compuesto por 20 ítems tanto en su versión de autoinforme como en su versión para informantes externos (padres y profesores). A pesar de las limitaciones y si bien futuros estudios resultan ser necesarios, la escala TEXI, podría ser una medida preliminar adecuada para la evaluación de las funciones ejecutivas durante la adolescencia, ya que cuenta con evidencias de validez basadas en la estructura interna y fiabilidad de las puntuaciones

obtenidas, por lo tanto, este estudio es un aporte para la evaluación de los mecanismos de funcionamiento ejecutivo (Mastropietro et al., 2024).

Por otro lado, se examinó el funcionamiento ejecutivo a través de dos tareas específicas por medio de la plataforma PsyToolkit (Stoet, 2010). La plataforma de software libre PsyToolkit está diseñada para implementar experimentos online con tareas utilizadas en psicometría y neuropsicología, y preparada para la recolección de datos de tiempos de respuesta de alta precisión. Incluye una librería de experimentos que abarca las tareas más comúnmente utilizadas para evaluar funciones cognitivas como las funciones ejecutivas, la memoria o la toma de decisiones. Esta plataforma ha sido ampliamente utilizada en investigaciones sobre el funcionamiento ejecutivo (véase por ejemplo: Amunts et al., 2020, Rodas et al., 2024). Aunque estas tareas no disponen de baremos normativos para la población estudiada, ello no invalida su utilización en investigación científica, dado que su propósito no es establecer diagnósticos individuales ni determinar niveles de desempeño respecto de una norma poblacional, sino obtener medidas objetivas del rendimiento cognitivo que permitan analizar relaciones entre variables o comparar grupos. En este contexto, la validez de las tareas se sustenta principalmente en la evidencia empírica acumulada sobre los paradigmas experimentales que implementan y no en la disponibilidad de datos normativos.

Para la presente investigación, se seleccionaron dos pruebas clásicas utilizadas ampliamente para estudiar el control inhibitorio y la memoria de trabajo.

- El control inhibitorio fue evaluado mediante la tarea de Simon, adaptación digital basada en el paradigma propuesto originalmente por J. R. Simon (1963). Esta prueba permite evaluar el efecto de compatibilidad estímulo-respuesta, es decir, la tendencia a responder de manera más rápida y precisa cuando existe coincidencia entre la ubicación del estímulo y la respuesta requerida.

En la tarea, los participantes visualizaron simultáneamente dos círculos en la pantalla, uno blanco y otro de color. El círculo coloreado podía presentarse en color rojo o verde. Los participantes debían responder tocando el círculo izquierdo cuando el estímulo era rojo y el círculo derecho cuando era verde, independientemente de la posición espacial en la que apareciera el estímulo.

La prueba incluye condiciones congruentes e incongruentes, permitiendo evaluar la capacidad de inhibir respuestas automáticas generadas por la ubicación espacial del

estímulo. Como indicadores de desempeño se registraron los tiempos de reacción y la precisión de las respuestas, calculándose el efecto Simon a partir de la diferencia entre las condiciones congruentes e incongruentes. El control inhibitorio fue operacionalizado como la diferencia de tiempos de respuesta entre los ensayos incongruentes y congruentes en los que el participante respondió correctamente, de manera tal que puntajes mayores reflejan un costo más alto y por lo tanto menor eficiencia en el control inhibitorio.

Un estudio reciente verificó la validez de la versión de Psytoolkit de esta tarea comparada con una implementación clásica realizada en computadora (Böffel, C. y Meinardus, 2024). Para la presente muestra de estudio, el valor del alfa del puntaje fue 0.82.

La administración de la tarea se realizó de manera digital mediante teléfonos celulares, registrándose automáticamente las respuestas en una base de datos para su posterior análisis.

- La memoria de trabajo fue evaluada mediante una tarea de retención de dígitos en orden inverso, adaptación digital basada en la versión estándar desarrollada en PsyToolkit. La prueba consistió en la presentación secuencial de series numéricas de longitud progresivamente creciente, que los participantes debían reproducir en orden inverso. La tarea comenzaba con secuencias de dos dígitos y podía incrementarse hasta un máximo de ocho. En cada nivel de dificultad se presentaban dos secuencias; cuando el participante respondía correctamente al menos una de ellas, avanzaba al siguiente nivel, incorporándose un dígito adicional. La tarea se interrumpía cuando se cometían errores en ambas secuencias de un mismo nivel. Como indicador de desempeño se consideró la cantidad total de respuestas correctas. (Jones & Macken, 2015). La implementación de la tarea fue similar a la realizada en un estudio previo sobre la función ejecutiva, también realizado en la población local (Tabullo y Puliafito-Hamman, 2024).

La administración de la prueba se realizó de manera digital a través de teléfonos celulares, con una duración de aproximadamente 15 minutos, registrándose automáticamente las respuestas en una base de datos para su posterior análisis.

La tarea de amplitud de dígitos en orden inverso es ampliamente utilizada para la evaluación de la memoria de trabajo verbal y ha demostrado adecuados niveles de validez y sensibilidad para medir este componente ejecutivo. Para la presente muestra de estudio, el valor de alfa del puntaje fue 0,81.

Procedimiento

En primer lugar, se llevó a cabo una reunión con la directora y el director de dos escuelas secundarias en junio de 2025, en la cual se les explicó en qué consiste el trabajo de integración final y se les solicitó su autorización para la participación de los estudiantes en dicha investigación. Posteriormente, en agosto de 2025 se entregó a los padres un consentimiento informado que permita la participación de los mismos y un asentimiento a los estudiantes y finalmente, en septiembre se realizó la recolección de datos.

Tras ser autorizados, se trabajó con 120 adolescentes de ciclo básico, de los cuales 8 se realizó una depuración de la base de datos aplicando los criterios de inclusión. Se les administraron las pruebas estandarizadas de manera grupal y presencial, pero cada participante lo completó desde su propio celular. La duración fue de 1 hora.

Análisis de datos

Se precedió a cargar los datos extraídos en el programa Excel (Microsoft,2016) y luego el procesamiento estadístico mediante el programa Jamovi (versión 2.6.44). Previo al análisis, se llevó a cabo una depuración de la base de datos aplicando los criterios de inclusión establecidos en la muestra.

Para caracterizar la muestra se calcularon estadísticos descriptivos, incluyendo media, mediana y desviación estándar para las variables cuantitativas y frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas. Las variables fueron analizadas de forma diferenciada según género.

La normalidad de las variables fue evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk. En función de los resultados obtenidos, se emplearon correlaciones de Spearman para el análisis de las relaciones entre variables, dado el carácter ordinal de las variables de actividad física. Si bien la prueba de Shapiro-Wilk fue originalmente diseñada para muestras pequeñas, se ha demostrado ampliamente su validez y robustez frente a tamaños muestrales más grandes

(Royston, 1982), incluyendo N similares a los de nuestra muestra de estudio (Razali et al., 2011).

Para comparar el desempeño en funciones ejecutivas entre quienes realizan y no realizan actividad física extraescolar se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes, complementada con la prueba U de Mann-Whitney para las variables que no cumplieron el supuesto de normalidad.

Para el análisis predictivo se estimaron cuatro modelos de regresión lineal múltiple jerárquica, tomando como variables dependientes las subescalas del TEXI (memoria de trabajo e inhibición) y las medidas conductuales (simonRT y Rspan). En todos los modelos se incluyeron como predictores el género, el tiempo de práctica de actividad física, los días de práctica semanal y las horas de sueño, incorporando en un segundo paso la interacción entre el tiempo de práctica y el género.

Previo a la interpretación de los resultados, se verificaron los supuestos de los modelos de regresión. La normalidad de los residuos fue evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk ($p > 0.191$ en todos los modelos), la ausencia de autocorrelación mediante la prueba de Durbin-Watson y la multicolinealidad entre predictores mediante el Factor de Inflación de la Varianza (VIF), obteniéndose valores inferiores a 5 en todos los casos, muy por debajo del umbral que indica problemas de colinealidad. Se consideraron estadísticamente significativos los resultados con un valor $p < .05$. Cabe destacar que la hipótesis de normalidad en los modelos de regresión se corroboró mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov ($p > 0.321$ en todos los modelos).

Consideraciones éticas

El consentimiento informado fue entregado en formato papel. En el mismo se detallaron los objetivos de la investigación, los instrumentos a utilizar y la duración de los mismos. Se entregó una hoja de información para los adolescentes y un asentimiento informado para los padres / tutores. (Anexo 6). Con el fin de resguardar la confidencialidad de la información, se solicitó a los participantes la creación de un código alfanumérico para su identificación. De este modo, no se registraron datos personales en las bases de datos de la investigación, en concordancia con los lineamientos éticos establecidos por organismos

nacionales e internacionales. Una vez realizada la defensa de este trabajo, se realizará una devolución oral a la institución educativa.

RESULTADOS

Primer objetivo: Describir el funcionamiento ejecutivo (memoria de trabajo y procesos inhibitorios), la actividad física y las horas de sueño en adolescentes mendocinos.

La muestra estuvo compuesta por 112 adolescentes de nivel secundario, de los cuales 65 se identificaron como género femenino (58.0%) y 45 como género masculino (40.2%). La edad media fue de 13.4 años ($DE = 0.72$) para el género femenino y 13.3 años ($DE = 0.47$) para el masculino. La Tabla 1 presenta los estadísticos descriptivos de las principales variables cuantitativas del funcionamiento ejecutivo (de desempeño cognitivo y de autorreporte), el tiempo de sueño y la frecuencia de actividad deportiva discriminadas por género. Si bien no se dispone de datos normativos locales para el cuestionario TEXI, los puntajes promedio de problemáticas en la memoria de trabajo (MT) (2.22 ± 0.72) y la inhibición (2.62 ± 0.73) estuvieron dentro un rango similar al de los publicados en un estudio que analizó las propiedades psicométricas del cuestionario en población adolescente (MT: 2.03 ± 0.76 ; Inhibición: 2.75 ± 0.76 0.85) (Thorell et al., 2020).

Tabla 1

Estadísticos descriptivos del funcionamiento ejecutivo, actividad física y sueño según género en adolescentes de nivel secundario (N = 112)

		Edad	simonRT	Rspan	texiMT	texiInhib.	hsueño	dsemana	dtiempo
Estadístico	Género								
N	Femenino	60	60	60	60	60	60	60	60
	Masculino	43	43	43	43	43	43	43	43
M	Femenino	13.4	44.3	3.81	20.2	29.1	6.78	3.00	3.31
	Masculino	13.3	42.0	3.74	19.7	28.5	7.07	3.71	3.49
Mdn	Femenino	13.0	20.4	4.00	19	29	7.00	3	3
	Masculino	13.0	16.1	4.00	20	28	7.00	4	3
DE	Femenino	0.72	193	1.71	6.28	8.34	0.92	1.81	2.17
	Masculino	0.47	168	1.27	6.86	7.88	1.24	1.55	2.04

Nota. simonRT = efecto Simon en tiempo de reacción; Rspan = dígitos en orden inverso;

texiMT = subescala de memoria de trabajo del TEXI; texiInhib. = subescala de control

inhibitorio del TEXI; hsueño = horas de sueño por noche; dsemana = días de actividad física

por por semana; dtiempo = tiempo que lleva practicando actividad física (0 = no hace, 1 =

menos de 6 meses, 2 = entre 6 meses y 1 año, 3 = entre 1 y 2 años, 4 = entre 2 y 3 años, 5 =

entre 3 y 4 años, 6 = más de 4 años). M = media; Mdn = mediana; DE = desviación estándar.

En cuanto a la práctica de actividad física extraescolar, 100 participantes (89.3%) reportaron realizarla, mientras que 12 (10.7%) indicaron no hacerlo. De los 100 que practican actividad física, 98 especificaron el tipo de actividad practicada, las cuales se describen en la Tabla 2.

Tabla 2

Frecuencias y porcentajes de los tipos de actividad física extraescolar practicada por los participantes (n = 98)

Actividad física	n	% del total
Fútbol	30	30.6%
Gimnasio	15	15.3%
Básquet	12	12.2%
Otro	18	18.4%
Danza	8	8.2%
Vóley	5	5.1%
Hockey	2	2.0%
Rugby	2	2.0%
Paddle/Pádel	2	2.0%
Atletismo	1	1.0%
Boxeo	1	1.0%
Equitación	1	1.0%
Bicicleta	1	1.0%

Nota. Los porcentajes corresponden al total de participantes que especificaron el tipo de actividad (n = 98). La categoría 'Otro' incluye actividades no especificadas.

TABLA DE FRECUENCIAS - VARIABLES CUALITATIVAS

A continuación se presentan las frecuencias de las variables cualitativas del estudio discriminadas por género (Véase tabla 3).

Tabla 3

Frecuencias y porcentajes de la práctica de actividad física extraescolar y el tiempo de práctica según género

Variable	Categoría	Femenino		Masculino	
		n	%	n	%
Realiza AF extraescolar	No	10	9.1%	2	1.8%
	Sí	55	50.0%	43	39.1%
Edad (años)	13	41	39.8%	30	29.1%
	14	11	10.7%	13	12.6%
	15	8	7.8%	0	0.0%
Tiempo de práctica de AF	No realiza AF	10	9.1%	2	1.8%
	Menos de 6 meses	6	5.5%	7	6.4%
	Entre 6 meses y 1 año	10	9.1%	8	7.3%
	Entre 1 y 2 años	7	6.4%	8	7.3%
	Entre 2 y 3 años	8	7.3%	5	4.5%
	Entre 3 y 4 años	8	7.3%	0	0.0%
	Más de 4 años	16	14.5%	15	13.6%

Nota. Los porcentajes corresponden al total de la muestra (N = 110). AF = actividad física. El tiempo de práctica de AF refiere al período acumulado desde el inicio de la práctica regular

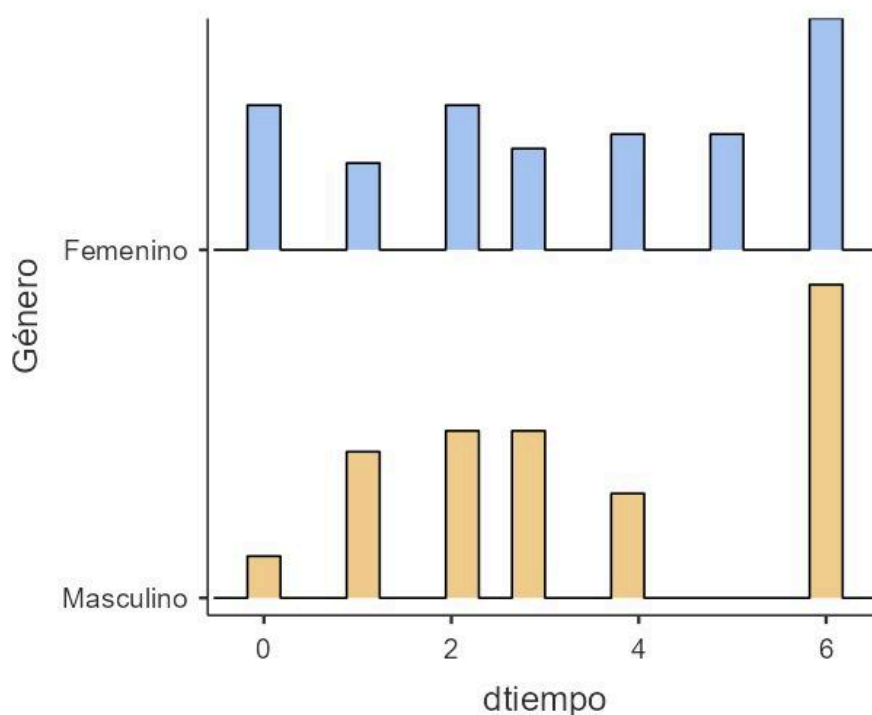


Figura 1. Distribución del tiempo de práctica de actividad física según género.

Segundo objetivo: Comparar las funciones ejecutivas entre adolescentes que realizan y no realizan actividad física extraescolar.

Se realizó una prueba t de Student para muestras independientes a fin de evaluar si existían diferencias en las medidas de funciones ejecutivas entre quienes realizan y no realizan actividad física extraescolar. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables evaluadas: simonRT ($t(104) = 0.150$, $p = .881$), Rspan ($t(104) = -1.073$, $p = .286$), texiMT ($t(108) = 1.136$, $p = .258$) y texiInhibición ($t(108) = 1.125$, $p = .263$). El análisis con una prueba no paramétrica para comparación de muestras independientes (U de Mann-Whitney) arrojó resultados similares (Véase tabla 4).

Tabla 4

Comparación del funcionamiento ejecutivo entre adolescentes que realizan y no realizan actividad física extraescolar: prueba t de Student y U de Mann-Whitney (N = 112)

		Statistic	df	p
	Mann-Whitney U	477		0.370
simonRT	Student's t	0.150	104	0.881
	Mann-Whitney U	514		0.622
Rspan	Student's t	-1.073	104	0.286
	Mann-Whitney U	564		1.000
texiMT	Student's t	1.136	108	0.258
	Mann-Whitney U	507		0.437
texiInhibicion	Student's t	1.125	108	0.263
	Mann-Whitney U	504		0.420

Tercer objetivo: Examinar la asociación entre el tiempo de práctica de actividad física, las funciones ejecutivas y el sueño.

Se calcularon correlaciones de Spearman entre el tiempo que llevan practicando actividad física (dtiempo) y las medidas de funciones ejecutivas. Se utilizó el coeficiente de Spearman dado el carácter ordinal de la variable de actividad física. Los resultados se presentan en la Tabla 5.

No se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre el tiempo de práctica de AF y ninguna de las medidas de funciones ejecutivas. Sí se hallaron asociaciones significativas entre las variables de funciones ejecutivas: la subescala de inhibición del TEXI correlacionó positivamente con la subescala de memoria de trabajo del mismo instrumento ($p = .725$, $p < .001$), resultado esperable dada su pertenencia al mismo cuestionario. Asimismo,

se encontraron correlaciones negativas y significativas entre las horas de sueño y ambas subescalas del TEXI: *texiMT* ($\rho = -.256$, $p = .007$) y *texiInhibición* ($\rho = -.275$, $p = .004$), indicando que más horas de sueño se asocian con menos dificultades ejecutivas autorreportadas. Estas correlaciones indican que el instrumento autorreportado presenta una consistencia interna adecuada.

Tabla 5

Matriz de correlaciones de Spearman entre funciones ejecutivas, el sueño y tiempo de práctica de actividad física

Variable	<i>simonRT</i>	<i>Rspan</i>	<i>hsueño</i>	<i>texiMT</i>	<i>texiInhib.</i>	<i>dtiempo</i>
<i>simonRT</i>	—					
<i>Rspan</i>	.073	—				
<i>hsueño</i>	.083	-.124	—			
<i>texiMT</i>	-.041	-.001	-.256**	—		
<i>texiInhib.</i>	.021	.048	-.275**	.725***	—	
<i>dtiempo</i>	.110	-.116	-.041	-.132	-.178	—

Nota. *simonRT* = efecto Simon en tiempo de reacción; *Rspan* = dígitos en orden inverso; *hsueño* = horas de sueño por noche; *texiMT* = subescala de memoria de trabajo del TEXI; *texiInhib.* = subescala de inhibición del TEXI; *dtiempo* = tiempo de práctica de actividad física (0 = no hace, 1 = menos de 6 meses, 2 = entre 6 meses y 1 año, 3 = entre 1 y 2 años, 4 = entre 2 y 3 años, 5 = entre 3 y 4 años, 6 = más de 4 años). ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Cuarto objetivo: Analizar si la frecuencia de actividad física y el tiempo de sueño son predictores del funcionamiento ejecutivo en los adolescentes.

Se realizaron cuatro análisis de regresión lineal múltiple jerárquica para evaluar en qué medida el tiempo de práctica de actividad física, el género y las horas de sueño predicen las funciones ejecutivas. Las variables dependientes fueron las dos medidas autorreportadas (texiInhibición y texiMT) y las dos medidas conductuales (simonRT y Rspan). Los modelos de las medidas conductuales no resultaron significativos en ninguno de sus pasos (simonRT: todos los $p > .05$, R^2 ajustado negativo; Rspan: todos los $p > .05$, R^2 ajustado negativo), lo que indica que las variables de actividad física, género y sueño no predicen el rendimiento en las tareas cognitivas conductuales.

En cambio, para las medidas autorreportadas sí se hallaron modelos significativos. Para la subescala de inhibición del TEXI, el Modelo 2 resultó significativo ($F(5, 97) = 3.27$, $p = .009$, $R^2 = .144$) y mejoró el ajuste respecto al Modelo 1 ($\Delta R^2 = .036$, $F(1, 97) = 4.09$, $p = .046$) (Véanse tabla 6 y 7). Como se observa en la Tabla 8, las horas de sueño resultaron un predictor negativo y significativo ($\beta = -.279$, $p = .004$): más horas de sueño se asocian con menos dificultades de inhibición autorreportadas. La interacción $\text{dtiempo} \times \text{Género}$ también fue significativa ($\beta = -.396$, $p = .046$), indicando que el tiempo de práctica de actividad física predice una reducción en las dificultades de inhibición autorreportadas únicamente en el género masculino, mientras que en el género femenino esta relación no se observa.

Tabla 6

Medidas de ajuste de los modelos de regresión para texiInhibición

Modelo	R	R²	R² aj.	F	df1	df2	p
1	.329	.108	.072	2.97	4	98	.023
2	.380	.144	.100	3.27	5	97	.009
3	.385	.148	.095	2.78	6	96	.016

Nota. R² aj. = R² ajustado.

Tabla 7

Comparación de modelos de regresión para texiInhibición

Modelo	Modelo	ΔR^2	F	df1	df2	p
1	- 2	.036	4.086	1	97	.046
2	- 3	.004	.427	1	96	.515

Nota. ΔR^2 = cambio en R² al agregar predictores al modelo anterior.

Tabla 8

Coeficientes de regresión del Modelo 2 para el control inhibitorio autorreportado (texiInhibición): actividad física, sueño y género como predictores

Predictor	B	SE	t	p	β estand.
Intercepto	44.82	5.50	8.15	< .001	
Género (Masc. – Fem.)	5.60	3.14	1.78	.078	.042
Días por semana (dsemana)	-0.25	0.56	-0.44	.658	-.052
Tiempo de práctica (dtiempo)	-0.07	0.56	-0.12	.902	-.018
Horas de sueño (hsueño)	-2.17	0.74	-2.94	.004	-.279
dtiempo $\times$ Género (Masc.)	-1.56	0.77	-2.02	.046	-.396

Nota. $R^2 = .144$. La categoría de referencia para Género es Femenino. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Resultados similares se obtuvieron para la subescala de memoria de trabajo del TEXI. El Modelo 2 fue significativo ($F(5, 97) = 3.35$, $p = .008$, $R^2 = .147$) y mejoró el ajuste respecto al Modelo 1 ($\Delta R^2 = .049$, $F(1, 97) = 5.56$, $p = .020$) (Véanse tabla 9 y 10). Los predictores significativos fueron el género masculino ($\beta = .170$, $p = .018$), las horas de sueño ($\beta = -.271$, $p = .005$) y la interacción $\text{dtiempo} \times \text{Género}$ ($\beta = -.461$, $p = .020$) (Véase tabla 11). A mayor tiempo de práctica de actividad física, los varones reportan menos dificultades de memoria de trabajo, mientras que en las mujeres esta relación no resultó significativa (Tabla 11). Estos resultados se ilustran en la Figura 2, que muestra las medias marginales estimadas en función del tiempo de práctica de AF según género.

Tabla 9

Índices de ajuste de los modelos de regresión lineal múltiple jerárquica para la memoria de trabajo autorreportada

Modelo	R	R ²	R ² aj.	F	df1	df2	p
1	.314	.098	.062	2.68	4	98	.036
2	.384	.147	.103	3.35	5	97	.008
3	.384	.147	.094	2.77	6	96	.016

Nota. R^2 aj. = R^2 ajustado.

Tabla 10

Comparación del cambio en R^2 entre modelos de regresión para la memoria de trabajo autorreportada

Modelo	Modelo	ΔR^2	F	df1	df2	p
1	- 2	.049	5.556	1	97	.020
2	- 3	.000	.017	1	96	.898

Nota. ΔR^2 = cambio en R^2 al agregar predictores al modelo anterior.

Tabla 11

Coefficientes de regresión del Modelo 2 para la memoria de trabajo autorreportada (texiMT): actividad física, sueño y género como predictores

Predictor	B	SE	t	p	β estand.
Intercepto	31.85	4.28	7.44	< .001	
Género (Masc. – Fem.)	5.87	2.44	2.40	.018	.170
Días por semana (dsemana)	-0.54	0.43	-1.25	.215	-.146
Tiempo de práctica (dtiempo)	0.26	0.44	0.59	.555	.084
Horas de sueño (hsueño)	-1.65	0.58	-2.86	.005	-.271
dtiempo $\times$ Género (Masc.)	-1.42	0.60	-2.36	.020	-.461

Nota. $R^2 = .147$. La categoría de referencia para Género es Femenino. * $p < .05$, ** $p < .01$,

*** $p < .001$.

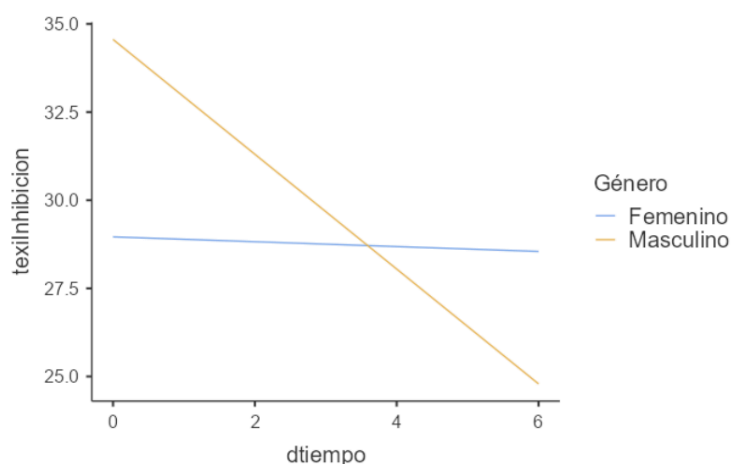


Figura 2: Medias estimadas de texiInhibición en función de dtiempo × Género.

Los supuestos de regresión fueron verificados mediante la prueba de Shapiro-Wilk para normalidad de residuos ($W = .983$, $p = .221$), la prueba de Durbin-Watson para autocorrelación ($DW = 1.78$, $p = .262$) y estadísticos de colinealidad (todos los $VIF < 5$), confirmando el cumplimiento de los supuestos para los modelos significativos (Véase tabla 12).

Tabla 12

Verificación de supuestos del Modelo 2 de regresión para el control inhibitorio autorreportado

Supuesto	Prueba	Estadístico	p
Normalidad de residuos	Shapiro-Wilk	$W = .983$	.221
Ausencia de autocorrelación	Durbin-Watson	$DW = 1.78$	.278
Multicolinealidad	VIF máximo	4.51	—

Nota. VIF = Factor de Inflación de la Varianza. Valores de $VIF < 5$ indican ausencia de multicolinealidad. Para Durbin-Watson, valores cercanos a 2 indican ausencia de autocorrelación. $p > .05$ en Shapiro-Wilk indica normalidad de residuos.

DISCUSIÓN

El estudio tuvo como objetivo general analizar la relación entre la actividad física, el sueño y las funciones ejecutivas en adolescentes escolarizados. Específicamente, se evaluaron distintos componentes ejecutivos, tanto mediante tareas conductuales como a través de un cuestionario de autorreporte, considerando además variables vinculadas a la práctica de actividad física extraescolar y a las horas de sueño. Los resultados obtenidos permiten realizar varias consideraciones con respecto al funcionamiento ejecutivo en la adolescencia y los posibles factores asociados.

Los resultados obtenidos fueron consecuentes con la asociación previamente observada entre las funciones ejecutivas y la actividad física (Wang et al., 2023; Lutz Ludyga et al., 2024; H. Erwin et al., 2024; Zhang et al., 2026; Liu et al., 2025; Guzmán et al., 2025; Adele Diamond, 2013; Li et al., 2024). Además, la variable que se observó con gran relevancia es el sueño y su asociación con las funciones ejecutivas y la actividad física como en la investigación llevada a cabo por Belluardo et al., (2025) en el cual se analiza cómo los hábitos de vida saludables, especialmente la calidad del sueño y la práctica de actividad física, constituyen factores modificables de gran relevancia para el desarrollo de las funciones ejecutivas y el desempeño académico, sobre todo procesos cognitivos como el control inhibitorio, la memoria de trabajo y el funcionamiento cognitivo general.

Los primeros objetivos específicos apuntaban a describir las funciones ejecutivas, los distintos tipos de actividad física y las características generales de la muestra. Los resultados descriptivos indicaron que la mayoría de los adolescentes realizaba actividad física extraescolar (89.3%), siendo el fútbol, el gimnasio y el básquet las actividades más frecuentes. Además, gran parte de los participantes llevaba más de un año realizando actividad física regular, lo cual evidencia una elevada participación deportiva en la muestra estudiada.

En términos generales, los resultados mostraron que no se encontraron asociaciones significativas entre la práctica de actividad física y las medidas conductuales de funciones ejecutivas evaluadas mediante las pruebas cognitivas. Sin embargo, sí se observaron relaciones significativas entre las horas de sueño y las dificultades ejecutivas autorreportadas por medio del cuestionario, así como efectos diferenciales de la actividad física según el género en las medidas de memoria de trabajo y control inhibitorio. Estos resultados aportan evidencia parcial con respecto a la relación entre actividad física y funciones ejecutivas en adolescentes, sugiriendo que dicha asociación podría ser más compleja y depender de otras

variables moderadoras como el género, el tipo de medición utilizada y otros factores contextuales.

Contribución de la actividad física a las funciones ejecutivas

Los resultados obtenidos mostraron que el tiempo de práctica de actividad física no se asoció significativamente con las medidas conductuales de funciones ejecutivas, como el rendimiento en la tarea Simon o el Span de dígitos. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre adolescentes que realizaban y no realizaban actividad física extraescolar. Estos hallazgos contrastan con investigaciones previas que han encontrado asociaciones positivas entre actividad física y funcionamiento ejecutivo en población adolescente (Ludyga et al., 2018; de Greeff et al., 2018; Liu et al., 2025).

Por otro lado, existen explicaciones posibles para estos hallazgos. En primer lugar, es importante considerar que la muestra presentó una proporción muy elevada de adolescentes que realizaban actividad, mientras que el grupo sedentario fue considerablemente reducido (solo 12 participantes). Esta distribución desigual podría haber disminuido la potencia de la estadística necesaria para poder observar diferencias significativas entre grupos. Además, la presencia o ausencia de actividad física podría no ser suficiente para explicar variaciones en las funciones ejecutivas, siendo necesario considerar variables más específicas como la intensidad, frecuencia, duración o complejidad cognitiva del ejercicio realizado (Pindus et al, 2015).

Diversos autores sostienen que no todas las formas de actividad física producen el mismo impacto sobre el funcionamiento ejecutivo. Es por eso que, las actividades que implican demandas cognitivas elevadas, toma de decisiones rápidas, adaptación constante y control atencional parecen generar mayores beneficios sobre procesos ejecutivos como la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio (Best, 2010; Diamond y Ling, 2020). Esto podría explicar por qué en el presente estudio no se observaron diferencias claras entre quienes realizaban o no actividad física, dado que no se distinguió específicamente entre actividades abiertas y cerradas ni entre diferentes niveles de exigencia cognitiva.

Sin embargo, sí se observaron relaciones significativas en los cuestionarios de autoreporte de funciones ejecutivas, particularmente en interacción con el género. En los modelos de regresión, el tiempo de práctica de actividad física se asoció con menores

dificultades de inhibición y memoria de trabajo únicamente en los adolescentes de género masculino. Esto sugiere que el impacto de la actividad física sobre las funciones ejecutivas podría no ser homogéneo y depender de variables moderadoras, como el género o las características cualitativas de las actividades realizadas.

Estos hallazgos son consistentes con investigaciones recientes que sostienen que no toda actividad física produce los mismos efectos cognitivos. Diversos autores plantean que las actividades físicamente demandantes pero también cognitivamente complejas generan mayores beneficios sobre las funciones ejecutivas (Diamond y Ling, 2020; Best, 2010; Mao et al., 2024). En este sentido, deportes abiertos y dinámicos y en grupo como fútbol o básquet, que fueron frecuentes en la muestra requieren monitoreo constante del entorno, toma rápida de decisiones, regulación atencional y adaptación continua a situaciones cambiantes, procesos estrechamente vinculados con el control inhibitorio y la memoria de trabajo (Zhang et al., 2026).

Además, los resultados podrían interpretarse desde una perspectiva neurobiológica. La evidencia actual señala que la actividad física favorece cambios estructurales y funcionales en regiones cerebrales asociadas con las funciones ejecutivas, particularmente la corteza prefrontal (Hasan et al., 2020). El ejercicio incrementa la liberación de factores neurotróficos como el BDNF, mejora la oxigenación cerebral y favorece la plasticidad sináptica (De Sousa Fernandes et al., 2020; Sanaeifar et al., 2024). Estos mecanismos podrían contribuir a explicar por qué una práctica sostenida de actividad física se asocia con un mejor funcionamiento ejecutivo percibido por los adolescentes.

No obstante, el hecho de que estas relaciones aparecen únicamente en el cuestionario de autorreporte (TEXI) y no en las pruebas cognitivas (tarea de Simon y Span de dígitos) sugiere que ambos tipos de evaluación podrían estar captando aspectos diferentes de las funciones ejecutivas. Estudios previos han señalado que las pruebas neuropsicológicas de laboratorio y los cuestionarios ecológicos suelen presentar correlaciones bajas entre sí, debido a que las primeras evalúan el rendimiento en contextos altamente estructurados, mientras que los autorreportes reflejan el funcionamiento cotidiano del individuo (Toplak et al., 2013). En consecuencia, es posible que la actividad física tenga una mayor influencia sobre la percepción subjetiva de las capacidades ejecutivas en la vida diaria que sobre el rendimiento en tareas específicas de laboratorio, especialmente si las pruebas fueron administradas en un contexto escolar.

Otro aspecto relevante es que el tiempo de práctica de actividad física no presentó efectos directos significativos en los modelos de regresión, sino únicamente en interacción

con el género masculino. Esto podría relacionarse con diferencias en el tipo, intensidad o frecuencia de actividad física practicada entre varones y mujeres. En la presente muestra, actividades como fútbol y básquet tuvieron mayor representación masculina, mientras que las mujeres presentaron una distribución más heterogénea de actividades. Investigaciones recientes sostienen que deportes colectivos y de habilidades abiertas tienden a generar mayores demandas ejecutivas que actividades más repetitivas o de habilidades cerradas (Zhang et al., 2026).

Contribución del sueño a las funciones ejecutivas

Uno de los hallazgos más consistentes del estudio fue la relación entre las horas de sueño y el TEXTI. Las correlaciones mostraron que dormir más horas se asociaba con menores dificultades de memoria de trabajo e inhibición, y estos resultados también se mantuvieron en los análisis de regresión.

Esto coincide con la evidencia previa que señala que el sueño desempeña un papel fundamental en el funcionamiento cognitivo durante la adolescencia (Tarokh et al., 2016; Mason et al., 2021). Diversos estudios han demostrado que la privación o reducción del sueño afecta particularmente procesos vinculados al control ejecutivo, como la atención sostenida, la inhibición de respuestas automáticas y la memoria de trabajo (D'Angiulli et al., 2023).

Desde una perspectiva neurobiológica, el sueño cumple funciones esenciales en la restauración cerebral, la consolidación mnésica y la regulación de redes neuronales prefrontales, durante la adolescencia, además, se producen cambios importantes en el ritmo circadiano y en la arquitectura del sueño, favoreciendo horarios de descanso más tardíos y una reducción progresiva del tiempo total de sueño (Tarokh et al., 2016). Esto es relevante dado que la corteza prefrontal, región estrechamente asociada con las funciones ejecutivas, continúa su desarrollo durante esta etapa evolutiva.

Los resultados del presente estudio apoyan la idea de que dormir más horas podría actuar como un factor protector del funcionamiento ejecutivo cotidiano. En particular, los adolescentes que reportaron mayores horas de sueño percibían menos dificultades para controlar impulsos, organizar información y sostener procesos de memoria de trabajo. Investigaciones previas también encontraron que el sueño insuficiente se relaciona con mayor impulsividad, peor regulación emocional y dificultades atencionales en adolescentes (Lo et al., 2016; Okano et al., 2019).

Sin embargo, nuevamente, estas asociaciones aparecieron únicamente en TEXI y no en las pruebas cognitivas. Una posible explicación es que los efectos del sueño sobre las funciones ejecutivas podrían manifestarse con mayor claridad en situaciones cotidianas que en tareas breves y muy estructuradas de laboratorio.

Diferencias entre las pruebas cognitivas y el cuestionario de autoreporte de funciones ejecutivas (TEXI)

Mientras que las tareas cognitivas no evidenciaron asociaciones significativas con actividad física ni sueño, el TEXI sí mostró relaciones relevantes.

Este hallazgo coincide con investigaciones que plantean que las funciones ejecutivas constituyen un constructo multidimensional y que diferentes métodos de evaluación captan componentes distintos del funcionamiento ejecutivo (Toplak et al., 2013). Las tareas neuropsicológicas suelen medir procesos cognitivos específicos bajo condiciones controladas, mientras que los cuestionarios reflejan dificultades ejecutivas en contextos reales de la vida cotidiana.

En este sentido, podría interpretarse que variables como la actividad física y el sueño tienen un impacto más visible en el desempeño cotidiano percibido por los adolescentes mismos que en pruebas breves de laboratorio. Además, la tarea de Simon y el Span de dígitos podrían no haber sido lo suficientemente sensibles para detectar diferencias sutiles en población no clínica.

Diferencias de género en la relación entre actividad física y funciones ejecutivas

Los resultados indicaron que el género actuó como una variable moderadora en la relación entre actividad física y funciones ejecutivas. Específicamente, los adolescentes varones mostraron menores dificultades de memoria de trabajo e inhibición a medida que aumentaba el tiempo de práctica de actividad física, efecto que no se observó en las mujeres.

La literatura previa sobre diferencias de género en funciones ejecutivas y actividad física presenta resultados heterogéneos. Algunos estudios reportan mayores beneficios cognitivos de la actividad física en varones, mientras que otros no encuentran diferencias significativas o incluso hayan ventajas en mujeres (Ludyga et al., 2018). Estas discrepancias

podrían deberse a factores metodológicos, características de las muestras o diferencias en los tipos de actividades practicadas.

Por otro lado, los resultados obtenidos podrían interpretarse considerando los procesos de maduración neurobiológica propios de la adolescencia. Diversos autores sostienen que durante esta etapa se producen importantes cambios estructurales y funcionales en la corteza prefrontal, región estrechamente vinculada con las funciones ejecutivas, particularmente el control inhibitorio y la memoria de trabajo (Blakemore et al., 2006). Por lo que, L. D. Selemon (2013) señala que la adolescencia se caracteriza por un proceso de maduración de la corteza prefrontal acompañado por fenómenos de poda sináptica y plasticidad neuronal, los cuales contribuyen al desarrollo progresivo de las funciones ejecutivas.

Por lo que, la literatura destaca que las hormonas puberales, especialmente la testosterona, podrían desempeñar un papel relevante en dichos procesos de reorganización cerebral. En la misma línea, Dahl (2004) sostiene que las hormonas gonadales participan activamente en los cambios neurobiológicos característicos de la adolescencia, etapa en la cual aún continúan madurando los sistemas cerebrales relacionados con la regulación conductual y cognitiva.

En conjunto, estos aspectos permiten considerar que las diferencias observadas en el rendimiento cognitivo adolescente no dependería únicamente de factores ambientales o educativos, sino también de procesos neuroendocrinos y madurativos propios de esta etapa evolutiva. Existe evidencia de que el desarrollo de la corteza prefrontal (alcance más temprano del pico de volumen de sustancia gris y posteriores procesos de poda sináptica) es más temprano en las niñas que en los varones, lo cual podría generar una ventana de plasticidad más prolongada durante la adolescencia para el efecto de la actividad física. Por otro lado se observa un máximo de la influencia de la testosterona en los procesos de mielinización, poda sináptica y actividad dopaminérgica durante la adolescencia (Pepper et al., 2020).. Si bien estos mecanismos neurobiológicos podrían estar vinculados a las diferencias observadas en los efectos cognitivos, es importante aclarar que esta interpretación es especulativa y no está fundamentada en la observación directa de la muestra observada.

Además, en el presente estudio, los varones participaron con mayor frecuencia en deportes colectivos y dinámicos como fútbol y básquet, actividades que implican demandas cognitivas constantes relacionadas con la toma de decisiones, la anticipación y el control inhibitorio. Esto podría explicar parcialmente por qué la relación entre actividad física y funciones ejecutivas fue más evidente en este grupo.

No obstante, estos resultados deben interpretarse con mucha precaución y requieren futuras investigaciones que profundicen en las diferencias de género considerando variables como intensidad, frecuencia y tipo de ejercicio físico.

Limitaciones y futuras líneas de investigación

Entre las principales limitaciones de esta investigación se encuentra el tamaño muestral y la distribución desigual según el género, lo cual podría haber reducido la potencia estadística de algunos análisis. Por otro lado, la mayoría de los participantes realizaba actividad física, lo que generó poca variabilidad entre grupos, si bien se analizaron interacciones entre género y actividad física, no fue posible realizar comparaciones más específicas entre subgrupos, por ejemplo, varones que realizaban actividad física versus varones que no realizaban, o mujeres que realizaban actividad física versus mujeres que no realizaban, debido a la insuficiente cantidad de participantes en cada combinación. La subdivisión de la muestra hubiera generado grupos con un número reducido de casos, afectando la confiabilidad de los análisis estadísticos. Además, tampoco fue posible analizar diferencias según el tipo específico de deporte practicado, ya que ciertas actividades presentaban muy pocos participantes, por ejemplo 30 estudiantes practican fútbol como deporte y 8 danza. Futuras investigaciones con muestras más amplias podrían examinar de manera más precisa el posible efecto diferencial de distintos deportes y modalidades de actividad física sobre las funciones ejecutivas.

A su vez, el diseño transversal del estudio no permite establecer relaciones causa-efecto entre la actividad física y las funciones ejecutivas. Para determinar si la práctica de actividad física produce cambios en el funcionamiento ejecutivo, serían necesarios diseños longitudinales o experimentales con mediciones repetidas a lo largo del tiempo (de Greeff et al., 2018).

Otra limitación importante es que no se evaluó la intensidad ni las características cognitivas específicas de las actividades físicas practicadas. Investigaciones recientes sugieren que actividades cognitivamente demandantes producen mayores beneficios ejecutivos que ejercicios puramente aeróbicos o repetitivos (Diamond, 2015; Diamond y Ling, 2020). Por otro lado, la evidencia empírica ha establecido que las intervenciones de actividad física cognitivamente estimulantes, que combinan el esfuerzo físico con desafíos cognitivos, pueden ser positivas para mejorar las funciones ejecutivas en adolescentes (Best

et al., 2011). Por esta razón, futuras investigaciones deberían considerar variables cualitativas del ejercicio físico, además de su frecuencia y duración.

Además, se observaron diferencias entre las pruebas cognitivas y el TEXI. Mientras que las tareas neuropsicológicas evalúan el rendimiento cognitivo en un momento específico y bajo condiciones muy controladas, en este estudio fueron administradas de forma grupal a través del celular, en un aula de la institución educativa donde suele ser difícil mantener la concentración. Esto podría haber introducido variabilidad en los resultados debido a diferencias en el nivel de atención, motivación y familiaridad con el dispositivo durante la evaluación. Investigaciones previas han señalado que las condiciones de administración grupal pueden afectar el rendimiento en tareas cognitivas, especialmente en adolescentes (Mastropietro et al., 2024).

Por otro lado, el cuestionario TEXI posee una mayor validez ecológica, ya que refleja dificultades cognitivas en un contexto cotidiano y abarca un conjunto más amplio de situaciones de la vida diaria. Diversos autores sostienen que los cuestionarios de autoreporte presentan un mayor poder predictivo respecto al desempeño diario, por lo que futuras investigaciones podrían complementar ambas metodologías incorporando evaluaciones más extensas y contextuales del funcionamiento ejecutivo.

En este sentido, futuras investigaciones podrían beneficiarse de una administración individual o en condiciones más controladas. Además, se recomienda para futuros estudios realizar las evaluaciones en un medio controlado, en silencio y de manera individual.

También sería relevante incorporar medidas objetivas del sueño, como registros fisiológicos, ya que el presente estudio utilizó únicamente medidas de autorreporte.

Finalmente, aunque las horas de sueño emergieron como un predictor significativo de las funciones ejecutivas autorreportadas, esta variable también fue evaluada de forma muy acotada. Futuras investigaciones deberían incorporar medidas más precisas de la calidad, como registros fisiológicos y arquitectura del sueño, para examinar con mayor profundidad la interacción entre el sueño, la actividad física y las funciones ejecutivas en adolescentes (Tarokh et al., 2016; Belluardo et al., 2025). Por último, futuras investigaciones podrían incluir otras funciones ejecutivas relevantes, como flexibilidad cognitiva, planificación o toma de decisiones.

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió analizar la relación entre la actividad física, el sueño y las funciones ejecutivas en adolescentes escolarizados, focalizando en el control inhibitorio y la memoria de trabajo. Los análisis de regresión sobre la evaluación llevada a cabo por el cuestionario de autorreporte revelaron resultados relevantes, las horas de sueño emergieron como el predictor de gran importancia para las funciones ejecutivas evaluadas, de modo que dormir más horas se asoció con menos dificultades percibidas tanto en el control inhibitorio como en la memoria de trabajo en la vida cotidiana. Este resultado es consistente con la evidencia disponible que señala al sueño como un factor protector del funcionamiento cognitivo durante la adolescencia (Tarokh et al., 2016; Mason et al., 2021). Durante esta etapa, los cambios en el ritmo circadiano tienden a retrasar el horario de sueño mientras que los horarios escolares imponen un despertar temprano, generando una reducción del tiempo de descanso que impacta sobre regiones prefrontales aún en desarrollo.

En este sentido, Belluardo et al. (2025) destacan que la duración del sueño constituye un factor de gran relevancia para el desarrollo de las funciones ejecutivas y el desempeño académico en estudiantes, subrayando la importancia de considerarlo en el diseño de intervenciones orientadas a promover hábitos saludables. Por otro lado, se encontró una interacción significativa entre el tiempo de práctica de actividad física y el género, observándose que una mayor trayectoria de práctica se asoció con menores dificultades ejecutivas autorreportadas únicamente en los adolescentes de género masculino, lo que sugiere que el impacto de la actividad física sobre las funciones ejecutivas no es homogéneo sino que depende de variables moderadoras como el género y las características cualitativas del ejercicio practicado.

Este resultado podría vincularse con diferencias en el tipo de actividades practicadas por cada género, dado que en la presente muestra los varones participaron con mayor frecuencia en deportes colectivos y dinámicos como el fútbol y el básquet, los cuales implican una mayor demanda cognitiva asociada a la toma de decisiones, la anticipación y el control inhibitorio (Zhang et al., 2026). Desde una perspectiva neurobiológica, Dahl (2004) y Selemon (2013) sostienen que durante la adolescencia las hormonas gonadales participan activamente en los procesos de reorganización cerebral y maduración de la corteza prefrontal, lo que también podría contribuir a explicar las diferencias observadas entre géneros.

Según la literatura estudiada, estos resultados refuerzan la idea de que estudiar las funciones ejecutivas requiere considerar múltiples factores, tanto contextuales como individuales, y que las pruebas cognitivas y los instrumentos ecológicos captan dimensiones distintas del funcionamiento ejecutivo cotidiano (Toplak et al., 2013). Desde una perspectiva más práctica, la relevancia del sueño como predictor tiene implicancias concretas para el ámbito educativo, como promover hábitos de descanso adecuados en la escuela secundaria podría constituir una intervención accesible y de alto impacto sobre el desarrollo ejecutivo de los adolescentes. Considerando que las funciones ejecutivas son fundamentales para la autorregulación, el aprendizaje y la salud mental durante esta etapa (Ramos-Galarza et al., 2020; Ajilchi y Nejati, 2017), invertir en su promoción desde el ámbito escolar representa tanto una decisión pedagógica como una política de salud pública.

En síntesis, a través de este estudio se pudo indagar en la relación entre la actividad física, el sueño y las funciones ejecutivas en adolescentes, evidenciando que dicha relación es compleja y depende de variables moderadoras como el género y el tipo de medición utilizado. Considerando que las funciones ejecutivas se asocian con el rendimiento académico, la autorregulación y la salud mental durante la adolescencia (Ramos Galarza et al., 2020; Ajilchi y Nejati, 2017), los hallazgos de este estudio aportan evidencia relevante para el diseño de estrategias de promoción de hábitos saludables en instituciones educativas. Futuras investigaciones podrían beneficiarse de incorporar muestras más amplias y equilibradas por género, medidas objetivas del sueño y una caracterización más detallada del tipo e intensidad de la actividad física practicada, con el fin de obtener resultados de mayor alcance sobre esta relación durante la adolescencia.

REFERENCIAS

- Acerbi, A., McNamara, P., & Nunn, C. L. (2008). To sleep or not to sleep: The ecology of sleep in artificial organisms. *BMC Ecology*, 8(1), Article 10. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-8-10>
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Jr., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C., & Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of physical activities: A second update of codes and MET values. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(8), 1575–1581. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12>
- Ajlchi, B., & Nejati, V. (2017). Executive functions in students with depression, anxiety, and stress symptoms. *Basic and Clinical Neuroscience*, 8(3), 223–232. <https://doi.org/10.18869/nirp.bcn.8.3.223>
- Al Salmani, A. A., Al Shidhani, A., Al Qassabi, S. S., Al Yaaribi, S. A., & Al Musharfi, A. M. (2020). Prevalence of sleep disorders among university students and their impact on academic performance. *International Journal of Adolescence and Youth*, 25(1), 974–981. <https://doi.org/10.1080/02673843.2020.1815550>
- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (9th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Amunts, J., Camilleri, J.A., Eickhoff, S.B. et al. Executive functions predict verbal fluency scores in healthy participants. *Scientific Reports* 10, 11141 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65525-9>
- Anderson, M. C., & Levy, B. J. (2009). Suppressing unwanted memories. *Current Directions in Psychological Science*, 18(4), 189–194. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01634.x>
- Andrades-Suárez, K., Faúndez-Casanova, C., Carreño-Cariceo, J., López-Tapia, M., Sobarzo-Espinoza, F., Valderrama-Ponce, C., Villar-Cavieres, N., Castillo-Retamal, F., & Westphal, G. (2022). Relación entre actividad física, rendimiento académico y funciones ejecutivas en adolescentes: Una revisión sistemática. *Ciencias de la Actividad Física*, 23(2), 1–17. <https://doi.org/10.29035/rcaf.23.2.10>
- Antonioni, A., Raho, E. M., Sensi, M., Di Lorenzo, F., Fadiga, L., & Koch, G. (2024). A new perspective on positive symptoms: Brain damage expression or brain self-defense mechanism? *Neurological Sciences*, 45, 2347–2351. <https://doi.org/10.1007/s10072-023-07280-7>
- Asanowicz, D., Panek, B., & Kotlewska, I. (2021). Selection for action: The medial frontal cortex is an executive hub for stimulus and response selection. *Journal of*

- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485–493. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485>
- Bailey, A. P., Hetrick, S. E., Rosenbaum, S., Purcell, R., & Parker, A. G. (2018). Treating depression with physical activity in adolescents and young adults: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Psychological Medicine*, 48(7), 1068–1083. <https://doi.org/10.1017/S0033291717002653>
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10(3), 295–307. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.295>
- Belluardo, G., Meneo, D., Cerolini, S., Baglioni, C., & De Bartolo, P. (2025). Sleep, physical activity, and executive functions in students: A narrative review. *Clocks & Sleep*, 7(3), Article 47. <https://doi.org/10.3390/clockssleep7030047>
- Berger, P., Friederici, A. D., & Grosse Wiesmann, C. (2022). Maturation indices of the cognitive control network are associated with inhibitory control in early childhood. *The Journal of Neuroscience*, 42(32), 6258–6266. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2235-21.2022>
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331–351. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.08.001>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327–336. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Blair, C. (2016). Executive function and early childhood education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.05.009>
- Blakemore, S.-J., & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3–4), 296–312. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x>
- Böffel, C., & Meinardus, R. A. (2024). Behavioral experiments online? A conceptual replication of the Avatar-Simon effect with PsyToolkit. *Experimental Psychology*, 71(3), 176–186. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000624>

- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: A reappraisal. *Journal of Sleep Research*, 25(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/jsr.12371>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Buss, A. T., & Spencer, J. P. (2018). Changes in frontal and posterior cortical activity underlie the early emergence of executive function. *Developmental Science*, 21(3), Article e12602. <https://doi.org/10.1111/desc.12602>
- Buttelmann, F., & Karbach, J. (2017). Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 1040. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01040>
- Buyse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193–213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- Bódizs, R., Gombos, F., Ujma, P. P., & Kovács, I. (2014). Sleep spindles and fluid intelligence across adolescent development: Sex matters. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, Article 952. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00952>
- Carmona Cañabate, S., & Moreno Alcázar, A. (2013). Control ejecutivo, toma de decisiones, razonamiento y resolución de problemas. En A. Redolar Ripoll (Ed.), *Neurociencia cognitiva* (pp. 719–745). Editorial Médica Panamericana. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6534795>
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M. W., Knecht, A. M., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: A randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, Article 72. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00072>
- Chen, A.-G., Zhu, L.-N., Yan, J., & Yin, H.-C. (2016). Neural basis of working memory enhancement after acute aerobic exercise: fMRI study of preadolescent children. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 1804. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01804>
- Cooper, A. R., Goodman, A., Page, A. S., Sherar, L. B., Esliger, D. W., van Sluijs, E. M. F., Andersen, L. B., Anderssen, S., Cardon, G., Davey, R., Froberg, K., Hallal, P.,

- Janz, K. F., Kordas, K., Kreimler, S., Pate, R. R., Puder, J. J., Reilly, J. J., Salmon, J., ... Ekelund, U. (2015). Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: The International Children's Accelerometry Database (ICAD). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12, Article 113. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0274-5>
- Cummings, J. L. (1993). Frontal subcortical circuits and human behaviour. *Archives of Neurology*, 50(8), 873–880. <https://doi.org/10.1001/archneur.1993.00540080076020>
- Cummings, J. L. (1998). Frontal-subcortical circuits and human behavior: Commentary. *Journal of Psychosomatic Research*, 44(6), 627–628. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(98\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(98)00034-8)
- D'Angiulli, A., Byczynski, G., Yeh, W. H., Garrett, G., Goldfield, G., Devenyi, P., & Leisman, G. (2023). Cognitive control, bedtime patterns, and testing time in female adolescent students: Behavioral and neuro-electrophysiological correlates. *Frontiers in Public Health*, 11, Article 1022731. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1022731>
- D'Esposito, M., Postle, B. R., Ballard, D., & Lease, J. (1999). Maintenance versus manipulation of information held in working memory: An event-related fMRI study. *Brain and Cognition*, 41(1), 66–86. <https://doi.org/10.1006/brcg.1999.1096>
- Dahl, R. E. (2004). Adolescent brain development: A period of vulnerabilities and opportunities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1021(1), 1–22. <https://doi.org/10.1196/annals.1308.001>
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501–507. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595>
- De Luca, C. R., & Leventer, R. J. (2008). Developmental trajectories of executive functions across the lifespan. En V. Anderson, R. Jacobs, & P. Anderson (Eds.), *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective* (pp. 281–304). Psychology Press.
- De Sousa Fernandes, M. S., Ordônio, T. F., Santos, G. C. J., Santos, L. E. R., Calazans, C. T., Gomes, D. A., & Santos, T. M. (2020). Effects of physical exercise on

- neuroplasticity and brain function: A systematic review in human and animal studies. *Neural Plasticity*, 2020, Article 8856621. <https://doi.org/10.1155/2020/8856621>
- Delalande, L., Moyon, M., Tissier, C., Dricot, L., Deliens, G., Cleeremans, A., Destrebecqz, A., & Peigneux, P. (2020). Complex and subtle structural changes in prefrontal cortex induced by inhibitory control training from childhood to adolescence. *Developmental Science*, 23(2), Article e12898. <https://doi.org/10.1111/desc.12898>
- Delp, M. D., Armstrong, R. B., Godfrey, D. A., Laughlin, M. H., Ross, C. D., & Wilkerson, M. K. (2001). Exercise training enhances blood flow to locomotor, vestibular, cardiorespiratory, and visual regions of the brain in miniature swine. *The Journal of Physiology*, 533(2), 849–859. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00849.x>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. (2015). Effects of physical exercise on executive functions: Going beyond simply moving to moving with thought. *Annals of Sports Medicine and Research*, 2(1), 1011.
- Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. S. (1989). Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's AB task: Evidence for dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*, 74(1), 24–40. <https://doi.org/10.1007/BF00248277>
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4–12 years old. *Science*, 333(6045), 959–964. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318(5855), 1387–1388. <https://doi.org/10.1126/science.1151148>
- Dick, A. S., Garic, D., Graziano, P., & Tremblay, P. (2019). The frontal aslant tract (FAT) and its role in speech, language and executive function. *Cortex*, 111, 148–163. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.10.015>

- Diekelmann, S. (2014). Sleep for cognitive enhancement. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8, Article 46. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00046>
- Dumith, S. C., Gigante, D. P., Domingues, M. R., & Kohl, H. W., III. (2011). Physical activity change during adolescence: A systematic review and a pooled analysis. *International Journal of Epidemiology*, 40(3), 685–698. <https://doi.org/10.1093/ije/dyq272>
- Eime, R. M., Young, J. A., Harvey, J. T., Charity, M. J., & Payne, W. R. (2013). A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: Informing development of a conceptual model of health through sport. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), Article 98. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-98>
- Eldreth, D. A., Patterson, M. D., Porcelli, A. J., Biswal, B. B., Rebbeschi, D., & Rypma, B. (2006). Evidence for multiple manipulation processes in prefrontal cortex. *Brain Research*, 1123(1), 145–156. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.09.038>
- Erwin, H., & Schreiber, S. (2024). Aerobic and anaerobic exercise's impact on cognitive functions in eighth grade students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(7), Article 833. <https://doi.org/10.3390/ijerph21070833>
- Finne, E., Bucksch, J., Lampert, T., & Kolip, P. (2011). Age, puberty, body dissatisfaction, and physical activity decline in adolescents: Results of the German Health Interview and Examination Survey (KiGGS). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), Article 119. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-119>
- Flores Lázaro, J. C., Castillo Preciado, R. E., & Jiménez Miramonte, N. A. (2014). Desarrollo de funciones ejecutivas, de la niñez a la juventud. *Anales de Psicología*, 30(2), 463–473. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.155471>
- Frank, M. G. (2020). The ontogeny of mammalian sleep: Form and function. *Current Sleep Medicine Reports*, 6, 267–279. <https://doi.org/10.1007/s40675-020-00190-y>
- Fuster, J. M. (1989). *The prefrontal cortex: Anatomy, physiology, and neuropsychology of the frontal lobe* (2nd ed.). Raven Press.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing

- exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Gilstrap, S. R., Hobson, J. M., Dark, H. E., Gloston, G. F., Cody, S. L., Goodin, B. R., & Thomas, S. J. (2022). Sleep disorders and their association with academic performance and functioning. *Sleep and Biological Rhythms*, 21, 113–123. <https://doi.org/10.1007/s41105-022-00423-3>
- Guzmán-Muñoz, E., Concha-Cisternas, Y., Jofré-Saldía, E., Castillo-Paredes, A., Molina-Márquez, I., & Yáñez-Sepúlveda, R. (2025). Physical activity and its effects on executive functions and brain outcomes in children: A narrative review. *Brain Sciences*, 15(11), Article 1238. <https://doi.org/10.3390/brainsci15111238>
- Hart, L. A. (1975). *How the brain works: A new understanding of human learning, emotion, and thinking*. Basic Books.
- Hasan, A. M. R., Rashid, H., Smith, G., Selim, M. A., Rasheed, S., & Houghton, C. (2020). The role of aerobic fitness in cortical thickness and mathematics achievement in preadolescent children. *PLOS ONE*, 15(3), Article e0230321. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230321>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Herting, M. M., & Chu, X. (2017). Exercise, cognition, and the adolescent brain. *Birth Defects Research*, 109(20), 1672–1679. <https://doi.org/10.1002/bdr2.1178>
- Herting, M. M., & Nagel, B. J. (2012). Aerobic fitness relates to learning on a virtual Morris Water Task and hippocampal volume in adolescents. *Behavioural Brain Research*, 233(2), 517–525. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.05.012>
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., & Kamijo, K. (2014). Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics*, 134(4), e1063–e1071. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3219>
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D. M., Hall, E. E., & Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044–1054. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2009.01.057>

- Holley, S. R., Ewing, S. T., Stiver, J. T., & Bloch, L. (2017). The relationship between emotion regulation, executive functioning, and aggressive behaviors. *Journal of Interpersonal Violence*, 32(11), 1692–1707. <https://doi.org/10.1177/0886260515592619>
- Introzzi, I., & Canet Juric, L. (Comps.). (2021). *Funciones ejecutivas: Definición conceptual, áreas de implicancia, evaluación y entrenamiento*. Neuroaprendizaje Infantil. ISBN 978-987-8910-09-3
- Jeon, Y. K., & Ha, C. H. (2017). The effect of exercise intensity on brain derived neurotrophic factor and memory in adolescents. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 22(1), Article 27. <https://doi.org/10.1186/s12199-017-0643-6>
- Jiang, C. M., Zhang, Y. M., Zhang, Y. F., & Meng, Y. Z. (2009). Identification on evaluation of participating degree in physical exercise for both urban and rural residents in China. *China Sport Science*, 5, 24–31. <https://doi.org/10.16469/j.css.2009.05.003>
- Jones, D. T., & Graff-Radford, J. (2021). Executive dysfunction and the prefrontal cortex. *Continuum: Lifelong Learning in Neurology*, 27(6), 1586–1601. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000001009>
- Jones, G., & Macken, B. (2015). Questioning short-term memory and its measurement: Why digit span measures long-term associative learning. *Cognition*, 144, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.07.009>
- Jones, J. S., Adlam, A. R., Benattayallah, A., & Milton, F. N. (2022). The neural correlates of working memory training in typically developing children. *Child Development*, 93(3), 815–830. <https://doi.org/10.1111/cdev.13721>
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Klasson-Heggebo, L., & Anderssen, S. A. (2003). Gender and age differences in relation to the recommendations of physical activity among Norwegian children and youth. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(5), 293–298. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00324.x>
- Latomme, J., Calders, P., Van Waelvelde, H., Mariën, T., & De Craemer, M. (2022). The role of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in the relation between physical activity and executive functioning in children. *Children*, 9(5), Article 596. <https://doi.org/10.3390/children9050596>

- Lee, I.-M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T., & Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380(9838), 219–229. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9)
- Lerma Castaño, P. R., Roldán-González, E., Robledo-Castro, C., Hederich, C., Garzón-Cadena, H. P., Vargas, P. A. S., & Montenegro, L. C. G. (2023). Effects of physical exercise on gross motor skills in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 54, 2816–2825. <https://doi.org/10.1007/s10803-023-06031-5>
- Lezak, M. D. (1987). Relationship between personality disorders, social disturbances and physical disability following traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 2(1), 57–69.
- Li, L., Yu, Q., Zhao, W., Herold, F., Becker, B., Deci, N., Tari, A. R., & Kramer, A. F. (2021). Physical activity and inhibitory control: The mediating role of sleep quality and sleep efficiency. *Brain Sciences*, 11(5), Article 664. <https://doi.org/10.3390/brainsci11050664>
- Li, Y., Wang, F., Li, J., Huo, X., & Zhang, Y. (2024). Aerobic exercise improves verbal working memory sub-processes in adolescents: Behavioral evidence from an N-back task. *PeerJ*, 12, Article e17331. <https://doi.org/10.7717/peerj.17331>
- Liu, B., Gao, F., Zhang, J., Zhou, H., Sun, N., Li, L., Liang, L., Ning, N., Wu, Q., & Zhao, M. (2020). Sleep quality of students from elementary school to university: A cross-sectional study. *Nature and Science of Sleep*, 12, 855–864. <https://doi.org/10.2147/NSS.S266493>
- Liu, S., & Zhang, R. (2022). Aerobic exercise alleviates the impairment of cognitive control ability induced by sleep deprivation in college students: Research based on go/nogo task. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 914568. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.914568>
- Liu, Y., Yin, X., Sun, Y., Zhang, F., Bi, C., Guo, Y., Sun, P., Jun, H., Hu, Y., & Liu, H. (2025). Association between physical activity and executive function in Chinese adolescents aged 13–18 years. *Frontiers in Pediatrics*, 13, Article 1576546. <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1576546>
- Lo, J. C., Ong, J. L., Leong, R. L. F., Gooley, J. J., & Chee, M. W. L. (2016). Cognitive performance, sleepiness, and mood in partially sleep deprived adolescents: The need for sleep study. *Sleep*, 39(3), 687–698. <https://doi.org/10.5665/sleep.5552>

- Ludyga, S., Gerber, M., Kamijo, K., Brand, S., & Pühse, U. (2018). The effects of a school-based exercise program on neurophysiological indices of working memory operations in adolescents. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(8), 833–838. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.001>
- Ludyga, S., Gerber, M., Schwarz, A., Greco, A., Müller, T., Pühse, U., Emmenegger, R., & Kühnis, J. (2024). Effects of cognitive and physical load of acute exercise on inhibitory control and prefrontal cortex hemodynamics in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 56(7), 1328–1336. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000003410>
- Luria, A. R., Pribram, K. H., & Homskaya, E. D. (1964). An experimental analysis of the behavioral disturbance produced by a left frontal arachnoidal endothelioma. *Neuropsychologia*, 2(4), 257–280. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(64\)90038-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(64)90038-4)
- Mao, F., Huang, F., Zhao, S., & Fang, Q. (2024). Effects of cognitively engaging physical activity interventions on executive function in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1454447. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1454447>
- Martínez Mesas, I. (2017). *Evaluación de las funciones ejecutivas y su relación con la comprensión lectora* [Tesis doctoral]. Universitat de València.
- Mason, G. M., Lokhandwala, S., Riggins, T., & Spencer, R. M. C. (2021). Sleep and human cognitive development. *Sleep Medicine Reviews*, 57, Article 101472. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101472>
- Mastropietro, D., Zamora, E. V., Cenci, M., & del Valle, M. V. (2024). Explorando las funciones ejecutivas en la adolescencia: Evidencias de validez del TEXI para adolescentes argentinos. *Cuadernos de Neuropsicología / Panamerican Journal of Neuropsychology*, 18(1), 28–44. <https://doi.org/10.7714/CNPS/18.1.202>
- Miller, B. L., & Cummings, J. L. (Eds.). (2007). *The human frontal lobes: Functions and disorders* (2nd ed.). The Guilford Press.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Milner, B. (1964). Some effects of frontal lobectomy in man. En J. M. Warren & K. Akert (Eds.), *The frontal granular cortex and behavior* (pp. 313–334). McGraw-Hill.
- Miranda, M., Morici, J. F., Zanoni, M. B., & Bekinschtein, P. (2019). Brain-derived neurotrophic factor: A key molecule for memory in the healthy and

- pathological brain. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 13, Article 363. <https://doi.org/10.3389/fncel.2019.00363>
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (1989). Delay of gratification in children. *Science*, 244(4907), 933–938. <https://doi.org/10.1126/science.2658056>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moore, R. Y., & Eichler, V. B. (1972). Loss of a circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat. *Brain Research*, 42(1), 201–206. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(72\)90054-6](https://doi.org/10.1016/0006-8993(72)90054-6)
- Mulser, L., & Moreau, D. (2023). Effect of acute cardiovascular exercise on cerebral blood flow: A systematic review. *Brain Research*, 1809, Article 148355. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2023.148355>
- Nigg, J. T. (2017). Annual research review: On the relations among self-regulation, self-control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(4), 361–383. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12675>
- Okano, K., Kaczmarzyk, J. R., Dave, N., Gabrieli, J. D. E., & Grossman, J. C. (2019). Sleep quality, duration, and consistency are associated with better academic performance in college students. *npj Science of Learning*, 4, Article 16. <https://doi.org/10.1038/s41539-019-0055-z>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Directrices sobre actividad física y comportamiento sedentario*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>
- Organización Mundial de la Salud. (s. f.). *Salud del adolescente*. <https://www.who.int/es/health-topics/adolescent-health>
- Papalia, D. E., Feldman, R. D., & Martorell, G. (2012). *Desarrollo humano* (12.^a ed.). McGraw-Hill.
- Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World Journal of Cardiology*, 9(2), 134–138. <https://doi.org/10.4330/wjc.v9.i2.134>

- Peper, J. S., Burke, S. M., & Wierenga, L. M. (2020). Sex differences and brain development during puberty and adolescence. *Handbook of clinical neurology*, 175, 25–54. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64123-6.00003-5>
- Pienaar, A. E., Barhorst, R., & Twisk, J. W. R. (2014). Relationships between academic performance, SES school type and perceptual-motor skills in first grade South African learners: NW-CHILD study. *Child: Care, Health and Development*, 40(3), 370–378. <https://doi.org/10.1111/cch.12059>
- Pindus, D. M., Davis, R. D., Hillman, C. H., Bandelow, S., Hogervorst, E., Biddle, S. J. H., & Sherar, L. B. (2015). The relationship of moderate-to-vigorous physical activity to cognitive processing in adolescents: Findings from the ALSPAC birth cohort. *Psychological Research*, 79(5), 715–728. <https://doi.org/10.1007/s00426-014-0612-2>
- Poitras, V. J., Gray, C. E., Borghese, M. M., Carson, V., Chaput, J.-P., Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., Pate, R. R., Gorber, S. C., Kho, M. E., Sampson, M., & Tremblay, M. S. (2016). Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 Suppl. 3), S197–S239. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0663>
- Pontifex, M. B., Gwizdala, K. L., Weng, T. B., Zhu, D. C., & Voss, M. W. (2018). Cerebral blood flow is not modulated following acute aerobic exercise in preadolescent children. *International Journal of Psychophysiology*, 134, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.10.007>
- Posner, M. I., & DiGirolamo, G. J. (1998). Executive attention: Conflict, target detection, and cognitive control. En R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 401–423). MIT Press.
- Postle, B. R., Brush, L. N., & Nick, A. M. (2004). Prefrontal cortex and the mediation of proactive interference in working memory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4(4), 600–608. <https://doi.org/10.3758/CABN.4.4.600>
- Quinzi, F., Modica, M., Berchicci, M., Bianco, V., Perri, R. L., & Di Russo, F. (2022). Does sport type matter? The effect of sport discipline on cognitive control strategies in preadolescents. *International Journal of Psychophysiology*, 177, 230–239. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2022.05.016>
- Ramos-Galarza, C., Acosta-Rodas, P., Bolaños-Pasquel, M., & Lepe-Martínez, N. (2020). The role of executive functions in academic performance and behaviour of university students. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 12(3), 444–455. <https://doi.org/10.1108/JARHE-10-2018-0221>

- Razali, Nornadiah Mohd, N. M., & Wah, Yap Bee, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21–33
- Ridgers, N. D., Salmon, J., Parrish, A. M., Stanley, R. M., & Okely, A. D. (2012). Physical activity during school recess: A systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 43(3), 320–328. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.05.019>
- Riquelme, D., Sepúlveda, D., Muñoz, M., & Valenzuela, M. (2013). Ejercicio físico y su influencia en los procesos cognitivos. *Revista Motricidad y Persona*, 13, 69–74. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4736022>
- Rodríguez Jiménez, M. (2015). *Desarrollo de las funciones ejecutivas a través de videojuegos en la atención a la diversidad* [Tesis doctoral]. Universidad de Extremadura.
- Rodas, J. A., Leon-Rojas, J., & Rooney, B. (2024). Mind over mood: Exploring the executive function's role in downregulation. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1322055. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1322055>
- Romeo, R. D., & McEwen, B. S. (2006). Stress and the adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1094(1), 202–214. <https://doi.org/10.1196/annals.1376.022>
- Ross, N., Yau, P. L., & Convit, A. (2015). Obesity, fitness, and brain integrity in adolescence. *Appetite*, 93, 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.03.033>
- Royston, Patrick, P. (1982). An extension of Shapiro and Wilk's W test for normality to large samples. *Applied Statistics*, 31(2), 115–124. <https://doi.org/10.2307/2347973>
- Sanaeifar, F., Pourranjbar, S., Pourranjbar, M., Ramezani, S., Rostami Mehr, S., Wadan, A.-H. S., & Khazeifard, F. (2024). Beneficial effects of physical exercise on cognitive-behavioral impairments and brain-derived neurotrophic factor alteration in the limbic system induced by neurodegeneration. *Experimental Gerontology*, 195, Article 112539. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2024.112539>
- Santa-Cruz, C., & Rosas, R. (2017). Cartografía de las funciones ejecutivas. *Estudios de Psicología*, 38(2), 284–310. <https://doi.org/10.1080/02109395.2017.1311459>
- Selemon, L. D. (2013). A role for synaptic plasticity in the adolescent development of executive function. *Translational Psychiatry*, 3(3), Article e238. <https://doi.org/10.1038/tp.2013.7>

- Simon, J. R., & Wolf, J. D. (1963). Choice reaction time as a function of angular stimulus-response correspondence and age. *Ergonomics*, 6(1), 99–105. <https://doi.org/10.1080/00140136308930679>
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 283(5408), 1657–1661. <https://doi.org/10.1126/science.283.5408.1657>
- Stoet G. (2010). PsyToolkit: a software package for programming psychological experiments using Linux. *Behavior research methods*, 42(4), 1096–1104. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.4.1096>
- Tabullo, Ángel-J., & Pulifiato-Hamann, E.-S. (2024). Lectura digital en estudiantes universitarios: contribuciones del funcionamiento ejecutivo y hábitos lectores. *Ocnos*, 23(2). https://doi.org/10.18239/ocnos_2024.23.2.424
- Tai, X. Y., Chen, C., Manohar, S., & Husain, M. (2022). Impact of sleep duration on executive function and brain structure. *Communications Biology*, 5, Article 201. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03123-3>
- Tao, Y., Zhang, Y., Qian, H., & Cao, Z. (2025). Long-term effects of physical activity types on executive functions in school-age children. *Scientific Reports*, 15, Article 30303. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-09674-9>
- Tarokh, L., Saletin, J. M., & Carskadon, M. A. (2016). Sleep in adolescence: Physiology, cognition and mental health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 70, 182–188. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.08.008>
- Tavakoli, M. H. M., Masoumeh, S., & Keyvan, M. (2024). Efectos de la actividad física en la calidad del sueño, el control inhibitorio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva en estudiantes adolescentes. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 19, 398–401.
- The jamovi project. (2024). *jamovi* (Versión 2.6) [Software]. <https://www.jamovi.org>
- Theeuwes, J. (1991). Exogenous and endogenous control of attention: The effect of visual onsets and offsets. *Perception & Psychophysics*, 49(1), 83–90. <https://doi.org/10.3758/BF03211619>
- Thorell, L. B., Lazarević, N., Milovanović, I., & Bugarski Ignjatović, V. (2020). Psychometric properties of the Teenage Executive Functioning Inventory (TEXI): A freely available questionnaire for assessing deficits in working memory and inhibition among adolescents. *Child Neuropsychology*, 26(8), 1055–1074. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1726885>

- Tirapu-Ustárrroz, J., & Luna-Lario, P. (2008). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. En J. Tirapu-Ustárrroz, M. Ríos Lago, & F. Maestú Unturbe (Eds.), *Manual de neuropsicología* (pp. 219–259). Viguera.
- Tirapu-Ustárrroz, J., García Molina, A., Luna Lario, P., Roig Rovira, T., & Pelegrín Valero, C. (2014). Modelos de funciones y control ejecutivo (I). *Revista de Neurología*, 46(11), 684–692. <https://doi.org/10.33588/rn.4611.2008119>
- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12001>
- Turan, O., Garner, J., Isaiah, A., Palatino, M., Ernst, T., Wang, Z., & Chang, L. (2025). Fitbit-measured sleep duration in young adolescents is associated with functional connectivity in attention, executive control, memory, and sensory networks. *Sleep*, 48(3), Article zsaf088. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsaf088>
- Van Sluijs, E. M. F., Ekelund, U., Crochemore-Silva, I., Guthold, R., Ha, A., Lubans, D., Oyeyemi, A. L., Ding, D., & Katzmarzyk, P. T. (2021). Physical activity behaviours in adolescence: Current evidence and opportunities for intervention. *The Lancet*, 398(10298), 429–442. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01259-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01259-9)
- Vecchio, L. M., Meng, Y., Xhima, K., Lipsman, N., Hamani, C., & Aubert, I. (2018). The neuroprotective effects of exercise: Maintaining a healthy brain throughout aging. *Brain Plasticity*, 4(1), 17–52. <https://doi.org/10.3233/BPL-180069>
- Verdejo-García, A., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227–235. <https://www.psicothema.com/>
- Vidueira, V. F., Booth, J. N., Saunders, D. H., Sproule, J., & Turner, A. P. (2023). Circadian preference and physical and cognitive performance in adolescence: A scoping review. *Chronobiology International*, 40(9), 1296–1331. <https://doi.org/10.1080/07420528.2023.2256901>
- Voss, M. W., Vivar, C., Kramer, A. F., & van Praag, H. (2013). Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(10), 525–544. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.001>
- Vuijk, P. J., Hartman, E., Mombarg, R., Scherder, E., & Visscher, C. (2011). Associations between academic and motor performance in a heterogeneous sample of children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44(3), 276–282. <https://doi.org/10.1177/0022219410378446>

- Wang, J., Zhao, X., Bi, Y., Jiang, S., Sun, Y., Lang, J., Wang, P., & Chen, A. (2023). Executive function elevated by long-term high-intensity physical activity and the regulatory role of beta-band activity in the human frontal region. *Cognitive Neurodynamics*, 17(6), 1463–1472. <https://doi.org/10.1007/s11571-022-09905-z>
- Weissbluth, M. (1995). Naps in children: 6 months–7 years. *Sleep*, 18(2), 82–87. <https://doi.org/10.1093/sleep/18.2.82>
- Xia, Z., & Storm, D. (2017). Role of circadian rhythm and REM sleep for memory consolidation. *Neuroscience Research*, 118, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2017.04.011>
- Yeung, M. K., Lee, T. L., Cheung, W. K., & Chan, A. S. (2018). Frontal underactivation during working memory processing in adults with acute partial sleep deprivation: A near-infrared spectroscopy study. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 742. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00742>
- Yin, W., Li, T., Wu, Z., Zhao, T., Zhang, Z., Gu, L., Wang, L., & Gao, W. (2025). Charting brain functional development from birth to 6 years of age. *Nature Human Behaviour*, 9, 1246–1259. <https://doi.org/10.1038/s41562-025-02160-2>
- Zhang, Y., Hua, R., Deng, M., & Shi, P. (2026). La correlación entre los tipos de ejercicio y la función ejecutiva y la dependencia del teléfono móvil en adolescentes: Un estudio transversal desde la perspectiva de la clasificación de las habilidades motoras. *Frontiers in Psychology*, 17, Article 1695406. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1695406>
- Zhang, Z., Shi, P., Zhang, K., Li, C., & Feng, X. (2024). The frontal association area: Exercise-induced brain plasticity in children and adolescents and implications for cognitive intervention practice. *Frontiers in Human Neuroscience*, 18, Article 1418803. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1418803>
- Zhu, L., Xiong, X., Dong, X., Zhao, Y., Kawczyński, A., Chen, A., & Wang, W. (2021). Working memory network plasticity after exercise intervention detected by task and resting-state functional MRI. *Journal of Sports Sciences*, 39(14), 1621–1632. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1881327>
- Zielinski, M. R., McKenna, J. T., & McCarley, R. W. (2016). Functions and mechanisms of sleep. *AIMS Neuroscience*, 3(1), 67–104. <https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2016.1.67>

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario sociodemográfico, actividad física y sueño

1. Nombre y últimos 3 números del documento
 - a. Texto de respuesta corta
2. Edad
 - a. Texto de respuesta corta
3. Género
 - a. Masculino
 - b. Femenino
 - c. Otro
4. ¿Realizas actividad física fuera del horario escolar?
 - a. Sí
 - b. No
5. ¿Qué actividad física realizas? (Puede seleccionar más de una opción si lo desea)
 - a. Fútbol
 - b. Básquet
 - c. Hockey
 - d. Danza
 - e. Artes marciales
 - f. Gimnasio
 - g. Rugby
 - h. Otro: _____
6. ¿Hace cuánto tiempo practicas esa actividad?
 - a. Menos de 6 meses
 - b. Entre 6 meses y un año
 - c. Entre 1 y 2 años
 - d. Entre 2 y 3 años
 - e. Entre 3 y 4 años
 - f. Más de 4 años
7. ¿Cuántas horas dormís? (Tenga en cuenta la hora de acostarse y levantarse)
 - a. Responda en número (6, 7, 8, etc.)

Anexo 2: TEXI – Teenage Executive Functioning Inventory

A continuación vas a encontrar una serie de frases. Por favor, indicá en qué medida sentís que te describen a vos, en una escala de 1 (No me describe) a 5 (Me describe completamente).

1. Me cuesta recordar instrucciones o consignas largas.
2. Cuando estoy haciendo alguna actividad o tarea, me cuesta acordarme lo que tengo que hacer.
3. Hago cosas sin pensar primero en las consecuencias.
4. Me cuesta dejar de hacer cosas aunque sepa que no están permitidas.
5. Cuando alguien me pide que haga varias cosas, a veces no puedo recordarlas todas.
6. No puedo dejar de sonreír o reírme, aunque sepa que no corresponde en ese momento.
7. Cuando estoy trabado/a, me cuesta encontrar nuevas formas de resolver un problema.
8. Cuando me piden que traiga o haga algo, me olvido qué era lo que tenía que traer o hacer.
9. Me cuesta planificar cosas (por ejemplo, recordar llevar todo lo necesario para la escuela o para un viaje).
10. Me cuesta dejar de hacer las cosas que me gustan (por ejemplo, dejar la computadora o el celular cuando sé que tengo que ir a dormir).
11. Para hacer algo necesito que me muestren cómo se hace.
12. Me resultan difíciles las tareas que requieren varios pasos que deben ser realizados en orden.
13. Me cuesta aprender de mis errores (repito el mismo error una y otra vez).
14. La gente cree que soy más vivaz o enérgico/a que otros chicos/as de mi edad.
15. Me cuesta motivarme para hacer cosas que no me gustan.
16. Me cuesta empezar una tarea si estoy distraído/a con algo más divertido (por ejemplo, usar el celular en vez de hacer la tarea).
17. Me cuesta dejar de hacer algo cuando me lo piden (por ejemplo, hacer silencio).
18. Me entusiasma más que otros chicos/as de mi edad si pasa algo fuera de lo habitual (por ejemplo, fiestas, viajes, ganar en un juego).
19. Dejo sin terminar las cosas que empiezo.
20. Dejo las cosas para último momento.

Anexo 3: Tarea de retención de dígitos en orden inverso

Instructions 1 out of 3

En este experimento tratarás de memorizar números que verás en la pantalla. Todos los números están entre 0 y 9. A tales números los llamamos dígitos. Verás una secuencia de dígitos, uno tras otro. Recuerda la secuencia completa, pero hay más ...

Toca para seguir leyendo

Siguiente

Instructions 2 out of 3

Te vamos a pedir que los repitas en orden inverso, presionando los botones del teclado (ver imagen).



Por ejemplo, si viste "1, 3, 6", tenés que presionar "6, 3, 1".

Si te equivocás, podés apretar "borrar".

Cuando hayas ingresado todos los dígitos, presioná "continuar". El programa te avisará si lo hiciste bien.

Imagen Previa

Siguiente

Instructions 3 out of 3

Las secuencias se van a ir haciendo más largas y más difíciles de recordar.

Al final de la tarea, te van a decir cuál fue tu puntaje, que representa cuántos números fuiste capaz de recordar.

Imagen Previa

Empezar tarea

Anexo 4: Tarea de Simon

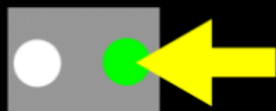
Siempre vas a ver
un círculo blanco y
otro de color



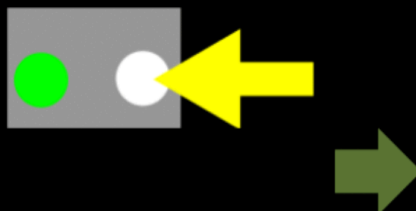
**vas a responder
tocando el círculo de
la derecha o la
izquierda**



Cuando el color sea **verde**,
tocá el **círculo a la
derecha**



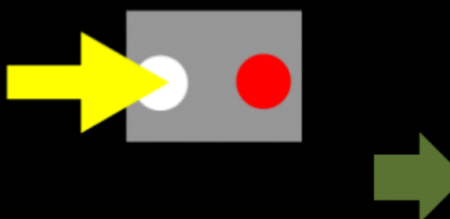
Tocá el círculo derecho
aunque el verde esté a la
izquierda!



Cuando el color sea **rojo**,
tocá el **círculo de la**
izquierda



Tocá el círculo izquierdo
aunque el **rojo** esté a la
derecha!



Anexo 5: Consentimiento informado del participante

DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO DEL PARTICIPANTE

Título del estudio: Relación entre el funcionamiento ejecutivo, el sueño y la actividad física regular en adolescentes.

Investigador responsable: Magalí Santaolaya, estudiante avanzada de la Licenciatura en Psicología de la Facultad de Humanidades y Ciencias Económicas de la Pontificia Universidad Católica Argentina sede Mendoza. Celular: 2622380226, mail: santaolayamaguii@gmail.com

Director de tesis: Dr. Tabullo, Ángel Javier. Investigador asistente CONICET-Docente UCA Mendoza.

Yo,, declaro habiendo leído este Formulario de Consentimiento Informado que he sido informado/a por los investigadores (de los fines de la investigación, del procedimiento a realizar, que no se recibirá compensación económica o de otra índole, etc), he comprendido toda la información suministrada, me han dado la posibilidad de realizar todas las preguntas necesarias y (no me encuentro condicionado por factores externos) por lo tanto estoy en condiciones de dar mi consentimiento a tal participación. Con mi firma ratifico mi aceptación de las condiciones anteriormente expuestas, expresando mi voluntad y compromiso de consentir que mi hijo/tutelado/representado participe en dicho proyecto. Entiendo que la participación es voluntaria y que puede retirarse del estudio en cualquier momento, sin recibir ningún tipo de represalias. Si bien no es esperable que el adolescente experimente ansiedad por participar de este estudio, si surgiera alguna molestia o incomodidad puede retirarse en el momento sin esto implicar consecuencia alguna para su persona. Sus datos personales y los míos se encuentran protegidos por la Ley 25.326, lo cual implica que serán tratados como confidenciales para proteger la identidad de los participantes. Todos los datos personales estarán asociados con un código alfanumérico y esa será la información a utilizar en las bases de datos. Los resultados de la investigación me serán proporcionados si los solicito. No recibiré por parte de los investigadores una remuneración por consentir la participación en este estudio. Entiendo que puedo comunicarme con los investigadores responsables del estudio en cualquier momento si tengo cualquier pregunta. Recibiré una copia de este formulario de consentimiento firmado y fechado.

Apellido y Nombre del Participante: (Nombre de su hijo/a):
DNI.....

Apellido y nombre de Padre/Tutor/Representante legal:.....
DNI.....

Firma: Lugar y fecha.....

Anexo 6: Asentimiento informado

ASENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES MENORES DE 18 AÑOS

Luego de haber recibido la información adecuada, de haber hablado sobre el tema con mis familiares (padres, tutores o encargados) y de haber tenido la oportunidad de consultar al profesional a cargo, estoy en condiciones de dar mi asentimiento por este medio.

Apellido y nombre del participante:

.....

Firma:

Lugar y Fecha:

DECLARACIÓN DEL PROFESIONAL: Habiendo explicado los contenidos de este documento acerca de la práctica a realizar, y aclarado todas las dudas planteadas, considero que ha sido adecuadamente informado/a, comprometiéndome a guardar las reglas de confidencialidad y veracidad.

Firma (para completar por el profesional):

Fecha: (para completar por el profesional):

Anexo 7: Hoja de información al participante

Hoja de Información al o la participante

Título del estudio: Relación entre el funcionamiento ejecutivo, el sueño y la actividad física regular en adolescentes.

Investigadora responsable: Magalí Santaolaya, estudiante avanzada de la Licenciatura en Psicología de la Facultad de Humanidades y Ciencias Económicas de la Pontificia Universidad Católica Argentina sede Mendoza. Celular: 2622380226, mail: santaolayamaguii@gmail.com

Director de tesis: Dr. Tabullo, Ángel Javier. Investigador asistente CONICET-Docente UCA Mendoza.

Breve Descripción

Nos dirigimos a usted para invitarlo a participar de un estudio de investigación cuyo objetivo es estudiar el efecto de la actividad física regular en las funciones ejecutivas de los adolescentes.

El estudio consta de tres actividades: 1) Formulario online (Google Forms) para responder algunas preguntas generales sobre los hábitos del adolescente respecto a: Participación en actividades extracurriculares (tipo, frecuencia); 2) Cuestionario de autoreporte TEXI para evaluar funciones ejecutivas, que se realizará por medio de Google Forms 3) tareas que evalúan habilidades cognitivas, que se realizará por medio del teléfono celular.

Las tareas serán realizadas en horario de clases y con presencia del docente a cargo en el momento en que se determine junto con la escuela.

Descripción de las tareas:

- Cuestionario de autoreporte TEXI consiste en una serie de preguntas que se contestan con la escala de Likert (Totalmente en desacuerdo - Totalmente de acuerdo) por medio de google forms.
- Tareas que evalúan habilidades cognitivas que examinan diferentes aspectos del funcionamiento ejecutivo; por ejemplo, memoria de trabajo (capacidad de retener y manipular información durante períodos breves de tiempo) y control inhibitorio (capacidad de resistir interferencias sensoriales y evitar respuestas automáticas). Se realizarán en forma sucesiva dos tareas que evalúan cada una de estas funciones (para más información, visite el sitio: <https://www.psytoolkit.org/experiment-library/>). La actividad demora aproximadamente 15 minutos y se realiza por medio del teléfono celular.

Requisitos:

Los requisitos para que los alumnos participen de la actividad son: 1) tener entre 13 y 18 años, 2) no estar en tratamiento psiquiátrico, 3) no presentar desarrollo atípico, 4) contar con visión y audición normal o corregida. Los padres serán contactados mediante una nota en el cuaderno de comunicaciones, en la que se explicarán las condiciones del estudio. Se adjuntará un documento de consentimiento informado para que puedan autorizar a sus hijos/as a participar. También se adjuntará un documento de asentimiento para ser completado y firmado por el alumno, manifestando así su voluntad de participar en el estudio.

Una vez obtenidos los consentimientos por escrito, las familias serán informadas por la escuela de los días de las actividades.

Importante: Durante el estudio, NO se registrará información personal que permita identificar al menor o a su familia. Los datos obtenidos de cada alumno serán designados por un código alfanumérico.

Participación y principios éticos:

1. La participación en el estudio es completamente voluntaria y depende enteramente de su decisión participar, continuar y finalizar la misma.
2. La participación no tiene costo alguno ni se realizarán pagos por la participar en la misma.
3. Usted puede negarse a participar o abandonar el estudio en cualquier momento sin que ello genere perjuicio alguno.
4. Si bien no es esperable que el adolescente experimente ansiedad por participar de este estudio, si surgiera alguna molestia o incomodidad puede retirarse en el momento sin esto implicar consecuencia alguna para él o ella.
5. Usted puede contactarse con la investigadora responsable en todo momento si tiene alguna pregunta o inquietud, así como en caso de necesitar asistencia de cualquier tipo vinculada al estudio.
6. El estudio respeta los principios éticos para la investigación con seres humanos (estipulados por la Declaración de Helsinki, la Ley 25.316 de Protección de Datos Personales y la Resolución Ministerial 1.480/11).
7. No existen riesgos, malestares ni beneficios directos por participar. Su colaboración nos permitirá mejorar nuestra comprensión de la relación entre las funciones cognitivas y la lectura en estudiantes de secundario.
8. Su identidad, así como los resultados, serán resguardados con carácter confidencial (los datos personales de su hijo no serán conocidos por los investigadores ni guardados en nuestra base de datos, en su lugar se utilizará un código).
9. Todos los datos están protegidos por la ley 25.326 de Protección de Datos Personales.
10. En todo momento tiene derecho a retirar sus datos, aún después de haber participado.
11. Al aceptar participar y firmar el consentimiento, usted no renuncia a los derechos legales reconocidos por las leyes argentinas.
12. Tenga en cuenta que, si lo considera necesario, puede comunicarse con la investigadora antes de la firma del Consentimiento.

Devolución:

Se realizará a la escuela un informe sobre el desempeño de los alumnos a nivel grupal (es decir, se informarán resultados por curso, no por alumno) en relación a la comprensión de textos en papel y la competencia lectora digital. Si usted deseara contactarse con los investigadores responsables para solicitar una devolución sobre el desempeño de su hijo, o para enterarse de los resultados de la investigación, puede hacerlo una vez finalizado el estudio.