

DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES**

**LICENCIATURA EN PSICOLOGÍA**

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN  
ADOLESCENTES**

**TÉSIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIATURA EN PSICOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**MARIA FERNANDA OROZCO ROLDÁN**

**DIRECTORA DE TESIS:**

**GUADALUPE NATHZIDY RIVERA URBINA**

**COMITÉ SINODAL:**

**RUBEN AVILÉS REYES**

**ANA LUCÍA JIMÉNEZ PÉREZ**

**LORETA ROMERO WELLS**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y  
SOCIALES,  
CAMPUS ENSENADA.



Facultad de Ciencias  
Administrativas y  
Sociales

**"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN  
ADOLESCENTES"**

TÉSIS

PARA CUBRIR LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE

**LIC. EN PSICOLOGÍA**

PRESENTA

**María Fernanda Orozco Roldán**

**353836**

A quien el Comité de Tesis autoriza el trabajo terminal y de acuerdo con el Art. 19 del R.G.E.P.E.P, emite los siguientes votos aprobatorios mediante rubrica:

Dra. Guadalupe Nathzidy Rivera-Urbina  
**DIRECTOR**

Dra. Loreta Isabel Romero Wells  
**SECRETARIO  
SINODAL**

Dr. Rubén Avilés Reyes  
**SINODAL**

Dra. Ana Lucía Jiménez Pérez  
**SINODAL**

*"Por la Realización Plena del Ser"*

C.c.p.- Archivo  
C.c.p.- Minutario

*Le agradezco muy profundamente a mi directora por su dedicación y paciencia, su guía y consejos los llevaré siempre en mi memoria.*

## RESEÑA CURRICULAR

### María Fernanda Orozco Roldán

María Fernanda es egresada de la carrera de Psicología de la Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales, finalizó sus estudios con un promedio general de 94.39. Aprobó el examen del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) con un nivel de desempeño satisfactorio en la Sección Disciplinar y sobresaliente en la Sección Transversal de Lenguaje y Comunicación. Presentó el trabajo de investigación titulado “Desempeño de Funciones Ejecutivas en la Adolescencia” en el 7mo Encuentro Estatal de Jóvenes Investigadores de Baja California 2020, y participó con el mismo trabajo en el 8vo Encuentro Regional de Jóvenes Investigadores 2021, en donde obtuvo el segundo lugar en la modalidad de Humanidades y Ciencias de la Conducta. Realizó una estancia virtual en el 2020 en el laboratorio de Neurociencias y Cognición EIN-GV, UABC a cargo del Dr. Gilberto Galindo, donde aprendió a realizar técnicas de evaluación neuropsicológica a adultos mayores en contextos virtuales. También ha participado en distintas actividades para el Laboratorio de Neurociencias de la FCAyS a cargo de la Dra. Nathzidy Urbina, como participante en capacitaciones para la utilización de pruebas neuropsicológicas y la elaboración de videos de divulgación científica. En 2023 participó en la exposición de carteles científicos con el trabajo titulado “*Assessment of executive functions in adolescence: A longitudinal study before and after the COVID-19 pandemic*”, el cual tuvo lugar en el Congreso Nacional de Neurociencias por la Universidad de Guadalajara.

**ÍNDICE**

1. Resumen.....	5
2. Marco teórico.....	6
2.1 Funciones ejecutivas.....	6
2.2 Anatomía de las funciones ejecutivas.....	8
2.3 Desarrollo de la corteza cerebral prefrontal en la adolescencia.....	9
2.4 Desarrollo piramidal de las funciones ejecutivas.....	10
2.5 Diferencias estructurales en el desarrollo cerebral relacionadas al sexo.....	13
3. Objetivos generales y específicos.....	19
4. Método.....	19
4.1 Participantes.....	20
4.2 Instrumento.....	20
4.3 Procedimiento.....	22
5. Resultados.....	24
5.1 Resultados de Funciones Ejecutivas por sexo.....	25
6. Discusión.....	29
7. Conclusiones.....	33
8. Referencias.....	34

## RESUMEN

Las funciones ejecutivas se definen como procesos cognitivos relacionados a la corteza prefrontal cerebral. Los déficits en estas funciones están asociados a alteraciones como dificultad para autorregularse, perseveraciones, dificultad para planear, baja capacidad de memoria de trabajo y poca flexibilidad cognitiva. En la adolescencia se presentan cambios estructurales propios del desarrollo cerebral que pueden influir en que haya poca regulación por parte de la corteza prefrontal, provocando que en esta etapa los adolescentes sean más propensos a tener conductas de riesgo. La presente investigación busca evaluar las funciones ejecutivas de un grupo de adolescentes de la ciudad de Ensenada, Baja California, México, empleando la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE-2). Se evaluaron 92 adolescentes (49 hombres y 43 mujeres) estudiantes del primer año de Secundaria. Se evidenció que en las tareas relacionadas con la corteza orbitomedial el 34% obtienen puntuaciones con alteraciones de leves a severas, en las tareas relacionadas con la corteza prefrontal anterior el 40% obtienen puntuaciones con alteraciones, en las tareas que evalúan el funcionamiento de la corteza dorsolateral el 40% presentan alteraciones, y en el promedio general de funciones ejecutivas el 56% reflejan alteraciones. Estos porcentajes tan elevados que presentan alteraciones se pueden traducir en bajo desempeño en los procesos de inhibición, regulación y toma de decisiones.

**Palabras clave:** Funciones ejecutivas, BANFE-2, adolescencia.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas son entendidas como un conjunto de procesos que permiten modular y regular subprocesos cognitivos, comportamentales y afectivos, dando lugar a la capacidad de planeación, iniciación de conductas, inhibición, fluidez, flexibilidad mental, autorregulación, memoria de trabajo, ejecución (Lázaro & Solís, 2008) y metamemoria, que hace alusión a la capacidad humana de ser conscientes y hacer juicios sobre nuestra propia memoria (Tirapu, Muñoz & Pelegrín, 2005).

Todos estos procesos permiten al individuo resolver problemas de carácter novedoso y de considerable complejidad, permitiendo así una adaptación más óptima a las demandas del ambiente (Flores & Solís, 2008). El cerebro humano resalta por el desarrollo evolutivo de su corteza, sobre todo en lo que respecta a los lóbulos frontales, permitiendo así el desarrollo de las funciones ejecutivas (Restrepo, 2008).

Este término fue planteado formalmente por Lezak (2004), sin embargo, Luria (1973) fue el primero en hacer alusión a estos procesos, relacionando a los lóbulos prefrontales con distintos procesos de modulación cognitiva.

Las investigaciones sobre las funciones ejecutivas se dieron en primera instancia gracias a las observaciones realizadas en pacientes con lesiones frontales, y más adelante, con el apoyo de los estudios de neuroimagen, se pudo monitorear la actividad de distintas regiones cerebrales durante la activación de diferentes procesos ejecutivos. Uno de los estudios más conocidos al respecto es el caso de Phineas Gage, descrito por John Martyn Harlow (1848). Phineas fue un trabajador de ferrocarril que tras un incidente causado por una barra de hierro sufrió graves afectaciones cerebrales, sobre todo en la

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

región prefrontal, dando como resultado bruscos cambios de personalidad, en este caso pudieron notarse los primeros indicios de cómo las lesiones cerebrales en la parte frontal podían repercutir en ciertos aspectos conductuales.

García (2008), menciona que Ernst Feuchtwanger, en 1923, publicó resultados después de examinar a 400 soldados sobrevivientes alemanes de la primera Guerra Mundial con lesiones cerebrales causadas por traumatismos. Estos soldados presentaban alteraciones del estado de ánimo, apatía, desinhibición e impulsividad a comparación de los soldados que no tenían lesiones frontales. Esto llevó a Feuchtwanger a deducir que la corteza prefrontal está relacionada con la regulación de estas funciones.

Posner & Raichle (1994), señalaron que analizando las áreas cerebrales que se activan cuando se realizan tareas en las que está implicada la atención se puede postular la existencia de tres redes corticales, entre las cuales se encuentra la red ejecutiva de la atención, vinculada al lóbulo frontal, el cíngulo anterior y la corteza prefrontal lateral.

La neuropsicología clínica se desarrolló considerablemente en la segunda mitad del siglo XX, gracias al desarrollo de la psicometría se pudieron evaluar a una gran cantidad de personas con lesiones cerebrales a causa de las guerras, y se diseñaron nuevas técnicas de rehabilitación para sus funciones cognitivas (Rodríguez, 2009).

Todo esto hizo posible asociar a las funciones ejecutivas con diferentes regiones de la corteza prefrontal, sin embargo, este sistema trabaja en conjunto con otras estructuras corticales y subcorticales, por lo que se consideran procesos intermodales (Verdejo & Bechara, 2010).

Gracias al desarrollo de las pruebas neuropsicológicas se puede realizar una evaluación de las funciones ejecutivas, asociando los procesos cognitivos con las estructuras del córtex prefrontal correspondientes (Tirapu & Luna, 2008). Esta evaluación

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

indirecta de las funciones ejecutivas nos da un panorama general sobre las habilidades e inhabilidades de las funciones ejecutivas, lo que consideramos imprescindible para el desarrollo futuro de programas de intervención que mejoren estas capacidades.

En suma, las funciones ejecutivas son procesos mentales que permiten tomar decisiones dentro de un contexto determinado.

### **2.2 Anatomía de las funciones ejecutivas**

El funcionamiento de las funciones ejecutivas está relacionado con el desarrollo de los lóbulos frontales, más específicamente en la corteza prefrontal, la cual abarca casi el 30% del total de la corteza cerebral humana, siendo ésta la más desarrollada de la especie (Gutierrez & Ostrosky, 2011).

La corteza prefrontal está localizada en las regiones lateral, medial e inferior del lóbulo frontal y tiene conexiones con estructuras posteriores y subcorticales. Esta corteza se divide funcionalmente en tres regiones (Gutierrez & Orstrosky, 2011):

***Corteza prefrontal dorsolateral.*** Está ubicada en la región dorsal, mantiene conexiones con las áreas asociativas de la corteza occipital, parietal, temporal y con el cíngulo anterior. Se relaciona con los procesos de planeación, memoria de trabajo, fluidez, solución de problemas complejos, flexibilidad mental, generación de hipótesis, estrategias de trabajo, seriación y secuenciación (Stuss & Levine, 2000).

***Corteza orbitofrontal.*** Está ubicada en el lóbulo frontal aproximadamente a la altura de las órbitas de los ojos. Mantiene conexiones con el sistema límbico. Su función principal es la regulación emocional y conductual, así como la toma de decisiones posterior a la evaluación de riesgo-beneficio. Su región ventromedial se relaciona con la detección de condiciones de riesgo, mientras que la región lateral se relaciona con el

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

procesamiento de los matices negativo-positivo de las emociones (Flores & Ostrosky, 2008).

**Corteza prefrontal medial.** Relacionada con los procesos de regulación de la atención, inhibición de conducta, motivación y regulación de la agresión. Sus porciones anteriores participan en el proceso de mentalización. Su conexión con el cíngulo permite la solución de conflictos y detección de errores de ejecución (Flores & Ostrosky, 2008).

### **2.3 Desarrollo de la corteza prefrontal durante la adolescencia**

Desde el punto de vista filogenético, las zonas cerebrales más modernas son también las últimas en completar su desarrollo, es por esto que la corteza prefrontal no termina de madurar sino hasta entrando la adultez. Estructuras más primitivas, que se encargan de procesos más básicos como la motricidad o el procesamiento sensorial, terminan su maduración al inicio de la infancia (Flores & Ostrosky, 2008).

Durante la niñez el desarrollo del sistema nervioso es acelerado, en esta etapa ocurren cambios estructurales y funcionales significativos (Lozano & Ostrosky, 2011). Los cambios relacionados con las funciones ejecutivas, son los que más tardan en culminar, ya que la corteza prefrontal y la región supralímbica son las últimas en desarrollarse (Lozano & Ostrosky, 2011).

Los cambios que se presentan durante la adolescencia inician con un aumento de la sustancia gris en la zona prefrontal, que empieza a los 11 años en las mujeres y a los 12 en los varones aproximadamente, lo que refleja el desarrollo de nuevas sinapsis que van desde la corteza occipital hasta la frontal (Gogtay *et al.*, 2004). Durante esta etapa también se da un aumento de la sustancia blanca, este aumento se da de manera lineal y ocurre gracias a la mielinización progresiva de conexiones neuronales.

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

Otro cambio significativo es una progresiva mejora en las conexiones neuronales entre la corteza orbitofrontal y estructuras límbicas; estructuras como la amígdala, el núcleo caudado y el hipocampo ya están bastante desarrolladas en la infancia, es decir, son estructuras que ya han alcanzado una madurez de conexiones dendríticas y axonales. Por otro lado, la conexión entre las estructuras límbicas y la corteza prefrontal se dará de forma progresiva hasta la adultez, y su integración dará origen a habilidades como el control cognitivo y la regulación conductual y emocional (Goldberg, 2001).

En la adolescencia, la falta de integración de estas áreas se expresa en respuestas impulsivas, derivadas de las estructuras subcorticales con poca regulación por parte de la corteza prefrontal, es por esto que en esta etapa los individuos son más propensos a tener conductas de riesgo relacionadas con la sexualidad, el consumo de drogas o los comportamientos antisociales (Delgado, 2007).

### **2.4 Desarrollo piramidal de las Funciones Ejecutivas**

Entrando la adolescencia se empiezan a presentar conflictos en diversas áreas de la vida, entre las que resaltan la relación con los padres, inestabilidad emocional y las conductas de riesgo, las cuales han sido relacionadas con las modificaciones estructurales del cerebro mencionadas anteriormente (Olivia, 2007).

En un estudio realizado por Baird, Fidel-sang & Bennett (2005), en el que utilizaron Resonancia Magnética Funcional (RMF), se investigaron los mecanismos neuronales que podrían explicar las diferencias entre adolescentes y adultos en la toma de decisiones. A los participantes se les presentaron diversos escenarios hipotéticos (por ejemplo, "nadar con tiburones") y se les pidió que indicaran presionando un botón si pensaban que era una "buena idea" o una "mala idea". Los adolescentes tardaron significativamente más en seleccionar la opción en comparación con los adultos en los escenarios de "no es una

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

buena idea" en relación con los escenarios de "buena idea". Además, los adultos mostraron una mayor activación en la ínsula y el área facial fusiforme derecha en comparación con los adolescentes, durante las ideas "no buenas". Por otro lado, los adolescentes mostraron una mayor activación en la corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL) durante las ideas "no buenas" y hubo una correlación significativa entre la activación de CPF DL y el tiempo de reacción. Se propuso que, ante un escenario de riesgo, las respuestas relativamente eficientes de los adultos estaban impulsadas por imágenes mentales de posibles resultados y la respuesta visceral a esas imágenes. Sin embargo, los adolescentes confiaron más en las capacidades de razonamiento y, por lo tanto, activaron más la CPF DL.

Los déficits asociados al desarrollo de las funciones ejecutivas se expresan en alteraciones que van desde dificultades de autorregulación, perseveraciones, dificultad para planear, baja capacidad de memoria de trabajo y poca flexibilidad cognitiva, aunque es importante mencionar que algunas de estas características pueden estar relacionadas con ciertas etapas del desarrollo cerebral (Anderson, 2020).

En un estudio realizado por Casey et al. (1997) se utilizó resonancia magnética funcional al emplear una versión de la prueba Go/No-Go a un grupo de niños (de 7 a 12 años) y adultos jóvenes (de 21 a 24 años), se les presentó una serie de letras alfabéticas y se les pidió que presionaran un botón al ver cada uno, excepto cuando aparecía la letra X). Se instruyó a los voluntarios para que se abstuvieran de presionar cualquier botón si veían la letra 'X', el estímulo No-Go. Esta tarea requiere una acción ejecutiva: la orden de inhibir una respuesta habitual.

Los resultados mostraron que, tanto en niños como en adultos, varias regiones de la corteza frontal, incluidas la corteza cingulada anterior, la corteza orbitofrontal y las circunvoluciones frontales inferior y media se activaron durante la tarea que requería

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

inhibir la respuesta normal. Si bien la ubicación de la activación fue esencialmente la misma para ambos grupos de edad, hubo un volumen significativamente mayor de activación prefrontal en niños que en adultos, específicamente en la corteza prefrontal dorsolateral y extendiéndose hacia el cíngulo. Por el contrario, los adultos mostraron más actividad en la región ventral de la corteza prefrontal. Por lo tanto, la activación en la corteza prefrontal dorsolateral podría estar negativamente correlacionada con el desempeño conductual (interpretado a partir de las tasas de error), a diferencia de la corteza orbitofrontal cuya activación aumentó con la mejora en el desempeño conductual. De acuerdo con este patrón, aquellos sujetos que se desempeñaron mejor (es decir, aquellos que tenían tasas de error más bajas) y tenían la mayor activación orbitofrontal también tenían la menor activación prefrontal dorsolateral.

La mayor y más difusa actividad en la región dorsal de la corteza prefrontal en los niños sugiere que existe una mayor dependencia de esta región en los niños en comparación con los adultos. Los investigadores sugirieron que la red reclutada para esta tarea se modifica hasta la edad adulta, etapa en la que se utiliza la activación de una región más pequeña y focal de la corteza prefrontal para realizar la misma tarea.

Los cambios biológicos no son los únicos responsables del desarrollo óptimo de las funciones ejecutivas, las experiencias de aprendizaje y la interacción con el ambiente influyen de manera significativa. Factores como el nivel socioeconómico pueden tener también influencia, ya que estas condiciones de vida pueden generar altos niveles de estrés, baja calidad de vida, mala nutrición y menor calidad en educación, y por tanto, tener un efecto en el desarrollo de las funciones ejecutivas. Se ha visto que los ambientes empobrecidos se relacionan con menor capacidad ejecutiva (Lozano & Ostrosky, 2011).

Un estatus socioeconómico más alto está asociado con una menor exposición al estrés y con un mayor acceso al enriquecimiento cognitivo, como educación de alta

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

calidad, lenguaje dirigido a los niños, libros y juguetes. La variación en el estatus socioeconómico infantil se ha asociado con la variación en las medidas de la estructura y función del cerebro (Tooley, Basset & Mackey, 2017).

Parker, et al. (2017), realizaron un estudio cuyo objetivo era probar las posibles asociaciones entre la desigualdad de ingresos y la maduración cerebral. Esta investigación utilizó datos del Estudio de la Juventud de Saguenay de 1029 adolescentes de la región de Saguenay Lac Saint Jean de Quebec, Canadá. La información socioeconómica y de vivienda se recopiló del censo canadiense de 2006 y se analizó para determinar las diferencias entre los vecindarios con desigualdad de ingresos altos y bajos. Se encontró que los adolescentes de 12 a 18 años en hogares de bajos ingresos muestran una relación curvilínea más pronunciada entre la edad y el espesor cortical que los adolescentes en hogares de altos ingresos.

La mayoría de los problemas de salud y comportamientos de riesgo en esta etapa son resultado de los cambios biológicos y psicosociales por los que están pasando los adolescentes, tales como el desarrollo de su identidad, imagen corporal, identidad sexual y socialización (Antona, Madrid & Aláez, 2003). Esos factores pueden volverlos propensos a tomar decisiones de riesgo, y aunque se espera que estas características vayan disminuyendo en relación a la maduración cerebral, resulta vital el acompañamiento educativo y psicológico en esta etapa, ya que algunas decisiones pueden tener consecuencias indeseables e irreparables en sus vidas.

### **2.5 Diferencias estructurales en el desarrollo cerebral relacionadas al sexo**

Se han encontrado algunas generalidades respecto al funcionamiento de cerebros femeninos y masculinos, por ejemplo, las mujeres tienen mejores resultados en pruebas de velocidad perceptiva, fluidez en la ideación y fluidez verbal, también en tareas

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

manuales de precisión (motricidad fina) y cálculo matemático. Por su lado, los hombres han mostrado mejores puntuaciones en tareas espaciales, habilidades motoras gruesas, identificación de figuras en marcos complejos y razonamiento matemático (García, 2003; Verona, et al. 2003).

Urazán, et al. (2013) hicieron un estudio donde se compararon las funciones ejecutivas de estudiantes colombianos no institucionalizados con desórdenes de conducta con las de escolares normales, todos entre 6 y 12 años de edad. Ambos grupos fueron evaluados con una batería neuropsicológica infantil. Los participantes con desórdenes de conducta presentaron puntuaciones significativamente más bajas en habilidades perceptuales, memoria verbal, memoria visual diferida, lenguaje (repetición, expresión y comprensión), habilidades espaciales, atención visual y auditiva, habilidades conceptuales, fluidez verbal y gráfica y flexibilidad cognitiva. Estas mismas diferencias se encontraron entre los varones entre sí, excepto en repetición, mientras que las niñas presentaron menos diferencias entre sí, de manera que el desempeño cognitivo y ejecutivo fue más bajo entre los varones que entre las niñas con desórdenes conductuales, especialmente en funciones verbales y relacionadas con el lenguaje en general.

En un estudio transversal realizado en países bajos en el que evaluaron autorregulación, atención, planeación e iniciativa, a través de un cuestionario de auto reporte, en tres grupos de edades diferentes: adolescentes jóvenes, medios y adolescentes tardíos. Encontraron diferencias significativas en la autorregulación reportada por las mujeres en el periodo de adolescencia media (13 a 16 años), en este periodo de edad, las mujeres evaluaron más alto su capacidad atencional que los hombres y los hombres reportan niveles más altos de autocontrol (Tetering, et al., 2020)

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

Kimura (1978), mencionó que los hombres resuelven mejor que las mujeres determinadas tareas visoespaciales: mejor puntería, mejor visión tridimensional, mejor sentido de la orientación o mayor facilidad para descomponer figuras complejas. Barral (1996) menciona que las mujeres muestran una mayor habilidad para las funciones verbales, poseen un mayor procesamiento fonológico, una mayor articulación y fluidez de palabra, aprenden a hablar antes y padecen menos desórdenes del lenguaje.

Estas puntuaciones consisten en medidas estadísticas, dentro de las cuales cualquier individuo puede distanciarse de las medias de puntuación independientemente del género.

Algunas de las diferencias más notables entre los cerebros de ambos sexos son los relacionados al sistema límbico, los hombres muestran mayor actividad en las regiones basales, y las mujeres en el área tálamo-cingular. Esto se traduce emocionalmente en hombres con mayor tendencia a expresar su estado emocional a través de la agresión conductual, mientras que en las mujeres se manifiesta mayormente por mediación simbólica, verbalización y expresión oral (García, 2003).

Inkahladikar, et al. (2014) hicieron una investigación donde modelaron el conectoma estructural utilizando imágenes de tensor de difusión en una muestra de 949 jóvenes (428 hombres, 521 mujeres, de 8 a 22 años de edad) y descubrieron diferencias sexuales en la conectividad cerebral durante el curso del desarrollo. Los resultados sugieren que los cerebros masculinos están estructurados para facilitar la conectividad entre la percepción y la acción coordinada, mientras que los cerebros femeninos están diseñados para facilitar la comunicación entre los modos de procesamiento analítico e intuitivo.

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

Verona *et al.* (2003), en su revisión bibliográfica sobre las diferencias sexuales en el sistema nervioso humano mencionan seis hipótesis para explicar las diferencias cognitivas entre hombres y mujeres:

- a) Organización cerebral diferente. Se han encontrado diferencias sexuales en el cerebro de la mayoría de los mamíferos estudiados, monos, roedores y más recientemente en el ser humano, principalmente en estructuras como el hipotálamo, el cuerpo calloso y la comisura anterior.
- b) Factores endocrinos. Las hormonas gonadales pueden influir en el desarrollo de circuitos cerebrales, afectar el funcionamiento del cerebro, y además, la cognición sigue siendo sensible a las fluctuaciones hormonales a lo largo de toda la vida.
- c) Medio ambiente, sociedad y cultura: Factores socioculturales y de alfabetización afectan las estrategias cognitivas para la resolución de problemas, sin modificar la organización hemisférica, por lo que los factores socio-culturales por sí solos no explican estas diferencias.
- d) Modelo genético: Los factores genéticos son indispensables para que se manifiesten determinadas capacidades cognitivas, por ejemplo, variaciones en la habilidad espacial.
- e) Velocidad de maduración: Se ha visto que los adolescentes que maduran más tempranamente rinden mejor en test relacionados a habilidades verbales, independientemente del sexo. Por otro lado, los adolescentes que maduran más lentamente muestran mejores resultados en pruebas de habilidad espacial y presentan una mayor asimetría cerebral, por lo que se hipotetiza que es posible que la maduración cerebral determine la menor asimetría cerebral.

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

- f) Hipótesis antropológica: Dentro de este enfoque existen tres líneas de pensamiento independientes que pretenden explicar estas diferencias estructurales. La elaborada por los primeros antropólogos se basa en la teoría del colectivismo sexual primitivo. La segunda deriva del enfoque funcionalista, según esta corriente es el clima social el que moldea las actitudes de los individuos, pues juegan el papel de instrumento social para regular sus actividades. Por último, el estructuralismo, que destaca aspectos como el matrimonio y la división del trabajo vinculada al género para explicar las diferencias en el desarrollo de los modelos cognitivos en ambos sexos.

Echavarri, Godoy & Olaz (2007) hicieron un estudio de las aptitudes cognitivas de los ingresantes a la Universidad Empresarial Siglo XXI, en la ciudad de Córdoba, Argentina, en el mes de marzo, de los años 1998, 1999 y 2000. Administraron el Test de Aptitudes Diferenciales (DAT), y se centraron en los Test que permiten medir el desempeño en las áreas de razonamiento verbal, cálculo, razonamiento abstracto, ortografía y lenguaje. Los resultados demostraron que los hombres lograron ventajas en las pruebas de razonamiento verbal, cálculo y razonamiento abstracto, mientras que las mujeres obtuvieron mejores resultados en los test de ortografía y lenguaje.

Después de revisar diferentes estudios que comparan las habilidades cognitivas de ambos sexos se puede inferir que los resultados muestran una tendencia de los hombres en obtener puntajes más altos en pruebas de razonamiento visoespacial, pensamiento abstracto y razonamiento matemático, mientras que las mujeres generalmente tienen mayor ventaja en habilidades verbales, sobre todo en lo que se refiera a fluidez en el lenguaje.

Sin embargo, uno de los estudios más similares al que presentamos en la presente investigación arrojó resultados un poco distintos. Tamayo, et al (2018) evaluaron

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

el estado de las FE en estudiantes adolescentes en las instituciones educativas públicas del municipio de Envigado, Colombia. Usaron una muestra aleatoria de 280 estudiantes de undécimo grado de educación secundaria, a quienes se les aplicó la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas (BANFE). Los resultados muestran que los estudiantes obtuvieron un buen rendimiento en las funciones prefrontales anteriores, más del 50% de los evaluados obtuvo un diagnóstico normal. En las funciones orbitomediales se observó que más del 50% presentó un diagnóstico entre normal y normal alto. Lo contrario se observó en las funciones dorsolaterales y en el total de la batería BANFE, en las que más del 50% de los estudiantes presentaron alteraciones entre leves y severas. Al hacer la comparación entre los estudiantes según el sexo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las medianas de las funciones dorsolaterales y en el total de la Batería entre hombres y mujeres, observándose un mejor desempeño en los hombres en todas las FE que evalúa la BANFE. Por último, otro aspecto que los autores consideraron fue la correlación entre los puntajes obtenidos y su relación con el desempeño académico. Para esta comparación se basaron en los resultados de los estudiantes en la Prueba Saber 11° del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). Se encontró una relación significativa entre el desempeño de los estudiantes en la Prueba Saber 11° y las Funciones dorsolaterales y el total de la Batería.

En general, podemos decir que a pesar de la tendencia que mencionamos anteriormente, puede haber otros factores que influyan en el desarrollo de estas habilidades, sin que necesariamente sea el sexo biológico el único determinante.

### 3. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

#### ***Objetivos generales***

Evaluar el funcionamiento ejecutivo de un grupo de adolescentes de la ciudad de Ensenada, empleando la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE-2).

#### ***Objetivos Específicos***

Analizar los resultados obtenidos para identificar el funcionamiento ejecutivo de los adolescentes.

Identificar las áreas con mayor índice de alteraciones, y que, por lo tanto, podrían necesitar alguna intervención.

Comparar el desempeño según el sexo para tener una idea general de la influencia del sexo biológico en el desempeño de las funciones ejecutivas en esta muestra.

### 4. MÉTODO

Este es un estudio exploratorio de tipo descriptivo transversal, para realizarlo se analizaron las funciones ejecutivas en un grupo de adolescentes estudiantes de primer año de secundaria. Para la evaluación se aplicó la Batería de Pruebas Neuropsicológicas de Lóbulos Frontales (BANFE-2). Una vez obtenidos los resultados procedimos con el análisis de datos, calculamos promedios, y realizamos un ANOVA de 1 factor para encontrar diferencias significativas en el desempeño según el sexo.

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

### 4.1 Participantes

Los participantes fueron seleccionados por un muestreo por conveniencia de sujetos voluntarios, se trata de 92 sujetos, 49 hombres y 43 mujeres, de 11 a 14 años de edad, con una media de edad de 12.07 ( $DE=0.33$ ), que se encontraban cursando el primer año de educación secundaria.

### 4.2 Instrumento

**Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE-2).** La BANFE-2 Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE-2) tiene el objetivo de evaluar diferentes procesos cognitivos relacionados a diversas regiones de la corteza prefrontal en ambos hemisferios. Este instrumento agrupa pruebas de alta confiabilidad y validez para la evaluación de dichos procesos, estas pruebas se caracterizan por tener poca complejidad cognitiva a favor de la especificidad de área.

Las pruebas que conforman la batería utilizada han sido ampliamente utilizadas por la comunidad científica y con especificidad de área, determinada tanto por estudios con sujetos con daño cerebral como por estudios de neuroimagen funcional. Este es un procedimiento de validez convergente y clínica propuesto para la neuropsicología. Los reactivos que se incluyen en la prueba tienen una alta validez de constructo. Se basan en estudios de neuroimagen y neuropsicología clínica que han mostrado su alta correlación entre los procesos evaluados y la actividad cerebral (Flores, Ostrosky & Lozano, 2014).

En la tabla 1 se indican las pruebas utilizadas para evaluar cada corteza y sus respectivas funciones.

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

**Tabla 1.**

*Pruebas neuropsicológicas que conforman la BANFE-2 en relación con las funciones y el área que evalúan*

Áreas	Funciones	Pruebas
Prefrontal Anterior	Metamemoria Comprensión de sentido figurado Actitud abstracta	Clasificaciones semánticas Selección de refranes Metamemoria
Dorsolateral (Funciones Ejecutivas)	Fluidez Verbal Productividad Flexibilidad mental Planeación visoespacial Planeación secuencial Secuenciación inversa Control de codificación	Señalamiento autodirigido Memoria de trabajo visoespacial Ordenamiento alfabético de palabras
Dorsolateral (Memoria de trabajo)	Memoria de trabajo visual autodirigida Memoria de trabajo verbal-ordenamiento Memoria de trabajo visoespacial-secuencial	Clasificación de cartas Laberintos Torre de Hanoi Suma y resta consecutiva
Orbitomedial	Control Inhibitorio Seguimiento de reglas Procesamiento riesgo-beneficio	Efecto Stroop Juego de cartas Laberintos

*Nota: Modificada de Flores, J. Ostrosky, F. & Lozano, A. (2012). BANFE: Bateria Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales. México, DF: Manual Moderno.*

Una vez calculadas las puntuaciones naturales totales por área y el total de Funciones Ejecutivas, puede transcribirse su puntuación normalizada equivalente. El cálculo de las puntuaciones normalizadas nos permite determinar si la ejecución de una persona está en un rango normal alto, dentro de un rango normal, con alteraciones leves a moderadas o con alteraciones severas. Las puntuaciones normalizadas tienen una

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

media de 100 y una desviación estándar de 15. En la tabla 2 se especifica la clasificación según la puntuación normalizada obtenida.

**Tabla 2.**

*Clasificación de las puntuaciones totales normalizadas*

<b>Puntuación total normalizada</b>	<b>Clasificación</b>
116 - en adelante	Normal alto
85 - 115	Normal
70 - 84	Alteración leve-moderada
69 - o menos	Alteración severa

### **4.3 Procedimiento**

Para poder llevar a cabo las evaluaciones, se solicitó autorización de los directivos de una escuela secundaria pública de Ensenada, Baja California, México, la Secundaria Técnica #24. Dichas evaluaciones tuvieron lugar en el turno vespertino, con todos los alumnos de 1er. año.

Las evaluaciones fueron individuales, se solicitaron listas de asistencia de todos los grupos de 1ro. y se fueron llamando de uno en uno en orden alfabético para evaluarlos. La muestra estaba conformada por todos los adolescentes de 1er grado, ningún estudiante se rehusó a hacer la prueba.

Las evaluaciones se llevaron a cabo en salones que no estaban siendo ocupados para clases en ese momento, eran salones amplios y con buena iluminación. Nos ubicamos en un escritorio donde solo nos sentábamos de frente el evaluador y el estudiante.

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

El tiempo promedio de aplicación fue de 50 minutos por evaluación, se procuraba que no hubiera mucho ruido alrededor, así como hacer buen uso del tiempo para que ninguna prueba quedara inconclusa o fuera interrumpida. Se hicieron aproximadamente cuatro evaluaciones por día.

Durante la evaluación lo único que se tenía sobre el escritorio eran los materiales de trabajo (protocolos, hojas de trabajo, láminas, figuras, cartas, etc.) y un cronómetro.

Antes de comenzar con la evaluación, al estudiante se le hacían una serie de preguntas previas, esto como parte del protocolo de la BANFE, dichas preguntas están enfocadas en saber si el individuo padece alguna enfermedad crónica, si ha sufrido traumatismos craneoencefálicos, o cual otra cuestión que pudiera influir negativamente en el desempeño de sus funciones ejecutivas. Posteriormente se les explicaban los objetivos de la evaluación y se procedía con la prueba.

Al terminar la calificación de todas las pruebas, se hizo un vaciado de información donde se organizaron los puntajes por corteza y promedio final, después, para análisis posteriores y más minuciosos, se organizaron los puntajes por sexo.

### ***Análisis de datos***

Se calificó individualmente cada aplicación de la BANFE-2 posteriormente se calcularon los promedios, desviación estándar y error estándar del total de la muestra. Se realizaron análisis descriptivos del total de la muestra para los índices de funciones ejecutivas, de la corteza orbitomedial, de la corteza prefrontal anterior y de la corteza dorsolateral. Posteriormente la muestra se dividió por sexos y se realizó un análisis de varianza para comparar múltiples medias (ANOVA) de un factor y así poder obtener las diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones obtenidas.

## 5. RESULTADOS

La muestra estuvo compuesta por un grupo de 92 estudiantes de 11 a 14 años con una media de edad de  $12.07 \pm 0.33$ , que se encontraban cursando el primer año de educación secundaria, 49 hombres con una edad promedio de  $12.18 \pm 0.60$  y 43 mujeres con un promedio de edad  $11.92 \pm 0.23$ .

En los resultados generales de la evaluación del índice de funciones ejecutivas, encontramos que el 41.30% presenta resultados normales, solo el 1.08% alcanzaron resultados normales-altos, el 29.34% presentó alteraciones leves y el 28.26% presentó alteraciones severas. El promedio general del índice de funciones ejecutivas es de  $79.82 \pm 14.31$ , esta puntuación entra en la clasificación de alteración leve-moderada. Concluyendo, el 57.6% reflejan alteraciones.

En los resultados de las tareas relacionadas con el índice orbitomedial, se observa que el 58.70% obtuvieron resultados normales, el 7.61% normales-altos, el 19.57% obtienen resultados con alteraciones leves y el 14.13% presentan alteraciones severas. Los estudiantes obtuvieron un promedio de  $90.54 \pm 17.37$ , este promedio se clasifica como normal.

En los resultados de las funciones relacionadas con el índice prefrontal anterior, el 54.3% de los participantes obtuvieron puntuaciones normales, el 5.4% normales-altas, el 31.5% obtienen puntuaciones con alteraciones leves y el 8.7% alteraciones severas. El promedio obtenido por los estudiantes en este índice es de  $90.17 \pm 17.44$ , este puntaje promedio se considera normal.

En los resultados obtenidos en las funciones relacionadas al índice dorsolateral, observamos que el 41.3% presenta resultados normales, el 2.17% normales-altos, el

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

28.26% presenta puntajes que indican alteraciones leves y el 28.26% alteraciones severas. El promedio obtenido en las tareas que evalúan funciones relacionadas con el índice dorsolateral es de  $80.93 \pm 12.81$ , este puntaje se clasifica como alteración leve.

### 5.1 Resultados de Funciones Ejecutivas por Sexo

Para el análisis de varianza (ANOVA) se dividió a la muestra en dos grupos dependientes del sexo, en la tabla 3, se muestran los promedios de cada índice, los cuales se tomaron en cuenta para el análisis.

**Tabla 3.**

*Promedios de las puntuaciones por sexo.*

	Orbitomedial	Prefrontal anterior	Prefrontal dorsolateral	Funciones Ejecutivas
Hombres	91.97	89.67	77.63	77.14
Mujeres	88.90	90.27	84.69	83.23

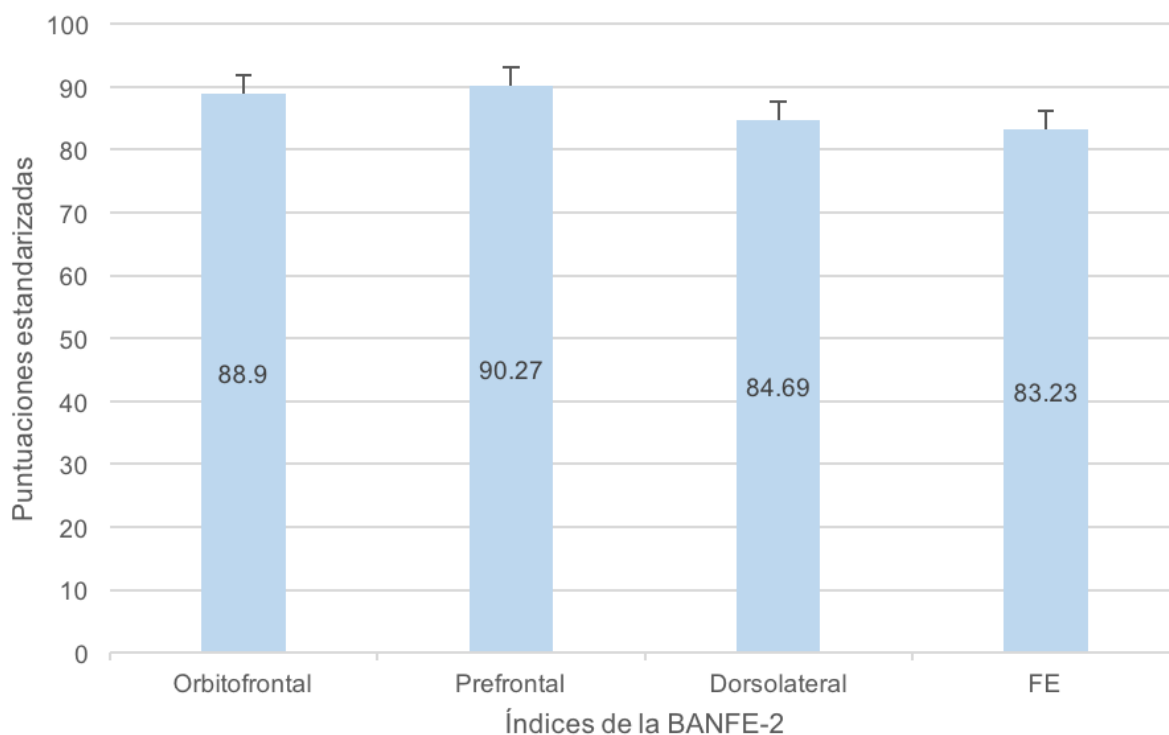
El ANOVA arrojó diferencias significativas entre el desempeño de los distintos índices de la prueba entre ambos sexos y entre los participantes masculinos, las mujeres no mostraron diferencias significativas en el desempeño de los distintos índices.

En la Figura 1 presentamos los promedios obtenidos por las mujeres en los distintos índices. Como mencionamos anteriormente, no presentaron diferencias significativas en el desempeño de los distintos índices

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

**Figura 1.**

*Promedios del desempeño de las participantes femeninas en los 4 diferentes índices que evalúa la BANFE-2.*

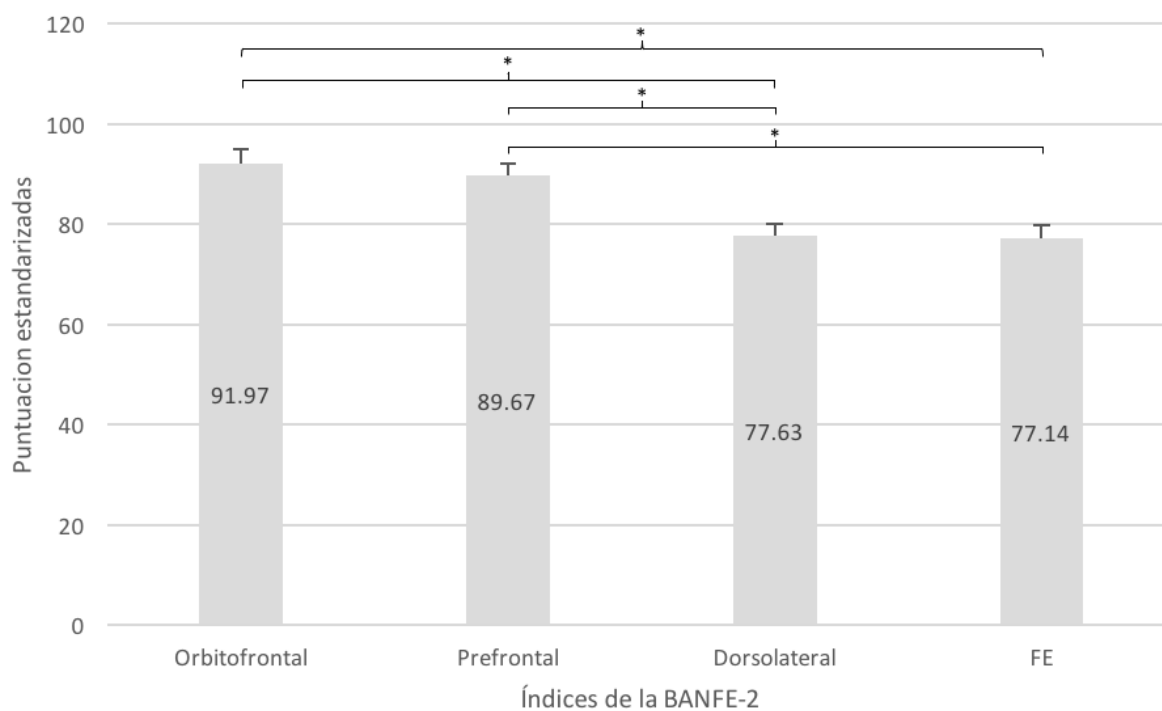


En la Figura 2 presentamos de manera gráfica los promedios obtenidos por los participantes masculinos en los diferentes índices. Las diferencias significativas más importantes se dieron entre el índice Orbitofrontal y el índice Dorsolateral, con una diferencia de 14.34 puntos ( $p=.000$ ); el índice Orbitofrontal también supera significativamente a el índice total de Funciones Ejecutivas con 14.83 puntos ( $p=.000$ ). El índice Prefrontal supera significativamente al índice de Funciones Ejecutivas con una diferencia de 12.53 puntos ( $p=.001$ ) y al índice Dorsolateral con una diferencia de 12.04 puntos ( $p=.002$ ).

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

**Figura 2.**

*Diferencias significativas entre los distintos índices en los participantes hombres.*



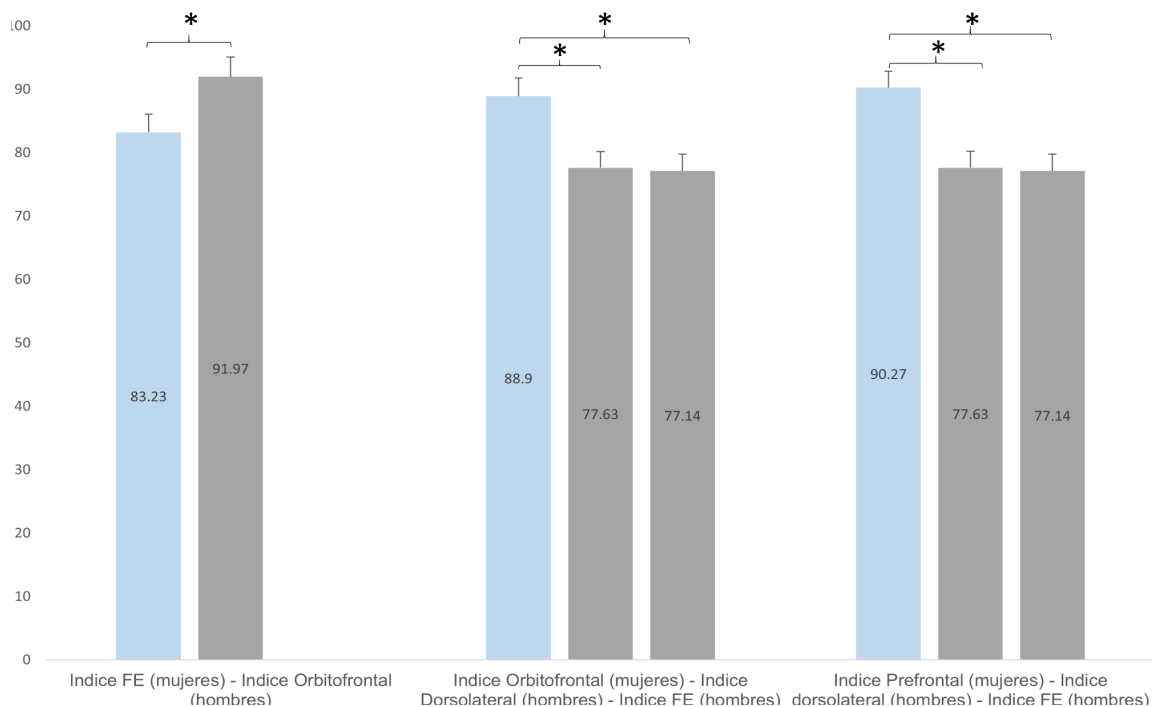
En la figura 3 presentamos gráficamente las diferencias significativas que se encontraron en el desempeño de los distintos índices según el sexo. Las diferencias se dieron entre el índice Prefrontal de las mujeres y el índice de Funciones Ejecutivas de los hombres, con una diferencia de 13.13 puntos ( $p= .001$ ); hubo diferencias significativas entre el índice Prefrontal de las mujeres y el índice Dorsolateral de los hombres con una diferencia de 12.64 puntos ( $p=.001$ ). Se encontraron diferencias significativas entre el índice Orbitofrontal de las mujeres y el índice total de Funciones Ejecutivas de los hombres con una diferencia de 11.76 puntos ( $p=.003$ ); se encontraron diferencias significativas entre el índice Orbitofrontal de las mujeres y el índice Dorsolateral de los hombres, con una diferencia es de 11.27 puntos ( $p=.005$ ). La menor diferencia se dio

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

entre el índice Orbitofrontal de los hombres y el índice de Funciones Ejecutivas de las mujeres con diferencia de 8.74 puntos ( $p=.027$ ).

**Figura 3.**

*Diferencias significativas entre hombres y mujeres.*



*Nota. En color azul se indican los índices relacionados con la ejecución de mujeres y en color gris se identifica la ejecución de hombres. En el primer bloque se aprecia el promedio del índice de funciones ejecutivas (FE) en mujeres en comparación con el índice orbitofrontal de hombres. En el segundo bloque de barras se aprecia en color azul el promedio del índice orbitofrontal en mujeres en comparación con el promedio del índice dorsolateral y de FE en hombres en color gris. En el tercer bloque de barras se puede apreciar en color azul el promedio del índice prefrontal en mujeres en comparación con el índice dorsolateral en hombres e índice de funciones ejecutivas en hombres que se presentan en color gris. (\*Indica diferencias significativas).*

### 6. DISCUSIÓN

En general, los resultados muestran que el mayor grado de afectación se presenta en el índice de funciones ejecutivas y el índice dorsolateral, donde más del 50% de los evaluados obtuvieron puntajes que denotan alteraciones de leves a severas para su grupo de edad. Esto nos indica que este grupo de adolescentes estaría presentando dificultades en sus habilidades de planeación, memoria de trabajo, fluidez verbal, solución de problemas complejos, flexibilidad mental, generación de hipótesis, estrategias de trabajo, seriación y secuenciación

Estos resultados podrían ser explicados por diferentes factores, principalmente por los cambios en el desarrollo que pueden ser el origen de la disparidad entre cortezas, pues evolutivamente se podría deducir que el sistema nervioso central tiene como prioridad el desarrollo y maduración de aquellas áreas que están más íntimamente relacionadas con habilidades que mejoran la supervivencia, y posteriormente de aquellas que tienen más que ver con la especialización de funciones complejas.

Flores, Castillo & Jiménez (2014) mencionan que algunas funciones ejecutivas tienen un desarrollo más temprano y acelerado que otras, algunos investigadores han observado un desarrollo piramidal en el que las FE más básicas preceden y soportan el desarrollo de las FE más complejas. Las FE de desarrollo y consolidación en la niñez son la detección de riesgos, la memoria de trabajo visoespacial y el control inhibitorio; las FE que se consideran de desarrollo intermedio son la memoria de trabajo, la flexibilidad mental, planeación visoespacial, memoria estratégica y planeación secuencial, cuyo desarrollo es constante en la infancia, alcanzando su máximo desempeño a partir de los 12 años de edad; las FE de desarrollo tardío son la fluidez verbal, generación de categorías abstractas y comprensión del sentido figurado, estas funciones consolidan su desarrollo en edades más avanzadas que abarcan desde la adolescencia hasta la

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

juventud. Esto se podría relacionar con los mejores resultados obtenidos en las tareas relacionadas con la corteza orbitomedial y los resultados más bajos obtenidos en torno a las funciones de la corteza dorsolateral

En estudios realizados por Flores, Tinajero & Castro (2011) se encontró que estas funciones continúan su desarrollo en aquellos sujetos que tienen una preparación académica más completa, como estudios universitarios y de posgrado. Esto nos podría indicar que para estudios posteriores se podría también hacer una evaluación de desempeño académico, o examinar el nivel educativo del plantel donde se llevó a cabo el estudio, con el fin de encontrar correlaciones entre estas variables que pudieran explicar las alteraciones encontradas en sus estudiantes.

Por ejemplo, retomando el estudio llevado a cabo por Tamayo et al. (2018), se encontró que hay una relación significativa entre el desempeño académico de los estudiantes y las funciones relacionadas con la corteza dorsolateral y el total de funciones ejecutivas específicamente.

Se menciona anteriormente que algunos autores proponen que las FE más básicas soportan a las FE más complejas, manteniendo una relación piramidal durante la niñez, sin embargo, existen varios factores como el estilo parental, la situación socioeconómica, el dominio de más de un lenguaje, el contexto cultural y la escolaridad de los padres, que tienen efectos significativos en el desempeño ejecutivo de los niños y su posterior desarrollo y consolidación. En este estudio no se evaluaron esas variables, por lo que no se puede hacer una correlación con los resultados que obtuvimos, pero son puntos muy importantes a tomar en cuenta para futuras investigaciones.

Respecto a las diferencias encontradas según el sexo, en la literatura revisada se podía observar una tendencia de los hombres a tener mejores resultados en pruebas de

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

razonamiento visoespacial, pensamiento abstracto y razonamiento matemático (García, 2003; Verona, et. al., 2003; Kimura, 1978; Echavarri, Godoy & Olaz, 2007), mientras que las mujeres generalmente tenían mayor ventaja en habilidades verbales, sobre todo en lo que se refiera a fluidez en el lenguaje (Barral, 1996; Echavarri, Godoy & Olaz, 2007). En el presente estudio, al comparar el desempeño de un mismo índice entre sexos, no se observó ninguna diferencia significativa. Las diferencias aparecen al comparar el desempeño de diferentes índices entre sí. Los hombres obtuvieron puntuaciones significativamente mayores en el índice orbitofrontal en comparación con el desempeño de las mujeres en el índice de funciones ejecutivas; las mujeres obtuvieron puntuaciones significativamente mayores en el índice orbitofrontal en comparación con el desempeño de los hombres en el índice dorsolateral y de funciones ejecutivas; por último, las mujeres obtuvieron significativamente mejores puntuaciones en el índice prefrontal que los hombres en el índice dorsolateral y de funciones ejecutivas. Estas diferencias de desempeño podrían ser explicadas por diferencias madurativas propias del desarrollo cerebral, o por factores ambientales que contribuyen al mejor desarrollo de unas funciones que otras.

Encontramos algunas similitudes con el estudio realizado por Urazán, et al. (2013), donde reportaron que después de evaluar las funciones ejecutivas en una muestra de niños de 6 a 12 años, los niños presentaban mayor cantidad de diferencias entre sus pares, pero las niñas no, tal y como hemos encontrado nosotros en la muestra de adolescentes que evaluamos. Por otro lado, Tetering, et al., (2020) reportaron que las adolescentes mujeres mostraron mejores puntuaciones en las tareas de autorregulación en comparación con sus pares hombres, resultados muy similares encontramos también en nuestra muestra, donde las mujeres puntuaron índices significativamente más altos en las funciones relacionadas con la corteza orbitofrontal (incluye la clasificación de cartas y

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

torre de Hanoi), en comparación con los índices de la corteza dorsolateral en hombres y funciones ejecutivas. La prevalencia de las mujeres en tener mejores habilidades en fluidez verbal, es algo que se repite entre estudios.

El fin último de este estudio es conocer el desempeño de las funciones ejecutivas, y dados los resultados consideramos que es necesario dar a conocer las alteraciones encontradas que presentan los estudiantes adolescentes mexicanos en sus habilidades cognitivas, así en estudios posteriores se pueden aplicar estrategias y/o intervenciones que ayuden a mejorar estas funciones.

Esta investigación nos invita a reflexionar que, para lograr innovaciones en los sistemas educativos, será importante que los agentes educativos entiendan cómo el cerebro procesa información, controla emociones y estados conductuales. En todas las escuelas se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, independientemente de la corriente de enseñanza que tenga el centro educativo, en este proceso participan habilidades cognitivas, sociales, emocionales y físicas, que se van modificando y consolidando. El propósito de incluir las neurociencias en los centros educativos es aportar a los educadores nuevas estrategias para innovar la práctica pedagógica. Si los educadores saben cómo aprende el cerebro, su planificación curricular incluirá diferentes estrategias para aprovechar todo el potencial que este posee (Campos, 2010).

Recientemente ha emergido una nueva línea de investigación, la Neuroeducación, que tiene como objetivo ser un puente entre los agentes educativos y los conocimientos sobre el funcionamiento cerebral, uniendo disciplinas como la Neurociencia, Psicología cognitiva y Pedagogía. El conocimiento que aporta esta línea de investigación aporta todo un panorama de oportunidades al demostrar que el cerebro tiene plasticidad y puede aprender mejor en determinadas condiciones ambientales.

## 7. CONCLUSIONES

La evaluación de las funciones ejecutivas nos permite obtener medidas objetivas acerca de las capacidades de planeación, abstracción, solución de problemas flexibilidad, habilidades metacognitivas y emocionales relacionadas anatómicamente a la corteza prefrontal. Aunque lo ideal, sería poder relacionar cada evaluación con la toma de decisión de la vida diaria con el objetivo principalmente de saber la relación de la toma de decisiones de los adolescentes, los índices obtenidos y la maduración cerebral.

En nuestro estudio evaluamos las funciones ejecutivas en un grupo de adolescentes y encontramos que un porcentaje elevado (57.6%) obtuvieron puntuaciones por debajo de lo normal.

Las puntuaciones obtenidas por los adolescentes deben ser de interés para el grupo familiar, escolar y social porque una puntuación por debajo del promedio podría reflejar un retraso madurativo y tener consecuencias negativas en la toma de decisiones de los adolescentes.

El estudio de estas funciones y del desarrollo evolutivo de la corteza cerebral nos pone en ventaja para futuras intervenciones psicoterapéuticas y clínicas.

Llevar a cabo este tipo de estudios también permite poner en práctica las pruebas neuropsicológicas, las cuales necesitan estarse actualizando constantemente mientras el contexto va evolucionando. Gracias a estas pruebas podemos evaluar diferentes áreas cerebrales asociando los procesos cognitivos con las estructuras del córtex prefrontal correspondientes. Esta evaluación indirecta de las funciones ejecutivas nos da un panorama general sobre las habilidades e inhabilidades de las funciones ejecutivas.

**REFERENCIAS**

Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82.

<https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>

Antona, A., Madrid, J. & Aláez, M. (2003). Adolescencia y salud. *Papeles del psicólogo*, 23(84), 84.

Baird, A., Fugelsang, J., & Bennett, C. (2005). What were you thinking: An fMRI study of adolescent decision-making. In *Poster presented at the 12th Annual Cognitive Neuroscience Society (CNS) Meeting*

Barral, M. J. (1996). Diferencias cerebrales entre el hombre y la mujer. *Area*, 3, 8-15.

Campos, A. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *Centro Iberoamericano de Neurociencias, Educación y Desarrollo Humano*.

Casey, B. J., Trainor, R. J., Orendi, J. L., Schubert, A. B., Nystrom, L. E., Giedd, J. N., Castellanos, F. X., Haxby, J. V., Noll, D. C., Cohen, J. D., Forman, S. D., Dahl, R. E. & Rapoport, J. L. (1997). *A Developmental Functional MRI Study of Prefrontal Activation during Performance of a Go-No-Go Task. Journal of cognitive neuroscience*, 9(6), 835-847. <https://doi.org/10.1162/jocn.1997.9.6.835>

Delgado, A. O. (2007). Desarrollo cerebral y asunción de riesgos durante la adolescencia. *Apuntes de psicología*, 239-254.

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

Echavarri, M., Godoy, J., & Olaz, F. (2007). Diferencias de género en habilidades cognitivas y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Universitas psychologica*, 6(2), 319-329.

Lázaro, J. C. F., & Solís, F. O. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1), 47-58.

Flores, J. Ostrosky, F. & Lozano, A. (2012). BANFE: Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales. *Manual Moderno*.

Flores, J., Castillo, R. & Jiménez, N. (2014). Desarrollo de las funciones ejecutivas, de la niñez a la juventud. *Anales de psicología*. vol. 30. P. p. 463-473.

Flores, J., Tinajero, B., y Castro, B. (2011). Influencia del nivel y de la actividad escolar en las funciones ejecutivas. *Revista Interamericana de Psicología*, 281-292

García, A. (2008). Aproximación histórica a las alteraciones comportamentales por lesiones del córtex prefrontal: de Phineas Gage a Luria. *Rev Neurol*, 46(3), 175-181.

García, E. (2003). Neuropsicología y género. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, (86), 7-18.

Goldberg, E. (2001). El cerebro ejecutivo, lóbulos frontales y mente civilizada. Barcelona. *Editorial Crítica*.

Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C. & Thompson, P. M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8174-8179.

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

Gutiérrez, A. L., & Ostrosky, F. (2011). Desarrollo de las Funciones Ejecutivas y de la Corteza Prefrontal. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), 158-172.

Harlow. J.M. (1848). Passage of an iron rod through the head. *Boston Med Surg J*, 39 (1848), pp. 389-393

Ingalhalikar, M., Smith, A., Parker, D., Satterthwaite, T. D., Elliott, M. A., Ruparel, K., & Verma, R. (2014). Sex differences in the structural connectome of the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(2), 823-828.

Kimura, D. (1987). Are men's and women's brains really different?. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 28(2), 133–147.

Lázaro, J. C., & Solis, F. O. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1), 47-58.

Lezak, M. D. (2004). Neuropsychological assessment. *Oxford University Press*, USA.

Lozano, A. & Ostrosky, F. (2011). Desarrollo de las Funciones Ejecutivas y de la Corteza Prefrontal. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), 159-172.

Luria, A. (1973). The working brain: an introduction to neuropsychology. *Basic Books*.

Newton, J. & Harrison, V. (2005). The cognitive and social development of the child. *Dental update*, 32(1), 33–38.

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

Posner, M. & Raichle, M. (1994). *Images of the mind*. Nueva York: Scientific American Library.

Olivia, A. (2007). Desarrollo cerebral y asunción de riesgos durante la adolescencia. *Apuntes de psicología*, 25(3), 239-254.

Restrepo, F. (2008). Funciones ejecutivas: aspectos clínicos. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 59-76.

Rodriguez, M. (2009). Definición y breve historia de la Neuropsicología. *Facultad de estudios Zaragoza, UNAM*.

Stuss, D. & Alexander, M. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychology Research*, 63, 289-298

Tamayo, D., Merchán, V., Hernández, J., Ramírez, S. & Gallo, N. (2018). Nivel de desarrollo de las funciones ejecutivas en estudiantes adolescentes de los colegios públicos de Envigado-Colombia. *CES Psicología*, 11(2), 21-36.

Tetering, M., Laan, A. Kogel, C., Groot, R. & Jolles, J. (2020). Sex differences in self-regulation in early, middle and late adolescence: A large-scale cross-sectional study. *PloS one*, 15(1), e0227607.

Tirapu, J. & Luna, P. (2008). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Manual de neuropsicología*, 2, 219-59.

Tirapu, J., Muñoz, M. & Pelegrín, C. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *Revista de neurología*, 41(8), 475-484.

Tooley, U., Bassett, D. & Mackey, A. (2021) Environmental influences on the pace of brain development. *Nat Rev Neurosci* 22, 372–384 (2021).

## DESEMPEÑO DE FUNCIONES EJECUTIVAS EN ADOLESCENTES

Urazán, G., Puche, M., Caballero, M. & Rey, C. (2013). Cognitive and Executive Functions in Colombian School Children with Conduct Disorder: Sex Differences. *Revista colombiana de psiquiatría*, 42(4), 324–332.

Verdejo-García, Antonio, & Bechara, Antoine (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227-235.

Verona J., et al. (2003). Diferencias sexuales en el sistema nervioso humano. Una revisión desde el punto de vista psiconeurobiológico. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 3(2), 351-361.