

Relación entre la memoria de trabajo, inhibición de respuesta, y habilidad verbal con el éxito académico y el comportamiento en adolescentes

David R. Villagómez P. , Graham Pluck, y Pamela N. Almeida M.

Quito Brain and Behavior Lab. Universidad San Francisco de Quito. P.O. BOX: 170901.

Autor para correspondencia: new.e.education@gmail.com

Fecha de recepción: 17 de julio 2017; aceptación: 20 de septiembre 2017

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar, por una parte, tres funciones ejecutivas y su relación con el rendimiento académico. Por otra parte, indicar la relación entre estas funciones ejecutivas y el comportamiento de adolescentes dentro de su institución educativa. El número total de participantes fue 66. Se utilizaron las versiones en español del subtest *Vocabulario WISC*, *Reading Span*, y *Hayling*, para medir la habilidad verbal, memoria de trabajo e inhibición de respuesta, respectivamente. Una versión modificada del test *Hayling* que se aplicó, fue creada exclusivamente para esta investigación. Para medir el desempeño académico de los participantes, se usaron sus calificaciones correspondientes a un periodo de cinco meses en cuatro materias: Lenguaje, Biología, Historia y Matemática. Adicionalmente, se aplicó una encuesta a cuatro profesores distintos sobre el comportamiento de cada uno de los 66 participantes. Como consecuencia, el análisis estadístico a través de SPSS indica correlaciones positivas y negativas, no solamente entre las funciones ejecutivas y algunas materias, sino también con el mal comportamiento. Se concluye que la memoria de trabajo y la inhibición de respuesta de los participantes están relacionadas con la escritura, lectura, y con el comportamiento irrespetuoso y agresivo de los estudiantes participantes. Con base en los resultados preliminares del presente artículo, se prevé realizar otra investigación con una muestra mayor.

Palabras clave: Funciones ejecutivas, éxito académico, memoria de trabajo, inhibición de respuesta, predictores del logro académico, correlación.

ABSTRACT

The objectives of this research were, first, to analyze three executive functions and their correlation with academic achievement. Second, this study wanted to show the relation of executive functions and students' misbehavior at school. The total number of participants was 66 adolescents. The Spanish version of Vocabulary WISC, Reading Span, and Hayling were used to measure verbal ability, working memory, and response inhibition respectively. A modified version of Hayling test was created and applied specifically for this study. To assess the academic achievement, five-month period grades of Language, Science, History, and Math were included. In addition, a behavior questionnaire about students' behavior was applied to four different teachers for each of the 66 participants. Consequently, the statistical analysis with SPSS shows significant correlations between executive functions and the academic achievement in some subjects, as well with students' misbehavior. As conclusion, participants' working memory and response inhibition are related to their reading and writing ability, as well with their disrespectful and aggressive behavior.

Keywords: Executive functions, academic achievement, working memory, response inhibition, predictors of achievement, correlation.

1. INTRODUCCIÓN

En este estudio se buscó entender mejor la relación entre las funciones ejecutivas de adolescentes, el logro académico, y el comportamiento en el contexto de la educación pública ecuatoriana (Villagómez, 2017). Así mismo, se quiso conocer específicamente de qué manera la memoria de trabajo e inhibición de respuesta están asociadas con la cognición compleja y cómo estas pueden predecir las calificaciones en 4 diferentes áreas (lenguaje, matemática, ciencias naturales y estudios sociales). Por otra parte, se buscó identificar si la memoria de trabajo o la inhibición de respuesta tienen relación con el comportamiento en el aula (por ejemplo, problemas de agresividad o comportamiento antisocial). Investigaciones previas con adolescentes muestran un rol importante de la memoria de trabajo en el éxito académico, particularmente en matemática (Alloway & Alloway, 2010). Sin embargo, trabajos recientes con estudiantes universitarios sugieren que, en general, la inhibición de respuesta es más importante que la memoria de trabajo, y el nivel de inteligencia en general, para predecir el logro académico (Pluck, Ruales-Chieruzzi, Paucar-Guerra, Andrade-Guimaraes, & Trueba, 2016).

Es importante considerar que no se han hecho estudios correlacionales sobre las tres funciones ejecutivas que forman parte de esta investigación, el logro académico y el comportamiento con la población de este estudio. Por ello, los problemas identificados son, por una parte, la ausencia de estudios previos sobre la relación entre la memoria de trabajo e inhibición de respuesta, la cognición compleja, y cómo estas funciones ejecutivas pueden predecir las calificaciones en 4 diferentes áreas (lenguaje, matemática, ciencias naturales y estudios sociales). Y, por otra parte, la falta de información en el contexto de la educación pública ecuatoriana que busque identificar la relación entre la memoria de trabajo o la inhibición de respuesta con el comportamiento de adolescentes dentro de su institución educativa, por ejemplo, problemas de agresividad, comportamiento antisocial (Villagómez, 2017). Por lo tanto, las interrogantes que surgieron y que buscamos responder fueron principalmente: *¿Cuál es el grado de relación entre la memoria de trabajo, la habilidad verbal y la inhibición de respuesta con el éxito académico en adolescentes entre 15 y 16 años?* y *¿Cómo se relacionan los niveles de comportamiento en estudiantes con el puntaje de las evaluaciones de sus funciones ejecutivas (inhibición de respuesta, memoria de trabajo, y habilidad verbal)?*

Las funciones ejecutivas están relacionadas con la ejecución de tareas cognitivas complejas y cómo éstas son controladas y coordinadas (Miyake *et al.*, 2000; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Investigaciones muestran que las funciones ejecutivas son un conjunto de mecanismos que controlan el funcionamiento de diferentes procesos sub-cognitivos que intervienen en la conducta y la cognición humana (Miyake *et al.*, 2000). Teniendo esto en cuenta, las funciones ejecutivas pueden ser categorizadas en: habilidades de creación de objetivos, planificación, comportamiento orientado a metas y rendimiento efectivo (Jurado & Rosselli, 2007). El uso de las funciones ejecutivas hace posible que una persona deje de hacer lo que haya estado haciendo, resistir la tentación, y medir las consecuencias para seleccionar las mejores acciones que se deben tomar (Diamond, 2013). Por esta razón tienen estrecha relación con la moral y el comportamiento ético (Ardila, 2008). La evidencia científica sugiere que las funciones ejecutivas están relacionadas a la corteza frontal (Elliott, 2003). Este alto grado de relación ha dado lugar a que muchos investigadores se refieran a las funciones ejecutivas como funciones frontales (Stuss & Alexander, 2000).

El lóbulo frontal está asociado a la regulación de las respuestas a las señales que provienen de otras partes del cerebro y es en donde situaciones novedosas o cognitivamente exigentes son procesadas por medio de habilidades como la planificación, la toma de decisión, el comportamiento dirigido al cumplimiento de objetivos, y el monitoreo de la efectividad de acciones orientadas a metas (Stuss, 1992). Debido a este variado rango de actividades, en el control de las funciones ejecutivas no interviene una sola región, sino que existen áreas fundamentales como el ganglio basal, la amígdala y el hipocampo, que están relacionadas con las sensaciones, movimientos y reacciones que experimenta el cuerpo humano y que ayudan al control ejecutivo (Villagómez, 2017). Por ejemplo, el ganglio basal se encarga de mantener apagadas ciertas regiones del cerebro hasta que exista un estímulo que lo active para posteriormente producir una reacción (Alexander & Crutcher, 1990). En este caso, la amígdala está relacionada al procesamiento los estímulos concernientes a los impulsos y las emociones (Adolphs, Baron-Cohen, & Tranel, 2002). En la regulación de las señales provenientes del nivel sensorial y perceptual intervienen las conexiones entre la zona prefrontal medial con las áreas de asociación

multimodal (Stuss, 1992; Tirapu-Ustárrroz, Muñoz-Céspedes, & Pelegrín-Valero, 2002). La función primaria de esta conexión es direccionar de manera consciente las señales provenientes del área límbica hacia el cumplimiento de un objetivo a través de la anticipación, selección de metas, planificación, evaluación y monitoreo del comportamiento, selección y mantenimiento de atención (Stuss, 1992). En este nivel de conexión, la región asociada a la memoria, el hipocampo, permite la formación de nuevos recuerdos y tiene un papel fundamental en ciertas funciones ejecutivas como la creación de objetivos y la planificación. Entre otros elementos, se usan los recuerdos y experiencias previas que guarda el hipocampo que, en conjunto con la habilidad de planificación asociada a la corteza prefrontal, posibilita decidir las acciones que se vayan a ejecutar.

El desarrollo evolutivo del cerebro se da de manera jerárquica yendo desde las áreas motoras y sensoriales hasta las regiones asociativas incluyendo el área prefrontal (Stuss, 1992). El nivel de desempeño de las funciones ejecutivas parece estar dividido en tres etapas: la primera, la planificación simple y la búsqueda visual organizada a los 6 años; la segunda, comprobación de hipótesis y el control de los impulsos a los 10 años; y la tercera, la planificación compleja, secuenciación motora, y la habilidad verbal durante la adolescencia (Stuss, 1992). En relación a estas etapas, el grado de mielinización indica también que la corteza prefrontal se encuentra entre las últimas áreas en desarrollarse (Mills, Goddings, Clasen, Giedd, & Blakemore, 2014). Las áreas supra límbicas compuestas por las áreas asociativas frontal, temporal y parietal tienen un proceso progresivo de mielinización (Stuss, 1992). En este proceso, la interacción del comportamiento y la base biológica cerebral juega un papel importante en la sobrevivencia y fortalecimiento de ciertos procesos sinápticos (Stuss, 1992). Las áreas asociativas de mayor nivel no se consideran completamente desarrolladas sino hasta los 10 a 12 años, lo que parece compatible con el desarrollo del razonamiento operacional formal (Piaget, 1952). Es decir, las conexiones subcorticales relacionadas a la motivación y emociones se desarrollan más tempranamente que las conexiones que ayudan al control del área prefrontal (Casey & Caudle, 2013).

- *Inhibición de respuesta*: esta es una función ejecutiva responsable de la capacidad para restringir voluntariamente una respuesta dominante o instintiva originada por un estímulo (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Es una función ejecutiva clave debido a que impide que la persona actúe de manera irracional y permite controlar la atención, el comportamiento, los pensamientos, las emociones, así como suprimir una fuerte predisposición interna o tentación externa y, en cambio, hacer lo que es más apropiado o necesario (Diamond, 2013). Se puede decir que la inhibición constituye la base de un desempeño adecuado de las diferentes funciones ejecutivas (Jurado & Rosselli, 2007). Aunque el ser humano es una criatura guiada por hábitos y por estímulos del ambiente, el ejercitar el control inhibitorio posibilita cambios y decisiones en lugar de acciones insensatas que pueden poner en riesgo la integridad del individuo. Por ejemplo, diariamente el cumplimiento de las normas y leyes que regulan la convivencia social pone a prueba la inhibición de respuesta. Según Diamond (2013) el control inhibitorio se divide en: control inhibitorio de atención, y control de interferencia y autocontrol. El control inhibitorio de atención se refiere a la capacidad de seleccionar el centro de atención, eliminando otros estímulos del ambiente (Diamond, 2013; Redolar, 2014). El control de interferencia es un tipo de inhibición cognitiva que restringe pensamientos o recuerdos no deseados (Diamond, 2013). Esta es equivalente a las habilidades de autocontrol y autorregulación (Hofmann, Schmeichel, & Baddeley, 2012). Estos dos términos tienen diferentes enfoques: en primer lugar, la autorregulación puede ser comparada con el comportamiento dirigido hacia objetivos, como sucede en las metas a mediano y largo plazo, como aprender a tocar un instrumento musical o bajar de peso. En segundo lugar, el autocontrol se refiere a delinear una serie de acciones específicas que podrían contribuir o evitar el logro de un objetivo o de una meta más general como, por ejemplo, cumplir las actividades de una dieta (Hofmann *et al.*, 2012).
- *Memoria de trabajo*: es un sistema central de capacidad limitada para el procesamiento y el almacenamiento temporal de información que posteriormente será usada para desempeñar tareas cognitivas de distinta complejidad (Daneman, 1991). El área del cerebro que la controla es la corteza prefrontal dorso lateral (Miyake *et al.*, 2000). Tiene un papel relevante en la resolución de problemas, comprensión del lenguaje, adquisición de nueva información y recuperar viejos recuerdos (Baddeley & Hitch, 1974). Por esta razón, tiene un impacto en el aprendizaje a largo

plazo. Además, es parte de un sistema de actualización que permite al cerebro evaluar acciones, dar sentido a la información y organizarla, procesar instrucciones y elaborar planes, incorporar nueva información para mejorar el rendimiento, establecer las relaciones entre viejas y nuevas ideas, tener metas en mente, conocer las acciones relevantes, irrelevantes, apropiadas e inapropiadas para inhibirlas (Best, Millner, & Naglieri, 2011; Diamond, 2013.).

- La habilidad verbal: es la última función sobre la cual se ha escrito y recibe una gran influencia de los factores ambientales (Jurado & Rosselli, 2007). A través de resonancia magnética funcional, durante evaluaciones de habilidad verbal se ha observado la activación de la corteza prefrontal del hemisferio izquierdo, específicamente el área de Broca, corteza premotora, y corteza prefrontal dorso lateral (Schlösser *et al.*, 1998; Whiteside *et al.*, 2016). Daneman (1991) menciona que la habilidad determinante para la habilidad verbal es la de comprensión más que la de producción. De esta forma, el proceso cognitivo del cual resulta la habilidad verbal depende en gran medida de la corteza prefrontal.
- Las funciones ejecutivas y el rendimiento académico: en diversos estudios sobre los predictores del éxito académico existe un enfoque socio cultural y examinan el auto concepto, experiencias exitosas de liderazgo, preferencia por los objetivos a largo plazo (Adebayo, 2008; Muijs, 1997), extraversión, amabilidad, diligencia, neuroticismo, apertura a la experiencia, las habilidades sociales (Malecki & Elliott, 2002; Paunonen & Ashton, 2001), sentido de pertenencia, identidad étnica (Sha, 2010), influencia docente, familia, nutrición, sociabilidad (Hattie, 2008; Popkin & Lim-Ybanez, 1982), etc. Además de estos factores, se ha demostrado que el nivel de inteligencia, en general, no predice totalmente el éxito académico, puesto que pueden intervenir otros factores como la personalidad y el comportamiento (Laidra, Pullmann, & Allik, 2007). Por esta razón, el nivel de inteligencia general es asociado con habilidades cognitivas como la habilidad verbal, con el propósito de obtener una explicación más detallada de los resultados de pruebas psicométricas aplicadas para evaluarla (Deary, Strand, Smith, & Fernandes, 2007; Wechsler, 2004). Por otra parte, en el contexto ecuatoriano se ha encontrado una mejor correlación entre algunas funciones ejecutivas relacionadas a la inteligencia general y el rendimiento académico (Piedra & Tene, 2013; Pluck *et al.*, 2016). Como se indica, resultados de investigaciones muestran que existe una fuerte correlación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento académico en lugar de la inteligencia general (Best, Miller, & Naglieri, 2011; Diamond, 2013; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Esto se confirmó en el estudio realizado por Stuss (1992) en donde 140 participantes, de 3 a 28 años, fueron evaluados en su habilidad de completar varias pruebas sobre funciones ejecutivas y se encontró que la mayoría de estas habilidades eran totalmente independientes del nivel de inteligencia general (*g*). Posteriormente, en un estudio en Inglaterra, los estudiantes que obtuvieron bajos puntajes en evaluaciones psicométricas que ligan la memoria de trabajo con las funciones ejecutivas, consiguieron un desempeño menor a los estándares esperados en evaluaciones de inglés, matemática y ciencias (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).
- Funciones ejecutivas y el comportamiento: entre los elementos de mayor influencia en la forma cómo los adolescentes resisten a las influencias negativas de su contexto social se incluyen normas sociales (especialmente las creencias internas como esfuerzo y habilidad, y externas como las normas impuestas por padres y profesores), la autopercepción, y el autocontrol conductual (Baker, Little, & Brownell, 2003). Adicionalmente, las actitudes, los hábitos y las intenciones han sido consideradas para explicar qué influye en la planificación y en la conducta (Verplanken, Aarts, van Knippenberg, & Moonen, 1998). Además, los cambios en el desarrollo cerebral de los adolescentes tienen un tremendo impacto en las funciones ejecutivas que, por su parte, influyen en la conciencia de sí mismos, la auto reflexividad y el comportamiento (Blakemore & Choudhury, 2006). Si bien es cierto que el perfeccionamiento de las funciones ejecutivas deviene del proceso madurativo del cerebro de los adolescentes, también ocurre con la sensibilidad y vulnerabilidad al tomar decisiones en situaciones riesgosas y a la evaluación de su entorno social (Crone, 2009). El artículo escrito por Casey & Caudle (2013) presenta tres generalizaciones sobre el autocontrol en adolescentes y las analizaron a través de la prueba *go-no go*. Las autoras utilizaron estudios de imagen del cerebro para incluir información sobre las áreas que intervienen en el proceso de inhibición de respuesta. Como resultado, se comprobó que los adolescentes tenían más facilidad de tomar decisiones apropiadas en situaciones que no

representaban una carga emocional o que no tenían una consecuencia inmediata. Así mismo, se evidenció que una de las áreas asociadas al bajo nivel de autocontrol es el estriado ventral que, debido a un desbalance del desarrollo entre esta área y la corteza prefrontal, tiene gran influencia en la toma de decisiones. Debido a que este es el primer estudio que se realiza en estudiantes adolescentes entre 15 y 16 años de una institución educativa fiscal del sur de Quito, se presentó la hipótesis de que las funciones ejecutivas: inhibición de respuesta, memoria de trabajo, y habilidad verbal, no están relacionadas al éxito académico ni al comportamiento de los estudiantes dentro de su aula (Villagómez, 2017).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este fue un estudio cuantitativo correlacional de los resultados obtenidos en los diferentes procesos de evaluación sobre memoria de trabajo, inhibición de respuesta y habilidad verbal. Se incluyeron en el análisis comparativo las calificaciones de los estudiantes al finalizar el quimestre en el que fueron realizadas las pruebas cognitivas (septiembre 2016 a febrero 2017) y la percepción de los profesores sobre el comportamiento de los participantes (Villagómez, 2017).

El universo de estudio incluyó a los adolescentes de instituciones educativas fiscales entre 15 y 16 años. Esta investigación se desarrolló con estudiantes dentro del rango de edad mencionado de una institución educativa fiscal de Quito. Con base en investigaciones previas con herramientas cognitivas y el promedio de calificaciones de los estudiantes (GPA) en donde se encontraron efectos de correlación alrededor de $r=0.36$ y un nivel significativo $p<0.05$, se vio la necesidad de reunir al menos 47 participantes (Pluck *et al.* 2016). Sin embargo, se aprovechó la disponibilidad de los estudiantes y la cantidad de participantes que fueron incluidos en este estudio correlacional, el total de la población de estudiantes de 15 y 16 años de la institución fue de 66, con un promedio de edad de 16.27. De estos, 32 fueron mujeres, lo que corresponde al 48.5%, y 34 hombres, que corresponde al 51.5%. De los 66 estudiantes 64 se autoidentificaron como mestizos lo cual corresponde al 97%. Uno de ellos se autoidentificó blanco y otro afroamericano lo cual corresponde al 1.5% en cada caso. La mayoría de los participantes vienen de familias de bajos recursos económicos. Todos ellos son hispanohablantes. Los participantes fueron elegidos porque coincidían con el grupo al cual está dirigido el test WISC-IV, es decir, personas de 6 a 16. Se eligieron adolescentes debido a que en el Ecuador existen estudios correlacionales sobre funciones ejecutivas que incluyeron a menores de 10 años (Piedra & Tene, 2013) y a estudiantes de pregrado (Pluck *et al.*, 2016) pero no existen estudios de este tipo con adolescentes. Los criterios de exclusión fueron dificultades de aprendizaje, estudiantes que no hablen español y aquellos con discapacidad física, especialmente auditiva y visual.

2.1. Evaluaciones aplicadas

El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Bio-ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad San Francisco de Quito. De manera adicional, los participantes y sus representantes legales firmaron un consentimiento informado aprobado por dicho Comité. Para la recolección de datos se adecuó un espacio dentro de la institución para la aplicación de cada uno de los test (*WISC-IV Vocabulario, Reading Span, y Hayling Test*). Estas pruebas se administraron de manera individualizada en determinadas horas libres. El tiempo de recolección de información fue de aproximadamente 40 minutos con cada participante. Cada día laborable se aplicaron los test a tres estudiantes, de esta forma la recolección de datos duró alrededor de 5 semanas. Se realizaron varias prácticas antes de la aplicación de los test con personas de la misma edad.

El primer test que se aplicó fue el subcomponente de vocabulario de la batería de evaluación de inteligencia Wechsler cuarta edición WISC-IV (Wechsler, 2004). WISC es un conjunto de evaluaciones del nivel de inteligencia en general dirigido a personas de 6 a 16 años, de aplicación individualizada, y que se encuentra dividido en varias secciones: vocabulario, diseño con cubos, semejanzas, sucesión de números y letras, etc. La sección utilizada consiste en una serie de preguntas que buscan identificar palabras y definirlas. A los estudiantes se les preguntó el significado de 36 palabras de complejidad

progresiva. En el proceso, se indicó en la pantalla de un computador cada palabra y también el examinador las leyó en voz alta. Las respuestas fueron registradas de forma escrita por el investigador. A través de esta prueba se valoró el nivel de habilidad verbal, la capacidad de formación de conceptos y el conocimiento de palabras de los participantes (Pezzuti & Orsini, 2016; Wechsler, 2004). El índice de confiabilidad de esta prueba en participantes desde 13 a 16 años es $\alpha = 0.75$ (Conger & Conger, 1975).

La segunda prueba utilizada fue *Hayling*. Este test consiste en dos secciones de 15 oraciones. Al final de cada oración de la primera sección (*Hayling A*), los participantes debieron completar con una palabra que tenga relación lógica con la oración. Por el contrario, al final de cada oración de la segunda sección (*Hayling B*), se pidió a los participantes que las completen con palabras que no tengan ninguna relación lógica con la oración. Se cronometró el tiempo de cada respuesta desde que el examinador terminaba de leer la oración hasta que el participante empezara su respuesta. A través de esta evaluación de dificultad progresiva se obtuvo información sobre el nivel de inhibición de respuesta (Collette *et al.*, 2001; Pérez-Pérez *et al.*, 2016). Los datos de *Hayling* fueron codificados de acuerdo con las indicaciones de los autores del test. Para obtener el tiempo total de respuesta de cada sección se sumaron los tiempos de latencia de cada oración. Las respuestas de la sección B (supresión) se codificaron de 0 a 3, basados en cuan apropiada era la palabra, de esta forma altos puntajes indican una inhibición de respuesta más deteriorada (Burgess & Shallice, 1996). El índice de confiabilidad del tiempo de respuesta de la sección A es $\alpha = 0.846$, del tiempo de respuesta de la sección B es $\alpha = 0.797$ y del puntaje de la sección B es $\alpha = 0.873$ (Pérez-Pérez *et al.*, 2016).

El tercer test es *Reading Span*. Esta prueba contiene grupos de frases que los participantes leyeron en voz alta en la pantalla de un computador. Tenía 5 secciones con 3 grupos de 2 oraciones al inicio hasta llegar a 3 grupos de 6 oraciones al final. Los participantes debían memorizar la última palabra de cada frase y luego decirla. La dificultad era progresiva ya que al inicio del test debían reportar 2 palabras y terminaban reportando 6. El puntaje máximo de cada juego de palabras era 1, el cual se dividía para el número de palabras de cada sección. La máxima puntuación es 15. Esta es una forma de medir la memoria de trabajo (Elosúa, Gutiérrez, Madruga, Luque, & Gárate, 1996; Redick *et al.*, 2012). El índice de confiabilidad de esta prueba es $\alpha = 0.86$ (Friedman & Miyake, 2004).

Como cuarto test, el profesor Graham Pluck diseñó un test de *Hayling modificado* en el que intervienen elementos de la prueba *Reading Span* y de la versión *Hayling estándar* (Villagómez, 2017). Este *Hayling modificado* usa un grupo diferente de oraciones al test *Hayling estándar* que se aplicó en esta investigación. Las oraciones que se usaron fueron tomadas de una versión anterior del test *Hayling* (Obeso *et al.*, 2011). En este *Hayling modificado* el participante tenía que leer en voz alta de la pantalla de una computadora una serie de oraciones. Cada una de las 7 secciones tenía entre 4 y 5 oraciones. La primera estaba completa y los estudiantes debían memorizar su última palabra. En las oraciones posteriores, debían esperar el sonido y el símbolo que indique si deben completar con una palabra que tenga sentido (iniciación) o con una que no lo tenga (supresión). Al final de cada grupo de oraciones, el participante tenía que mencionar la palabra que apareció al final de la primera oración (ver Fig. 1). Las respuestas a cada oración, ya sea de iniciación o supresión, fueron cronometradas.

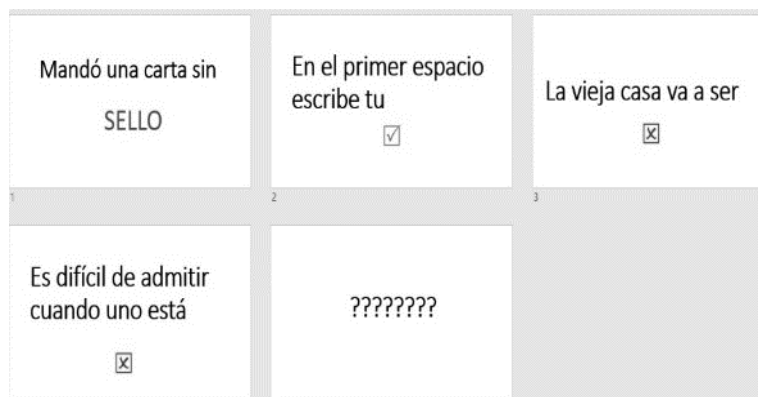


Figura 1. Hayling modificado. Esta imagen muestra una de las secciones del test.

El propósito de esta prueba modificada fue reducir la posibilidad de que el participante use una estrategia planificada para completar las oraciones. En el test *Hayling* estándar el participante sabe que 15 oraciones continuas serán de supresión, lo cual le permite guardar en su memoria una estrategia o una respuesta pre-planeada. A diferencia de esto, en la evaluación *Hayling modificada*, el participante no conoce, sino hasta el último momento, si la tarea es de iniciación o supresión de respuesta. Adicionalmente, compromete su habilidad de mantener en su memoria de corto plazo una respuesta verbal planeada previamente, ya que están desarrollando tareas de memoria (leer en voz alta y memorizar una palabra). Debido a que el número de oraciones de supresión y de iniciación no era el mismo, se obtuvo el promedio del tiempo de latencia de todas las respuestas (no la suma). Los puntajes de los errores de la supresión de esta evaluación *Hayling* modificada se calcularon siguiendo las reglas del test *Hayling estándar*. Al igual que en aquel test, un puntaje alto indica deterioro en la supresión de respuesta.

También se usó una breve escala de comportamiento en el aula elaborada específicamente para esta investigación (Villagómez, 2017). A pesar de que existen algunas escalas sobre el comportamiento de los estudiantes en el aula, no se encontró una que sea apropiada aplicar en la población de estudio. Adicionalmente, ninguna ha sido validada para su uso en esta población. Por lo tanto, se aplicó una encuesta adaptada al propósito de estudio que se tituló “*Comportamiento Estudiantil*”, basada en el conocimiento que los investigadores tienen sobre los problemas de comportamiento de la población participante, así como también en lo que establecen las normas legales locales sobre el comportamiento de los estudiantes. Esta encuesta tiene cinco distintos parámetros: deshonestidad, interrupciones en clase, atrasos, agresiones, e irrespeto; con cuatro opciones de respuesta: nunca, rara vez, casi siempre, y siempre. El índice de confiabilidad de esta prueba es $\alpha = 0.85$.

Por último, la institución educativa suministró las calificaciones del primer quimestre de los estudiantes participantes correspondientes a las cuatro materias (Lenguaje, Matemática, Historia, y Biología) del año lectivo en curso. Para ello se contó con la autorización de sus representantes legales.

Una vez finalizada la recolección de datos, se valoró cada instrumento de acuerdo con las instrucciones establecidas para este proceso según los autores de estas evaluaciones. Para el análisis estadístico se usaron correlaciones no paramétricas calculadas con el coeficiente Spearman, debido a que la distribución de los datos recolectados correspondientes a las principales variables fue arbitraria. Esto significa que no existió ni se hicieron suposiciones sobre la frecuencia ni el intervalo de los datos, aunque estos se hayan expresado de manera ordinal (Hauke & Kossowski, 2011).

3. RESULTADOS

Las medias aritméticas de los puntajes totales de cada una de las evaluaciones aplicadas a los 66 participantes se expresan en la Tabla 1.

La primera evaluación aplicada a los participantes fue el subcomponente de vocabulario de *WISC-IV*. No se encontró ninguna correlación entre el puntaje de la evaluación de vocabulario *WISC* con los distintos parámetros de comportamiento, y tampoco con las calificaciones obtenidas, razón por la cual esta información fue excluida de la Tabla 2.

En segundo lugar, se analizaron los puntajes obtenidos en la prueba *Reading Span* (Tabla 2). En este caso, todas las correlaciones significativas encontradas fueron positivas. No hubo ninguna correlación entre la memoria de trabajo y el mal comportamiento de los estudiantes.

Los puntajes del test *Hayling* de inhibición de respuesta se dividen en los tiempos de respuesta de cada sección y el total de errores en la sección B. Los tiempos de respuesta de la sección A tienen una correlación negativa significativa con las calificaciones de Biología y de Matemática. Por su parte, los tiempos de respuesta de la sección B están correlacionados significativa y negativamente con las calificaciones de Lenguaje. El puntaje de los errores en la sección B de supresión de respuesta de *Hayling* (un alto puntaje en esta sección significa disminución de la capacidad de supresión de respuesta) no tienen ninguna correlación significativa con ninguna calificación y tampoco con el mal comportamiento. Debido a que no hay correlación significativa entre el puntaje total de supresión de

respuesta de la sección B, en la Tabla 2 solo se incluye la información de los tiempos de respuesta de las secciones A y B, y sus correlaciones.

Tabla 1. Puntajes totales de todos los instrumentos aplicados.

Instrumento aplicado	Media	Desviación estándar
Calificación Biología	7.38	1.04
Calificación de Historia	7.65	0.9
Calificación de Lenguaje	7.67	0.98
Calificación de Matemática	7.78	0.83
Deshonestidad	5.65	1.4
Interrupciones en clase	6.59	1.51
Atraso	6.48	1.27
Agresiones	4.8	1.06
Irrespeto	4.45	0.75
Puntaje total Vocabulario WISC	38.77	6.85
Puntaje total memoria de trabajo (Reading Span)	8.86	1.4
Tiempo de respuesta Hayling A	18.14	9.23
Tiempo de respuesta Hayling B	28.03	19.61
Total de errores Hayling B	5.52	6.6
Hayling modificado tiempo de respuesta iniciación	1.58	0.85
Hayling modificado tiempo de respuesta supresión	2.55	1.08
Hayling modificado total de errores de supresión	15.12	7.87

Nota. Las calificaciones son quimestrales. El puntaje de comportamiento: deshonestidad, interrupciones, atrasos, agresiones e irrespeto es sobre 16. Los puntajes de WISC Vocabulario y de Reading Span corresponden al total de aciertos en cada test. El puntaje de Hayling A y Hayling B son la suma del tiempo de todas las respuestas (15 oraciones en cada uno). El puntaje de iniciación y supresión de Hayling modificado corresponde al promedio del tiempo de las respuestas. Altos puntajes del total de errores de *Hayling B* y de *Hayling modificado* (supresión) indica menor capacidad de supresión de respuesta.

Tabla 2. Correlaciones entre calificaciones y comportamiento con memoria de trabajo y supresión de respuesta.

Calificación	Estadístico	Reading span	Hayling A	Hayling B
Calificación de Biología	<i>r</i>	0.259*	-0.393*	-0.12
	<i>p</i>	0.036	0.001	0.336
Calificación de Historia	<i>r</i>	0.303*	-0.059	-0.22
	<i>p</i>	0.013	0.638	0.075
Calificación de Lenguaje	<i>r</i>	0.392*	-0.175	-0.259*
	<i>p</i>	0.001	0.159	0.036
Calificación de Matemática	<i>r</i>	0.239	-0.275*	0.002
	<i>p</i>	0.053	0.026	0.987
Deshonestidad	<i>r</i>	-0.035	-0.063	0.139
	<i>p</i>	0.78	0.615	0.266
Interrupciones	<i>r</i>	-0.144	-0.17	-0.045
	<i>p</i>	0.249	0.173	0.719
Atrasos	<i>r</i>	-0.127	0.043	-0.095
	<i>p</i>	0.31	0.73	0.449
Agresiones	<i>r</i>	-0.024	0.005	0.178
	<i>p</i>	0.85	0.966	0.152
Irrespeto	<i>r</i>	-0.005	-0.033	0.236
	<i>p</i>	0.969	0.793	0.057

Nota. Reading Span mide la memoria de trabajo. Los valores del test Hayling corresponden al tiempo de respuesta de la sección A y B respectivamente. * Correlación significativa. r = coeficiente de correlación de Spearman; p nivel de significancia bilateral.

La última prueba aplicada a los participantes fue nuestro test *Hayling modificado*. La Tabla 3 presenta los puntajes totales del tiempo de respuesta de las oraciones de iniciación, del tiempo de respuesta de supresión, y el puntaje total de los errores al completar oraciones en las que los participantes debían suprimir su respuesta.

Existen dos correlaciones negativas significativas entre el mal comportamiento, específicamente entre el irrespeto y la agresividad de los estudiantes, y el puntaje total de los errores de supresión del test *Hayling modificado* (Villagómez, 2017). Es interesante notar que estas correlaciones negativas significativas sugieren que los altos puntajes que indican mal comportamiento en clase están asociados a mejor inhibición de respuesta. El análisis estadístico mostró también un par de correlaciones negativas significativas con las calificaciones de las materias de Lenguaje e Historia con los tiempos de respuesta a las oraciones de iniciación y supresión respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Correlaciones entre calificaciones y comportamiento con el test Hayling modificado.

Calificación	Estadístico	Errores de supresión de respuesta	Tiempo de respuesta iniciación	Tiempo de respuesta supresión
Calificación de Biología	r	-0.187	0.002	-0.101
	p	0.132	0.989	0.42
Calificación de Historia	r	-0.026	-0.134	-0.252*
	p	0.834	0.283	0.041
Calificación de Lenguaje	r	-0.127	-0.260*	-0.174
	p	0.309	0.035	0.162
Calificación de Matemática	r	-0.055	-0.156	-0.196
	p	0.663	0.21	0.115
Deshonestidad	r	-0.159	-0.022	-0.084
	p	0.203	0.863	0.503
Interrupciones	r	-0.1	-0.045	-0.096
	p	0.424	0.72	0.442
Atrasos	r	0.023	0.048	-0.083
	p	0.855	0.703	0.509
Agresiones	r	-0.284*	0.123	-0.004
	p	0.021	0.324	0.977
Irrespeto	r	-0.337*	0.032	0.001
	p	0.006	0.801	0.991

* Correlación negativa significativa. r = coeficiente de correlación de Spearman; p nivel de significancia bilateral.

4. DISCUSIÓN

El análisis estadístico indica una correlación positiva significativa entre la memoria de trabajo y las calificaciones obtenidas por los estudiantes en un periodo de cinco meses en las materias de Biología $r = 0.259$, Historia $r = 0.303$, y Lenguaje $r = 0.392$. Es decir, los estudiantes con mejor puntaje en la evaluación *Reading Span* obtuvieron también altas calificaciones en las materias mencionadas. En las evaluaciones de *Hayling* y *Reading Span* existe un componente verbal para medir la inhibición de respuesta en el primer caso y la memoria de trabajo en el segundo. Esto se debe a que el participante debe leer en voz alta frases escritas y responder palabras de acuerdo con las instrucciones que el examinador disponga en cada caso. En relación con los componentes verbales en evaluaciones

psicométricas y su relación con funciones ejecutivas, en estudios previos se ha encontrado una correlación entre los resultados de un test llamado *Controlled Oral Word Association Test* (COWAT) que mide la producción espontánea de palabras asociadas a una categoría (semánticamente) o a una letra (fonéticamente), con el conocimiento de palabras, la memoria a largo plazo y la atención auditiva (Whiteside *et al.*, 2016). La memoria, por lo tanto, es crucial para la identificación de objetos y para entender o producir palabras de manera oral o escrita (Henry & Crawford, 2004).

La memoria de trabajo influye en la habilidad verbal ya que gracias a ella es posible que una persona pueda elegir las palabras más adecuadas con base en las que haya dicho previamente. Esta habilidad de procesar y guardar información simultáneamente diferencia a un buen lector, o a un buen hablante, de uno que no lo es (Daneman, 1991). Por esta razón la memoria de trabajo guarda mucha relación con el procesamiento y almacenamiento de la información y su influencia en la producción de oraciones y palabras.

El análisis de los resultados del puntaje total del tiempo de respuesta de la evaluación *Hayling estándar*, sección A, sugiere que los estudiantes que pudieron responder en menor tiempo tienen mejores calificaciones en Matemática $r = -0.275$ y Biología $r = -0.393$. La correlación significativamente negativa de los puntajes totales de la sección B del test *Hayling* con la calificación de Lenguaje $r = -0.259$ indica que quienes pueden suprimir una respuesta dominante o instintiva, originada por un estímulo en menor tiempo, obtienen mejores calificaciones en esta materia comparado con los estudiantes a los que les toma más tiempo la supresión o inhibición de respuesta. En el análisis de los resultados de la prueba *Hayling modificada* se notaron también un par de correlaciones significativas negativas de las calificaciones de Lenguaje $r = -0.260$ e Historia $r = -0.252$ con los tiempos de respuesta a las oraciones de iniciación y supresión, respectivamente. Esto sugiere que las respuestas más lentas (altos tiempos de respuesta) están asociadas con bajas calificaciones en estas asignaturas.

Los resultados de esta investigación guardan relación con el estudio realizado por St Clair-Thompson & Gathercole (2006), en donde se evaluó la memoria de trabajo de 51 niños de Inglaterra, de un promedio de 11 años, a través de dos pruebas (Letter Memory Task y Keep Track task). Posteriormente, se compararon los resultados de esas evaluaciones con las calificaciones de los estudiantes y se encontraron correlaciones significativas positivas con Biología, Matemática y Lenguaje (Science, Math, y English). De la misma manera, se compararon los resultados de inhibición de respuesta (*Stop signal*) con las calificaciones de los estudiantes. Como resultado, se encontraron correlaciones significativas negativas con Matemática y Biología (Math y Science). Lo que sugiere que los altos puntajes en el test *Stop signal* (que indica más errores de supresión de respuesta) están relacionados a las bajas calificaciones en las materias mencionadas. Sin embargo, es importante notar que en la presente investigación se llega a esta conclusión con un grupo de participantes distinto: adolescentes.

Una investigación realizada en el contexto ecuatoriano sobre funciones ejecutivas y el rendimiento académico (Pluck, *et al.*, 2016), que incluyó como participantes a 64 estudiantes de pregrado, encontró que las calificaciones tenían una correlación negativa significativa con la supresión de respuesta medida con el test *Hayling*. Es decir, las altas calificaciones estarían relacionadas con mejor supresión de respuesta. Por otra parte, a diferencia de este estudio, la investigación de Pluck *et al.* (2016) no encontró correlación significativa entre el rendimiento académico y la memoria de trabajo. Una posible razón es la edad de los participantes ya que existe la posibilidad de que la memoria de trabajo sea más importante para adolescentes y la inhibición de respuesta para estudiantes de mayor edad (nivel universitario).

Con respecto a la relación entre las funciones ejecutivas y el comportamiento de los estudiantes, el resultado esperado era que el mal comportamiento esté estadísticamente asociado con el mal desempeño de las funciones ejecutivas, especialmente la inhibición de respuesta, de la misma manera en que las bajas calificaciones están relacionadas con el bajo desempeño de la memoria de trabajo. Sin embargo, se encontró lo opuesto. Después del análisis estadístico de los resultados de la evaluación de inhibición de respuesta *Hayling modificada*, se encontró que los puntajes totales de esta prueba están relacionados negativa y significativamente con dos parámetros de la encuesta de comportamiento, específicamente con la agresividad $r = -0.284$ e irrespeto $r = -0.337$ de los estudiantes (Villagómez, 2017). Este interesante resultado indica que los estudiantes con los mejores puntajes en supresión de respuesta tienen los peores puntajes en comportamiento (agresividad e irrespeto). Es importante tomar en consideración

que las correlaciones entre inhibición de respuesta y comportamiento se encontraron con el test de *Hayling modificado* y no con la evaluación *Hayling estándar*.

5. CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio fue conocer la relación que existe entre las funciones ejecutivas de adolescentes ecuatorianos, su comportamiento, y cuatro asignaturas del currículo nacional. Para ello, se compararon los resultados obtenidos con ayuda de un paquete estadístico (SPSS). En primer lugar, no se encontraron correlaciones entre los resultados de *Vocabulario WISC* y ninguna materia, ni comportamiento.

En segundo lugar, la correlación positiva entre el puntaje de *Reading Span* (memoria de trabajo) y las calificaciones de leguaje, evidencian la importancia de la memoria de trabajo en la lectura y escritura, puesto que una persona debe retener en su memoria la información de lo que escribe y lee para que las oraciones siguientes tengan una conexión clara y puedan transmitir un mensaje.

En tercer lugar, la correlación negativa entre la prueba de supresión de respuesta *Hayling modificado* y el comportamiento, es el resultado más importante de este estudio. A manera de explicación, podríamos suponer que los estudiantes que tienen peor comportamiento deben ejercer autocontrol para reprimir una respuesta impulsiva y mantenerse fuera de problemas, y de esta forma la función de inhibición de respuesta pudo haberse ejercitado y mejorado (Diamond, 2013; Villagómez, 2017). Debido a que los estudiantes que tienen altos puntajes en supresión de respuesta tienen en su mayoría buenas calificaciones, se concluye que han aplicado su control inhibitorio no solo en su conducta sino también en asuntos académicos. Con base en los resultados, se sostiene que el test *Hayling modificado* mide con mayor certeza la inhibición de respuesta que el test *Hayling estándar* (Pérez-Pérez *et al.*, 2016) y, consecuentemente, tiene mayor sensibilidad hacia el comportamiento en clase en la vida real, donde pueden darse, mayoritariamente, respuestas espontáneas.

Esta investigación ayuda conocer la forma en que el cerebro lleva a cabo diferentes procesos cognitivos y posibilita que los profesores tomen decisiones informadas sobre cuáles son las estrategias más adecuadas para potenciar el aprendizaje. También, ayuda a entender la relación de distintas funciones ejecutivas con el rendimiento académico y el comportamiento de estudiantes adolescentes. Además del aprendizaje, los docentes pueden tomar en cuenta los resultados de esta investigación sobre la influencia de la inhibición de respuesta en el comportamiento para reconsiderar medidas disciplinarias para adolescentes con el propósito de que estas tengan relación con las características del desarrollo de las conexiones entre el lóbulo frontal y otras regiones del cerebro.

Con base en el presente estudio los docentes potencialmente pueden incluir bases neurocientíficas en sus prácticas pedagógicas. Este es precisamente un campo abierto y poco explorado en la ciencia de Mente, Cerebro y Educación puesto que aún no existe una conexión clara entre los resultados de investigaciones científicas con su aplicación práctica en las aulas. En este sentido, la presente investigación relaciona elementos neurocientíficos con las principales asignaturas y el comportamiento de adolescentes de instituciones educativas públicas de bajos recursos económicos del Ecuador, lo cual es un hecho inédito. Finalmente, el que se haya realizado una investigación en el sector educativo público del Ecuador debe ser un incentivo para investigaciones posteriores que contribuyan, como la presente, a la mejora de la calidad educativa.

En este estudio no se ha resuelto si los participantes utilizaron la fluidez de su capacidad de procesamiento de información o si utilizaron su conocimiento adquirido previamente para conceptualizar las palabras de *Vocabulario WISC*. Por otra parte, hay que establecer una diferencia entre la supresión de respuesta cognitiva y conductual. En próximas investigaciones debería profundizarse sobre el efecto de las prácticas de maestros ecuatorianos en el desarrollo de las funciones ejecutivas de estudiantes adolescentes. Dependiendo de la muestra, esto develaría la efectividad del trabajo docente en el Ecuador. Adicionalmente, se podría utilizar la perspectiva psicofisiológica para analizar, desde ese punto de vista, el nivel de desarrollo de las funciones ejecutivas, a través de los resultados que los participantes obtengan en las distintas pruebas psicométricas. Esta sería un tema que invitaría a

reflexionar sobre el impacto de los maestros y de su pedagogía en el desarrollo de los estudiantes, en especial de sus funciones ejecutivas.

AGRADECIMIENTOS

A la Institución Educativa donde se realizó la investigación y a su Rectora por su altruismo y compromiso por la mejora de la calidad educativa de su institución. Al Quito Brain and Behavior Laboratory de la Universidad San Francisco de Quito por la contribución de sus notables miembros a esta investigación. Finalmente, gracias a las profesoras, profesores y estudiantes del programa de Maestría Mente, Cerebro y Educación de la Universidad San Francisco de Quito.

BIBLIOGRAFÍA

- Adebayo, B. (2008). Cognitive and non-cognitive factors: affecting the academic performance and retention of conditionally admitted freshmen. *Journal of College Admission*, 200, 15-21.
- Adolphs, R., Baron-Cohen, S., Tranel, D. (2002). Impaired recognition of social emotions following amygdala damage. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(8), 1264-1274. doi: 10.1162/089892902760807258
- Alexander, G. E., Crutcher, M. D. (1990). Functional architecture of basal ganglia circuits: neural substrates of parallel processing. *Trends in Neurosciences*, 13(7), 266-271. doi: 10.1016/0166-2236(90)90107-L
- Alloway, T. P., Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 20-29. doi: 10.1016/j.jecp.2009.11.003
- Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*, 68(1), 92-99. doi: 10.1016/j.bandc.2008.03.003
- Baddeley, A. D., Hitch, G. (1974). *Working memory*. In: Bower, G. H. (Ed.). *Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 8. (pp. 47-89). Academic Press. doi: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1
- Baker, C. W., Little, T. D., Brownell, K. D. (2003). Predicting adolescent eating and activity behaviors: the role of social norms and personal agency. *Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 22(2), 189-198.
- 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. doi: 10.1016/j.lindif.2011.01.007
- Blakemore, S.-J., Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 47(3-4), 296-312. doi: 10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x
- Burgess, P. W., Shallice, T. (1996). Response suppression, initiation and strategy use following frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 34(4), 263-272.
- Casey, B. J., Caudle, K. (2013). The {Teenage} {Brain}: {Self} {Control}. *Current Directions in Psychological Science*, 22(2), 82-87. doi: 10.1177/0963721413480170
- Collette, F., der Linden, M., Delfiore, G., Degueldre, C., Luxen, A., Salmon, E. (2001). The functional anatomy of inhibition processes investigated with the {Hayling} task. *NeuroImage*, 14(2), 258-267. doi: 10.1006/nimg.2001.0846
- Conger, A. J., Conger, J. C. (1975). Reliable {Dimensions} for {Wisc} {Profiles}. *Educational and Psychological Measurement*, 35(4), 847-863. doi: 10.1177/001316447503500412

- Crone, E. A. (2009). Executive functions in adolescence: inferences from brain and behavior. *Developmental Science*, 12(6), 825-830. doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00918.x
- Daneman, M. (1991). Working memory as a predictor of verbal fluency. *Journal of Psycholinguistic Research*, 20(6), 445-464. doi: 10.1007/BF01067637
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P., Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35(1), 13-21. doi: 10.1016/j.intell.2006.02.001
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Elliott, R. (2003). Executive functions and their disorders. *British Medical Bulletin*, 65, 49-59.
- Elosúa, M. R., Gutiérrez, F., Madruga, J., Luque, J., Gárate, M. (1996). Adaptación española del “reading span test” de Daneman y Carpenter. *Psicothema*, 8(2), 383-395.
- Friedman, N. P., Miyake, A. (2004). The reading span test and its predictive power for reading comprehension ability. *Journal of Memory and Language*, 51(1), 136-158. doi: 10.1016/j.jml.2004.03.008
- Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement* (1a ed.). London, UK: Routledge.
- Hauke, J., Kossowski, T. (2011). Comparison of values of Pearson’s and Spearman’s correlation coefficients on the same sets of data. *Quaestiones Geographicae*, 30(2), 87-93.
- Henry, J. D., Crawford, J. R. (2004). A meta-analytic review of verbal fluency performance following focal cortical lesions. *Neuropsychology*, 18(2), 284-295. doi: 10.1037/0894-4105.18.2.284
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(3), 174-180. doi: 10.1016/j.tics.2012.01.006
- Jurado, M. B., Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213-233. doi: 10.1007/s11065-007-9040-z
- Laidra, K., Pullmann, H., Allik, J. (2007). Personality and intelligence as predictors of academic achievement: A cross-sectional study from elementary to secondary school. *Personality and Individual Differences*, 42(3), 441-451. doi: 10.1016/j.paid.2006.08.001
- Malecki, C. K., Elliott, S. N. (2002). Children’s social behaviors as predictors of academic achievement: A longitudinal analysis. *School Psychology Quarterly*, 17(1), 1-23. doi: 10.1521/scpq.17.1.1.19902
- Mills, K. L., Goddings, A.-L., Clasen, L. S., Giedd, J. N., Blakemore, S.-J. (2014). The developmental mismatch in structural brain maturation during adolescence. *Developmental Neuroscience*, 36(3-4), 147-160. doi: 10.1159/000362328
- 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. doi: 10.1006/cogp.1999.0734
- Muijs, R. D. (1997). Predictors of academic achievement and academic self-concept; a longitudinal perspective. *The British Journal of Educational Psychology*, 67(3), 263-343. doi: 10.1111/j.2044-8279.1997.tb01243.x
- Obeso, I., Wilkinson, L., Casabona, E., Bringas, M. L., Álvarez, M., Álvarez, L., ... Jahanshahi, M. (2011). Deficits in inhibitory control and conflict resolution on cognitive and motor tasks in Parkinson’s disease. *Experimental Brain Research*, 212(3), 371-384. doi: 10.1007/s00221-011-2736-6
- Pauonen, S. V., Ashton, M. C. (2001). Big five predictors of academic achievement. *Journal of Research in Personality*, 35(1), 78-90. doi: 10.1006/jrpe.2000.2309
- Pérez-Pérez, A., Matias-Guiu, J. A., Cáceres-Guillén, I., Rognoni, T., Valles-Salgado, M., Fernández-Matarrubia, M., ... Matías-Guiu, J. (2016). The Hayling test: Development and normalization of the spanish version. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 31(5), 411-419. doi: 10.1093/arclin/acw027

- Pezzuti, L., Orsini, A. (2016). Are there sex differences in the Wechsler Intelligence Scale for children - Forth Edition? *Learning and Individual Differences*, 45, 307-312. doi: 10.1016/j.lindif.2015.12.024
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*; New York, US: International Universities Press.
- Piedra, E., Tene, E. (2013). *Funciones ejecutivas y sus implicaciones en el aprendizaje en niños del tercer año de educación básica. Análisis en dos escuelas fiscales de la ciudad de Azogues*. Tesis de Postgrado, Universidad del Azuay, Cuenca. Retrieved from <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/2539>
- Pluck, G., Ruales-Chieruzzi, C. B., Paucar-Guerra, E. J., Andrade-Guimaraes, M. V., Trueba, A. F. (2016). Separate contributions of general intelligence and right prefrontal neurocognitive functions to academic achievement at university level. *Trends in Neuroscience and Education*, 5(4), 178-185. doi: 10.1016/j.tine.2016.07.002
- Popkin, B. M., Lim-Ybanez, M. (1982). Nutrition and school achievement. *Social Science & Medicine*, 16(1), 53-61. doi: 10.1016/0277-9536(82)90423-3
- Redick, T. S., Broadway, J. M., Meier, M. E., Kuriakose, P. S., Unsworth, N., Kane, M. J., Engle, R. W. (2012). Measuring working memory capacity with automated complex span tasks. *European Journal of Psychological Assessment*, 28(3), 164-171. doi: 10.1027/1015-5759/a000123
- Redolar, D. (2014). *Neurociencia cognitiva*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Schlösser, R., Hutchinson, M., Joseffer, S., Rusinek, H., Saarimaki, A., Stevenson, J., ... Brodie, J. D. (1998). Functional magnetic resonance imaging of human brain activity in a verbal fluency task. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 64(4), 492-498.
- Sha, T. L. (2010, May). *Motivational beliefs, ethnic identity, and sense of belonging: Relations to school engagement and academic achievement*. University of Houston, Houston. Retrieved from <https://uh-ir.tdl.org/uh-ir/handle/10657/ETD-UH-2010-05-36>
- St Clair-Thompson, H. L., Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (2006)*, 59(4), 745-759. doi: 10.1080/17470210500162854
- Stuss, D. T. (1992). Biological and psychological development of executive functions. *Brain and Cognition*, 20(1), 8-23. doi: 10.1016/0278-2626(92)90059-U
- Stuss, D. T., Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological Research*, 63(3-4), 289-298.
- Tirapu-Ustárriz, J., Muñoz-Céspedes, J. M., Pelegrín-Valero, C. (2002). Funciones ejecutivas: necesidad de una integración conceptual. *Revista de Neurología*, 34(07), 673-685.
- Verplanken, B., Aarts, H., van Knippenberg, A., Moonen, A. (1998). Habit versus planned behaviour: a field experiment. *The British Journal of Social Psychology*, 37(1), 111-128. doi: 10.1111/j.2044-8309.1998.tb01160.x
- Villagómez, D. (2017). *Estudio correlacional entre la memoria de trabajo, inhibición de respuesta, y habilidad verbal con el éxito académico y el comportamiento en adolescentes*. Universidad San Francisco de Quito, Quito. Retrieved from <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6546>
- Wechsler, D. (2004). *Wechsler intelligence scale for children (4ª ed.)*. Madrid, España: PsychCorp.
- Whiteside, D. M., Kealey, T., Semla, M., Luu, H., Rice, L., Basso, M. R., Roper, B. (2016). Verbal fluency: language or executive function measure? *Applied Neuropsychology. Adult*, 23(1), 29-34. doi: 10.1080/23279095.2015.1004574