



Universidad Internacional de La Rioja  
Facultad de Educación

Máster Universitario en Neuropsicología y Educación

**Relación entre control inhibitorio y  
rendimiento académico en estudiantes entre  
15 y 17 años**

Trabajo fin de Máster presentado por:	Diana Carolina Suesca Borda
Modalidad de trabajo:	Proyecto de investigación
Director/a:	José Manuel Pérez García
Fecha:	Tunja, enero, 2024

## Resumen

Existe gran interés por parte de la comunidad educativa en mejorar el aprendizaje de los estudiantes y reducir el fracaso escolar, así mismo por comprender el funcionamiento cerebral y su relación con variables educativas. Las funciones ejecutivas (FE), incluido el control inhibitorio (CI), son parte importante en el desarrollo cognitivo del ser humano, por ende, resulta valioso el estudio de sus componentes en el área educativa, especialmente en adolescentes, donde es poco estudiado la relación del CI con el rendimiento académico (RA).

El presente Trabajo de Fin de Máster plantea un proyecto de investigación cuyo objetivo es determinar la relación entre el CI y el RA, específicamente con el área de matemáticas, lenguaje, ciencias naturales y sociales, en un grupo de 35 estudiantes entre 15 y 17 años de grado undécimo en el contexto colombiano.

Para tal fin, se plantea un estudio con enfoque cuantitativo no experimental, de diseño descriptivo correlacional y corte transversal. La medición del CI se realiza mediante el Stroop: Test de Colores y Palabras y el RA a través del promedio acumulado de calificaciones de cada materia en el boletín académico. Se espera observar una relación directa y estadísticamente significativa entre el CI y el RA en las asignaturas básicas evaluadas a nivel escolar, que además son las que se analizan en el examen de estado "SABER 11". De este modo, los resultados obtenidos facilitarían el diseño de programas de entrenamiento del CI, así como metodologías y estrategias de enseñanza oportunas que contribuyan al aprendizaje y a la mejora en el RA de los adolescentes.

**Palabras clave:** funciones ejecutivas; control inhibitorio; rendimiento académico.

## Abstract

There is great interest on the part of the educational community in improving student learning and reducing school failure; likewise, to understand brain functioning and its relationship with educational variables. The executive functions (FE), including inhibitory control (CI), are an important part of human cognitive development, therefore, the study of its components in the educational area is valuable, especially in adolescents, which has been little studied the relationship between IC and academic performance (RA).

This Master's thesis proposes a research project whose objective is to determine the relationship between CI and RA, specifically with the subjects of mathematics, language, natural and social sciences, in a group of 35 students between 15 and 17 years of eleventh grade in the Colombian context.

For this purpose, a study is proposed with a non-experimental quantitative approach, with a descriptive correlational and cross-sectional design. The measurement of CI is projected through the Stroop: colors and words test and the RA through the cumulative average of grades for each subject in the academic bulletin. It is expected to observe a direct and statistically significant relationship between CI and RA in the basic subjects evaluated at the school level, which are also those subjects analyzed in the "SABER 11" state exam. In this way, the results obtained would facilitate the design of CI training programs, as well as appropriate teaching methodologies and strategies that contribute to learning and improvement in adolescents' RA.

**Keywords:** executive functions; inhibitory control; academic performance.

## Índice de contenidos

1. Introducción.....	8
1.1. Justificación .....	8
1.2. Problema y finalidad del trabajo .....	10
1.3. Objetivos del TFM.....	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
2. Marco Teórico.....	13
2.1. Funciones Ejecutivas (FE) .....	13
2.2. Control Inhibitorio (CI) .....	13
2.2.1. Componentes.....	14
2.2.2. Bases neurobiológicas.....	15
2.2.3. Desarrollo evolutivo .....	18
2.2.4. Tareas de evaluación.....	19
2.3. Rendimiento Académico (RA) .....	19
2.4. Estudios de control inhibitorio y rendimiento académico.....	21
3. Metodología.....	24
3.1. Objetivos.....	24
3.1.1. Objetivo general.....	24
3.1.2. Objetivos específicos.....	24
3.2. Hipótesis .....	24
3.3. Población, muestra y muestreo .....	24
3.4. Diseño .....	25
3.5. Variables medidas e instrumentos aplicados.....	25
3.5.1. Control inhibitorio.....	25

3.5.2. Rendimiento académico .....	26
3.6. Procedimiento y cronograma.....	27
3.7. Análisis de datos.....	29
3.8. Recursos humanos, materiales y económicos .....	30
4. Discusión y Conclusiones.....	31
4.1. Discusión.....	31
4.2. Conclusiones esperadas .....	33
4.3. Limitaciones esperadas .....	34
4.4. Prospectiva .....	34
Referencias bibliográficas .....	36

## Índice de figuras

Figura 1. Regiones de la CPF implicadas en la inhibición.....	16
Figura 2. Corteza frontal.....	17

## Índice de tablas

Tabla 1. Ficha técnica del instrumento .....	26
Tabla 2. Escala de evaluación de RA .....	27
Tabla 3. Cronograma de actividades.....	29
Tabla 4. Recursos económicos .....	30

# 1. Introducción

## 1.1. Justificación

A nivel educativo una preocupación por parte de familias, docentes, directivos y administraciones públicas, es mejorar el aprendizaje de los estudiantes y disminuir el fracaso escolar (Solano, 2015). Así mismo, la labor titánica de estos actores es evitar la deserción y determinar el origen del bajo rendimiento (Londoño-Ocampo et al., 2019). Por ello, cada vez aumenta más la inquietud y el interés por la comprensión científica del cerebro como artífice de los aprendizajes, convirtiendo a la escuela en un eje fundamental que no se puede desligar de este fenómeno (Portellano, 2018).

Las neurociencias han entrado directamente en el campo educativo con descubrimientos nuevos, uniendo esfuerzos con expertos curriculares para investigar el modo en que el cerebro aprende y conocer mejores estrategias para aplicar en las escuelas (Landívar, 2013).

De este modo, se busca entender paralelamente los procesos de aprendizaje y desarrollo cerebral de los estudiantes. Después de todo:

El cerebro es aquel que facilita cualquier aprendizaje a través de diversas capacidades cognitivas, dentro de las cuales se destacan las Funciones Ejecutivas (FE), como un conjunto de habilidades que se desarrollan desde la infancia y terminan consolidándose más allá de la adolescencia, permitiendo la resolución de problemas complejos y novedosos (Portellano, 2018, p. 9).

Las FE son base fundamental en el desarrollo personal y social ante demandas del ambiente, e influyen directamente en todas las actividades cotidianas del ser humano, incluyendo el aprendizaje informal y formal (Carrillo-Risquet et al., 2019). Así que, si uno de los grandes retos es lograr identificar el origen de las dificultades que contribuyen al bajo Rendimiento Académico (RA), el análisis de las FE resulta de gran utilidad (Londoño-Ocampo et al., 2019). Es importante subrayar que, al ser procesos cognitivos de orden superior son esenciales para el éxito en todos los aspectos de la vida, e incluso pueden ser más predictivos que el coeficiente intelectual o el nivel socioeconómico en la consecución del mismo (Diamond y Ling, 2016).

Dentro de las FE se encuentran algunos componentes de primer nivel como memoria de trabajo (MT), flexibilidad cognitiva (FC) y control inhibitorio (CI), que son la base para el desarrollo de otros procesos de segundo nivel (Diamond, 2013; Diamond y Ling, 2016; Miyake et al., 2000). Respecto al CI, conviene enfatizar que es un componente cognitivo que se relaciona con la adquisición y control



de capacidades sociales, emocionales y comportamentales, del que parten otros procesos más complejos (Introzzi et al., 2016). Resulta difícil pensar en algún aspecto de la vida donde este no sea beneficioso, ya que facilita dar respuestas adecuadas en vez de impulsivas, resistir tentaciones inapropiadas o autodestructivas e incluso ser capaz de concentrarse pese a distracciones (Diamond y Ling, 2016).

En este sentido, el éxito en toda tarea cognitiva o conductual demandará suprimir estímulos que no son relevantes y direccionar la atención hacia la meta que se quiere conseguir (Jódar et al., 2013). Por ende, la inhibición influye en diversos aspectos de la vida como la interacción social, la autorregulación en actividades cotidianas y el desempeño escolar (Cadena et al., 2021).

Según Cortés et al. (2019) diversos estudios han revelado la existencia de una relación significativa entre el RA y el CI. Sin embargo, la mayoría de investigaciones sobre estas variables son realizadas en niños, por tratarse de una etapa en la que su desarrollo es más rápido (Samuels et al., 2019). Resulta relevante indicar que, el conocimiento del RA y las FE tiene gran importancia científica por el valor que brinda a nivel teórico, metodológico y práctico, no obstante, es relevante tener presente que estas capacidades cognitivas varían considerablemente en función de la edad (Carrillo-Risquet et al., 2019).

Bajo esta perspectiva, el abordaje de la adolescencia se hace importante, siendo una etapa de transición de la niñez a la edad adulta en la que se presentan cambios considerables a nivel cerebral (Vink et al., 2014), así como cambios emocionales y psicológicos. De hecho, los comportamientos observados en los adolescentes constituyen cambios no lineales, que difieren a los de la niñez y de la adultez (Landívar, 2013). Estas variaciones influyen en los procesos de aprendizaje, por lo que resulta esencial para el área educativa lograr comprenderlas y canalizarlas de manera idónea para así adaptar metodologías académicas (Lamas, 2015).

En esta línea, se hace necesario ahondar en la comprensión de las mismas fuera de la infancia, especialmente en habilidades como el CI, ya que la investigación ha demostrado que en la adolescencia este proceso cognitivo todavía presenta cierto grado de inmadurez (Vara et al., 2014). Por tanto, sería positivo que desde la literatura se diera una mirada integral a las relaciones entre las FE y el RA en un amplio rango de edades (Best et al., 2011), pues “se ha descubierto que durante la adolescencia ocurre un cambio en las conexiones neurológicas que crea nuevas conexiones y posibilidades” (Landívar, 2013, p. 36). Así que, aprovechando la naturaleza plástica de las funciones

cognitivas, su estudio en esta etapa permitiría obtener hallazgos con alcances prácticos a nivel científico y educativo (Poon, 2018).

Este estudio emerge de la inquietud frente a factores neuropsicológicos que influyen en el RA en estudiantes adolescentes de último año de secundaria en Colombia. Pruebas estandarizadas a nivel nacional e internacional reflejan bajos puntajes en asignaturas básicas como matemáticas, ciencias naturales, lenguaje y sociales, ubicando a la región entre los últimos puestos frente otros países al medir el desempeño en las mismas (ICFES, 2023; OECD, 2018; OECD; 2019). En este contexto, el estudio de variables que pueden relacionarse con los resultados académicos en estas asignaturas resulta de gran importancia.

Por último, cabe mencionar que este proyecto de investigación es producto de la reflexión personal en torno a la literatura revisada sobre el desarrollo neuropsicológico, del interés a partir de la experiencia profesional en el trabajo con adolescentes y pedagogos, así como de la importancia de ampliar el campo del conocimiento científico de la neuroeducación. Se pretende contribuir en la comprensión del desarrollo CI y el rendimiento escolar en adolescentes, con el fin de aportar hallazgos que permitan la mejora de las prácticas educativas.

## 1.2. Problema y finalidad del trabajo

La creciente preocupación por el desempeño escolar de los estudiantes en áreas académicas básicas de aprendizaje plantea la importancia de estudiar variables que puedan estar relacionadas con el RA. Como se mencionó anteriormente, se tienen en consideración datos educativos de carácter nacional e internacional que revelan la necesidad de abordar el tema.

A nivel nacional, Colombia emplea un instrumento estandarizado para la evaluación externa de los estudiantes de último año de educación secundaria, denominado SABER11° (Decreto 869, 2010). Es un examen que evalúa competencias básicas de desempeño en cinco áreas: matemáticas, lectura crítica, sociales y competencias ciudadanas, ciencias naturales e inglés (Ministerio de Educación Nacional, 2022). El análisis sobre los resultados de los estudiantes en el examen del año 2023 señala que el promedio del puntaje fue de 257 puntos sobre 500. Este dato es 7 puntos superior respecto al año 2021, en el cual se volvieron a ver mejorías después de un período de descenso desde el 2016 (ICFES, 2023). Sin embargo, no deja de ser un puntaje mínimo frente al que se deben desarrollar planes de mejora.

Internacionalmente, se encuentra el examen PISA (Program for International Student Assessment), que presenta los resultados de tres áreas del conocimiento evaluadas en estudiantes de 15 años de educación secundaria aproximadamente cada tres años. En la evaluación del 2018, Colombia estuvo entre los últimos puestos de 78 países analizados, poniendo en evidencia la puntuación por debajo de la media en conocimientos adquiridos y competencias básicas de lenguaje (412 puntos), ciencias (413 puntos) y matemáticas (391 puntos) (OECD, 2019). Mientras que, en la siguiente evaluación en el año 2022, los resultados indicaron que los puntajes promedios por prueba decrecieron: lectura (409 puntos), matemáticas (383 puntos) y ciencias (411 puntos) (OECD, 2022), quedando nuevamente entre los últimos lugares y siendo lo más bajo históricamente para la nación.

Este tipo de comparaciones internacionales se convierten en una importante contribución para profundizar sobre la calidad de la educación de un país, aunque no deben asumirse como la evaluación final de logros escolares (Lamas, 2015). En otras palabras, estas pruebas junto a los exámenes nacionales, brindan un panorama general del desempeño escolar y son un punto de partida para hacer mejoras en la educación y favorecer el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, no se puede dejar a un lado que para lograr que los estudiantes de una sociedad destaquen se deben considerar aspectos interrelacionados a nivel emocional, social o físico, ya que estos favorecen las FE y, por ende, a la excelencia académica (Diamond, 2013). Por lo tanto, es importante conocer y fortalecer los diversos factores que pueden intervenir en el desempeño escolar.

Si bien es cierto, que en el aprendizaje de nuevos conocimientos es necesario que se facilite la formación de engramas (conexión neuronal estable) formados por nuevos circuitos nerviosos (capacidad excitatoria), también se requiere la capacidad inhibitoria para lograr adquirir y consolidar esos nuevos aprendizajes (Portellano, 2018). Sin embargo, a pesar de los importantes avances teóricos en el área de la neuropsicología, se ha prestado poca atención a las características de su desarrollo en la adolescencia (Poon, 2018). Por lo que, no solo hay escasez de estudios en esta población para la relación entre la habilidad inhibitoria y el RA, sino que además algunos de ellos son contradictorios.

Así mismo es importante subrayar, que la adolescencia es un período de cambios a nivel personal y social, donde se construye la autonomía e identidad personal e implica una reorganización cerebral, que influye en los procesos de aprendizaje (Caicedo, 2016). Sin embargo, no siempre la enseñanza educativa es consecuente con lo que acontece en el cerebro de los estudiantes de acuerdo a su

etapa de vida. Por lo que profundizar en el conocimiento de la relación del CI y el desempeño académico aporta a la comprensión de procesos de orden superior específicos, contribuyendo en el quehacer del docente y en el aprendizaje de los alumnos.

Este proyecto de investigación se fundamenta en algunas de estas investigaciones en adolescentes (Best et al., 2011; Poon, 2018; Villagómez et al., 2017), planteando como hipótesis la existencia de una relación positiva y significativa entre el CI y el RA en asignaturas como matemáticas, ciencias naturales, lengua castellana y sociales, en estudiantes de 15 a 17 años. En el caso de confirmarse esta asociación, se observaría la relevancia del CI en el aprendizaje; y se facilitaría el diseño e implementación de estrategias didácticas definidas o programas de estimulación neuropsicológica en adolescentes, en busca de fortalecer esta habilidad ejecutiva y posibilitar un adecuado aprendizaje en las diferentes asignaturas que forman parte del currículo escolar (Carrillo-Risquet et al., 2019), favoreciendo así resultados en el desempeño escolar.

### 1.3. Objetivos del TFM

#### 1.3.1. Objetivo general

Diseñar un proyecto de investigación para estudiar la relación entre CI y RA en estudiantes entre 15 y 17 años de grado undécimo pertenecientes a una institución educativa de carácter oficial en la ciudad de Tunja (Colombia).

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica sobre CI, RA, y estudios de la relación entre ambas variables.
- Fundamentar teóricamente el proyecto de investigación de manera secuencial y lógica.
- Definir una metodología viable y realista para el ámbito neuroeducativo.
- Construir la discusión y conclusiones en base a las hipótesis establecidas.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Funciones Ejecutivas (FE)

Las FE son procesos cognitivos de alto nivel en el ser humano que controlan a otros de nivel inferior empleados en conductas encaminadas a objetivos (Friedman y Miyake, 2017). No desempeñan una tarea específica como otras funciones cerebrales, sino intervienen en tareas más globales (planear, tomar decisiones, inhibir impulsos) con las que el individuo responde apropiadamente a distintas situaciones (Caicedo, 2016). De allí que como un complejo y eficiente sistema permitan solucionar problemas nuevos y alcanzar objetivos (Portellano, 2018). Su función principal es la monitorización cognitiva de procesos y la regulación de los mismos en función de las demandas ambientales (Jódar et al., 2013), siendo de cierta manera “las responsables del control de la cognición, de la regulación de la conducta y del pensamiento” (Carrillo-Risquet et al., 2019).

En neuropsicología, se han generado diversas teorías en un intento por describirlas: modelos de sistema simple, modelos de constructo único, modelos de MT, teoría del factor “g”, modelo de procesos múltiples y modelos factoriales (Flores-Lázaro y Ostrosky-Shejet, 2013). Dentro de este último grupo, el interés se centra en identificar los principales componentes de las FE. Teniendo entre los modelos más admitidos, el conocido como los tres factores propuesto por Miyake et al. (2000), en el que se establecen componentes ejecutivos claramente separables pero relacionados entre sí.

La denominación de estos tres componentes puede variar un poco según el autor o la investigación, sin embargo, bajo este modelo la naturaleza es la misma: actualización o MT (monitoreo continuo de contenidos de la MT), alternancia o FC (cambiar entre tareas o conjuntos mentales) e inhibición o CI (inhibición de respuestas dominantes o prepotentes) (Diamond, 2013; Miyake et al., 2000; Miyake y Friedman, 2012). Innegablemente es un modelo que ha ganado evidencia científica, reforzando no solo la idea de la integración de estas habilidades principales sino de la formación de las mismas como base para FE de nivel secundario como la planificación o la toma de decisiones (Diamond, 2013; Friedman y Miyake, 2017).

### 2.2. Control Inhibitorio (CI)

El CI se puede definir como la capacidad de manejar la atención, pensamientos, conductas y/o emociones para anular fuertes preferencias internas o atractivos externos y lograr hacer lo más

apropiado o necesario (Diamond, 2013). De acuerdo con Portellano (2018) permite generar respuestas bien adaptadas ante estímulos nuevos, formando patrones de conducta diferentes a los existentes y suprimiendo información que no es relevante, igual que respuestas automáticas inapropiadas para llevar a cabo alguna tarea. Así mismo, Vara et al. (2014) indican que es una habilidad que permite restringir o abstenerse de una respuesta, cancelar acciones o retener respuestas impulsivas, lo que la hace una FE transcendental.

Por su parte, Flores-Lázaro y Ostrosky-Shejet (2013) sugieren que la inhibición facilita ignorar distracciones, mantenerse concentrado, resistir hacer una actividad mientras se hace otra, evitar respuestas habituales y cambiar a una nueva, porque controla otros procesos neuronales forjados dentro y fuera de la corteza prefrontal (CPF).

La evidencia empírica sobre inhibición encontrada en la revisión de literatura realizada por Introzzi et al. (2016), coincide en que es un proceso fuertemente implicado en el control y la adquisición de capacidades sociales, emocionales y comportamentales. Por ello, para que el ser humano logre procesos cognitivos complejos, primero deben desarrollarse las distintas funciones básicas entre las que se encuentra la inhibición (Flores-Lázaro y Ostrosky-Shejet, 2013).

### 2.2.1. Componentes

A raíz de la importancia evidenciada en el CI como componente ejecutivo, Aydmune e Introzzi (2018) indican que se ha incrementado la investigación del mismo, generando debate sobre si es un concepto unitario o una familia de procesos inhibitorios. Diferentes autores apoyan esta última idea, considerándolo como un constructo multidimensional (Diamond, 2013; Dillon y Pizzagalli, 2007; Friedman y Miyake, 2004).

En este orden de ideas se puede clasificar en tres componentes según la fase en la que se presentan en el procesamiento de la información (Aydmune e Introzzi, 2018):

- Inhibición inicial: encargada de suprimir estímulos irrelevantes externos dejando focalizar la atención a aquellos relevantes. El cual Diamond (2013) señaló como inhibición selectiva (control de interferencia a nivel de percepción) mientras que Friedman y Miyake (2004) como resistencia a la interferencia de los distractores.
- Inhibición intermedia: responsable de reducir la activación de representaciones intrusivas e irrelevantes para el cumplimiento de un objetivo. Conocida como inhibición cognitiva (Diamond, 2013) o resistencia a la interferencia proactiva (Friedman y Miyake, 2004).

- Inhibición tardía: cuya función es suprimir/detener respuestas motrices inapropiadas o dominantes. Friedman y Miyake (2004) la denominan inhibición de la respuesta, mientras que Diamond (2013) la expone como inhibición comportamental (autocontrol).

Sin embargo, Friedman y Miyake (2004) indican que tanto la inhibición de interferencias (selectiva o perceptual) como la inhibición de respuesta (comportamental) están fuertemente correlacionadas, sugiriendo que forman un único componente que junto a la inhibición cognitiva conformarían el CI. Mientras que Diamond (2013) afirma que el CI estaría integrado por inhibición de respuesta y control de interferencias (atención selectiva e inhibición cognitiva).

No obstante, otros autores como Dillon y Pizzagalli (2007) añaden otros tipos de como la emocional (ej., inhibición de respuestas de miedo). De hecho, Kim et al. (2013) plantea en su investigación la diferenciación entre tareas de inhibición “calientes” y “frías”, las primeras con retraso de gratificación que requieren suprimir respuestas cargadas emocionalmente y predicen problemas de conducta, mientras que las segundas incluyen tareas de inhibición motora y de respuesta que predicen el RA.

Es decir, no solo el constructo en sí mismo tiene diversas posturas sino también los componentes del mismo. Y es que aún el análisis de cada proceso inhibitorio por separado resulta complejo dada la escasez y claridad en los procedimientos disponibles (Introzzi et al., 2016). Sin embargo, el enfoque Friedman y Miyake (2004) sigue siendo uno de los más aceptados, y de hecho es la base para trabajos como el de Diamond (2013).

Para efectos de esta investigación se trabajará bajo el modelo de Miyake et al. (2000) y la conceptualización de CI que propone Diamond (2013). De esta manera, se concluye que el CI es una habilidad ejecutiva fundamental y a su vez multidimensional, que juega un papel relevante en la interrelación con las demás FE, convirtiéndose en componente principal dentro de las diversas esferas en las que se desenvuelve el ser humano (Diamond, 2013).

### 2.2.2. Bases neurobiológicas

En el desarrollo ontogenético del sistema nervioso del ser humano se conoce que cada estructura y región tiene su propio curso diferencial. Según Jódar et al. (2013), implica un desarrollo diferente en el tiempo de las distintas estructuras cerebrales, por ejemplo, la amígdala madura en etapas tempranas y la CPF en épocas mucho más tardías. Esta última, ubicada en el córtex frontal (CF), es el área cerebral más desarrollada, compleja y nueva, así como la más vulnerable a factores internos

y externos que pueden terminar afectando sus funciones (Cadena et al., 2021; Diamond, 2013; Flores-Lázaro y Ostrosky-Shejet, 2013).

La CPF ocupa gran parte del CF, ubicándose en la parte anterior de este. Se divide anatómicamente en tres grandes regiones que no tienen una concreta delimitación: dorsolateral, frontomedial y orbitofrontal o ventral (Seron Y Jeannerod, 1994, como se citó en López, 2007). Sin embargo, parece ser parte de un sistema neural más complejo, pues a medida que madura se adquieren diversas habilidades (Jódar et al., 2013).

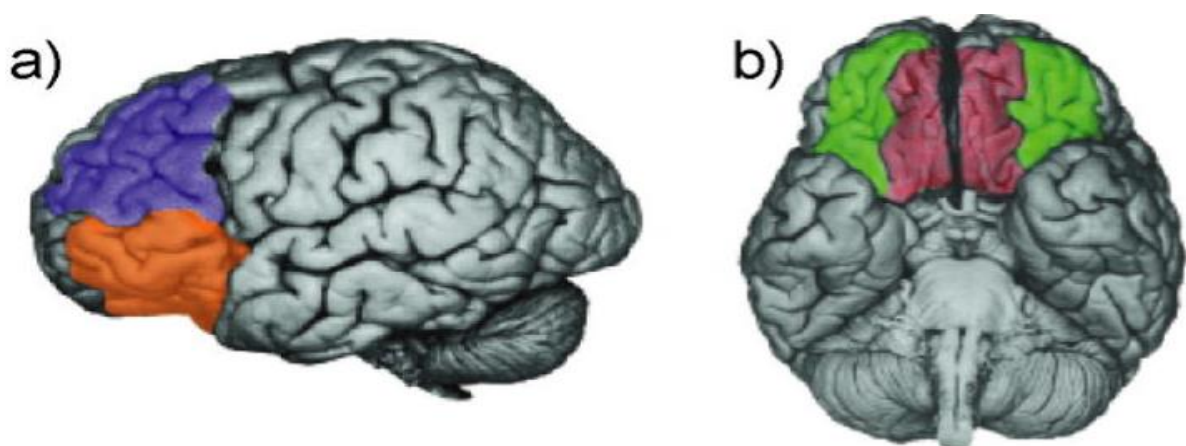
De hecho, la CPF tiene características particulares que la hacen importante anatómicamente, entre las cuales según Seron y Jeannerod (1994, como se citó por López, 2007) se destacan:

Conexiones recíprocas con áreas involucradas en procesar información sensorial, la relación que tiene con estructuras implícitas en la memorización, las aferencias que recibe de estructuras límbicas con información del estado afectivo y motivacional y, las eferencias hacia el córtex premotor y el cuerpo estriado permitiéndole participar en el control motor (pp. 98-99).

Por todo lo anterior, esta área cerebral recibe la atención de los científicos, y es por ello que algunos han realizado investigaciones en neuropsicología a partir de estudios neuroimagen y teorías cognitivas, arrojando evidencia de la localización de los mecanismos inhibitorios en la CPF, confirmando que esta región cerebral es un actor crucial en el CI (Cadena et al., 2021; Dillon Y Pizzagalli, 2007; Vara et al., 2014) (Figura 1).

### Figura 1

*Regiones de la CPF implicadas en la Inhibición*



*Nota.* CPF dorsolateral (azul), la CPF ventrolateral (naranja), la CPF ventromedial (roja) y el córtex orbitofrontal (verde). Dillon Y Pizzagalli, 2007.

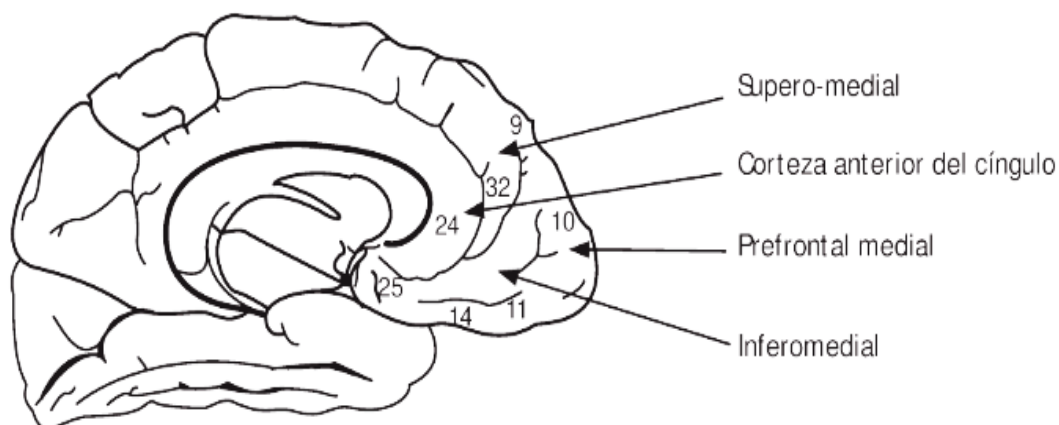


Jódar et al. (2013) indican que se ha encontrado que en el córtex orbital reside el sustrato neural de la inhibición, ya que esta región permite suprimir tanto inputs internos como inputs externos que pueden injerirse en la conducta o cognición. Sin embargo, la evidencia demuestra que, si bien el CF se relaciona con la inhibición, los circuitos neuronales específicos varían. Según Dillon y Pizzagalli (2007) la inhibición de la respuesta dependería de redes de ganglios frontobasales, la inhibición cognitiva se sustentaría en la corteza orbitofrontal, y la inhibición de emociones (como el miedo) en interacciones entre CPF ventromedial y amígdala. Pese a esta información, no se logra determinar el curso de desarrollo de las regiones que se activan en cada tipo de inhibición según la edad, pues se registran muy pocas investigaciones que contrasten en una misma muestra trayectorias de desarrollo de las diferentes inhibiciones (Introzzi et al., 2016).

Por otro lado, estudios realizados con neuroimagen funcional permiten ver la activación de la corteza cingular anterior (CCA) (Figura 2) ante respuestas que requieren control ejecutivo, como en la tarea de ejecución del test de Stroop, que para su realización implica a la CCA dorsal y a la CPF dorsolateral izquierda (MacDonald et al., 2000; Fan et al., 2003; Liu et al., 2006; Siltan et al., 2010).

## Figura 2

### *Corteza frontal*



*Nota.* Vista medial de la CF, en la cual se observa la CCA. Flores-Lázaro y Ostrosky-Shejet, 2013.

Así mismo, hay evidencia que la CCA dorsal participa en la inhibición cognitiva (suprimir información irrelevante) (Veroude et al., 2013). Mientras que en la inhibición proactiva (reducción o extinción de una respuesta debido a aprendizajes previos) van acompañadas de aumentos en la activación y la conectividad funcional de la red frontoestriatal (Vink et al., 2014).

Aunque el desarrollo de la inhibición es complejo y neurobiológicamente heterogéneo, algunos autores coinciden en que el CI tiene de base la CPF ventrolateral derecha y la corteza orbital que parecen sustentar un proceso inhibitorio general, dado su incremento durante la respuesta de inhibición (Cadena et al., 2021; Dillon y Pizzagalli, 2007; Portellano, 2018). Sin embargo, como no es una única región que interviene en el CI, sino un conjunto de redes y regiones que se interrelacionan, es difícil encontrar un consenso unificado entre teóricos. Aun así, los resultados de los distintos estudios descritos anteriormente dan un panorama de aquellas estructuras que comúnmente se relacionan con inhibición.

### 2.2.3. Desarrollo evolutivo

Distintos autores consideran que el CI es una de las FE de desarrollo temprano junto a MT y FC, convirtiéndose en una pieza fundamental para el desarrollo de las FE superiores (Diamond, 2013; Flores-Lázaro y Ostrosky-Shejet, 2013; Flores-Lázaro et al., 2014; Miyake et al., 2000). De forma que, una infancia con desarrollo de habilidades inhibitorias pobre afectará negativamente algunos procesos de la adolescencia, ya que aunque en esta etapa sigue madurando el CI, habrá una secuela en este componente cognitivo (Vara et al., 2014).

Con respecto a su desarrollo en la infancia, Flores-Lázaro y Ostrosky-Shejet (2013) exponen en su libro resultados de distintas tareas de inhibición, a partir de las cuales deducen que entre los cinco y siete años se evidencia de forma más clara el desarrollo de ciertas características propias de la inhibición. Es decir, aproximadamente a los siete años ya se dispondría de los tres componentes básicos de las FE: CI, FC y MT (Portellano, 2018).

Por su parte, Vink et al. (2014) demostraron que la inhibición puede ser lograda entre el final de la infancia e inicio de la adolescencia, pero no significa que allí finalice el desarrollo de la misma, pues este continúa hasta la etapa adulta. De hecho, en el adolescente aún hay cierta inmadurez en áreas cerebrales relacionadas con CI, al parecer porque se reorganizan las FE a nivel cerebral, para luego si dar paso a procesos inhibitorios bien caracterizados en la adultez (Vara et al., 2014).

Por lo tanto, el CI al igual que otras FE avanza a su propio ritmo integrándose poco a poco con otros procesos, por ejemplo, en la adolescencia primero con memorización estratégica y planeación compleja, y luego con actitud abstracta y procesamiento psicolingüístico complejo (Flores-Lázaro et al., 2014).

En este sentido, la niñez temprana se caracteriza por una falta de actividad inhibitoria, lo cual se debe a que no ha madurado aún el CF ni se ha dado el desarrollo de otras funciones superiores que

requieren integridad del córtex dorsolateral (Jódar et al., 2013). Luego en la niñez intermedia y tardía se produce un desarrollo acelerado de esta habilidad cognitiva, y en la adolescencia, aunque de una manera más lenta sigue fortaleciéndose hasta la adultez. Tal como lo dejan ver Vara et al. (2014), el adolescente tiene algunos procesos inhibitorios en los que existe un retraso de la maduración en el CF de la actividad frontal inferior, así como un uso de redes neuronales mucho mayor en comparación con adultos.

En conclusión, es imposible negar que los procesos de la inhibición mejoran con la edad, y que se debe a la maduración secundaria de la CPF (lateral dorsal y medial orbital), pero también de la parte anterior del cíngulo, del cuerpo estriado y el tálamo (Cadena et al., 2021).

#### 2.2.4. Tareas de evaluación

Existen diversas tareas psicológicas usadas para evaluar el CI. Entre las pruebas más habituales mencionadas por algunos autores (Aydumne e Introzzi, 2018; Diamond, 2013; Flores-Lázaro y Ostrosky-Shejet, 2013; Friedman y Miyake, 2004) se encuentran: tareas tipo Stroop (como “Stroop palabra-color” o versiones como “Stroop día-noche), tarea Go/No Go (pretende que no se genere una respuesta y que se retenga otra), tarea Stop (de parada o alto), tarea de Simon (parecida a Stroop), tarea antisacádicas, tarea de flanqueador (implica resistir a distractores), tareas con retraso de gratificación y tarea de flechas (similar a antisacada).

Sin embargo, es importante aclarar que evaluar cualquier FE no resulta sencillo, ya que los resultados que se obtienen de una tarea concreta puede ser resultado también de otros procesos que no corresponden directamente de estas, dificultando una medida totalmente pura (Miyake y Friedman, 2012).

Otro aspecto que tiene presente a la hora de aplicar las pruebas para analizar inhibición, es que actualmente se encuentran en físico o informatizadas. En ambos casos se consideran los siguientes aspectos, especialmente en las computarizadas: confiabilidad y validez, uso en lo posible distintas tareas para medir el mismo proceso y contar con una actitud crítica al interpretar los resultados (Aydumne e Introzzi, 2018). De esta manera, se logra una mejor medición del CI.

### 2.3. Rendimiento Académico (RA)

Durante años se ha considerado la reciprocidad entre los conceptos “rendimiento” y “aprendizaje”, que si bien no significan lo mismo sí están íntimamente asociados (Solano, 2015), siendo base para

las diferentes definiciones de RA dentro del contexto escolar. Conceptualizar el constructo no es sencillo, dado el uso de distintos términos para el mismo, como: aptitud escolar, desempeño escolar, desempeño académico o rendimiento escolar; que finalmente solo determinan diferencias semánticas, ya que terminan usándose como sinónimos (Edel, 2003; Lamas, 2015). Para efectos de esta investigación se usará el término RA.

De manera general, el RA es considerado como aquella capacidad de la persona para responder estándares mínimos de un currículo establecido (Carrillo-Risquet et al., 2019). En palabras de Edel (2003) es un constructo susceptible que adopta tanto valores cualitativos como cuantitativos que arrojan una aproximación al perfil de destrezas, conocimientos, actitudes y valores que ha desarrollado el estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Mientras que Solano (2015) lo conceptualiza como el nivel de conocimientos, habilidades y capacidades que un estudiante demuestra tener en cada asignatura, y el cual es evaluado a partir de objetivos de aprendizaje, que se refleja en las calificaciones escolares obtenidas.

Los procesos de aprendizaje suscitados en el ámbito escolar involucran la evolución de un estado inicial a uno nuevo, por ello, el objetivo final del RA es lograr en el estudiante un nuevo aprendizaje, es decir, una meta escolar (Carrillo-Risquet et al., 2019; Lamas, 2015). Este nuevo aprendizaje requiere, a su vez, una evaluación que posteriormente se refleja en forma de calificaciones académicas (Solano, 2015).

A pesar de algunas preocupaciones sobre el sesgo y generalidad que puede tener el promedio general de calificaciones, sigue siendo una variable predictiva que proporciona información complementaria y puede prever tanto el éxito académico como el desempeño en exámenes estandarizados (Samuels et al., 2019). Es por ello que las notas escolares siguen siendo una de las variables más usadas tanto por los docentes como por investigadores para acercarse al RA (Edel, 2003).

En Colombia, el decreto 1290 (2009) en su artículo primero, establece que la evaluación de aprendizajes de los estudiantes se da en tres escenarios: internacional (pruebas con estándares internacionales), nacional (pruebas para monitorio de calidad a los colegios), e institucional (cada colegio valora desempeño académico individual). Esta última, es una evaluación que se genera a partir del proceso de formación del estudiante en el aula, y debe ser coherente a nivel conceptual, pedagógico y didáctico con el proyecto educativo institucional (PEI) de cada establecimiento escolar (Ministerio de Educación Nacional, 2023). Permite al docente dar una valoración cuantitativa y/o

cualitativa de cada alumno determinando el denominado RA, por lo se convierte en el resultado de un proceso de evaluación continua y no solo una valoración al terminar un tema (Ministerio de Educación Nacional, 2009).

En resumen, como señala Edel (2003) el RA no se puede ver solo como un indicador de desempeño escolar, sino concebirse como el resultado de procesos continuos de enseñanza-aprendizaje de cada estudiante.

#### 2.4. Estudios de control inhibitorio y rendimiento académico

La mayoría de las investigaciones relacionadas con FE y aspectos escolares estudian sus componentes en conjunto y se han centrado en niños, al parecer por el rápido desarrollo que tienen estas en la infancia (Samuels et al., 2019). De hecho, señala Poon (2018) que los estudios sobre el desarrollo de los recursos cognitivos han estado enfocados excesivamente en población preescolar o adulta, dejando de lado un importante período de desarrollo que es la adolescencia. Sin embargo, aquellas investigaciones que tienen como objetivo la comprensión e impacto de las FE, arrojan información relevante sobre el CI y revelan la plasticidad de las habilidades ejecutivas durante los distintos periodos de la vida, así como la predicción del desempeño escolar.

Entre estas investigaciones se encuentra un estudio con preescolares que utilizó tareas de inhibición motora, respuesta de supresión-iniciación (Go-No Go) y tareas de atención con esfuerzo (tipo Stroop), con las que se logró predecir significativamente el RA (Kim et al., 2013). En la misma línea, en niños de 6 a 12 años se encontró una asociación significativa del CI con la asignatura de lenguaje y en mayor medida con matemáticas (Cortés et al., 2019). Igualmente, otra realizada en grado cuarto y quinto de primaria (5 a 11 años), halló que la inhibición tiene una fuerte relación con matemáticas (Gerst et al., 2017).

Si bien este tipo de estudios demuestran el poder predictivo de las FE en etapas tempranas de educación preescolar y primaria, no queda del todo claro si la capacidad de inhibición puede predecir los resultados de RA durante la adolescencia. Sin embargo, si revelan que el CI guarda una estrecha relación con matemáticas y lectura. Ahondando en esta última, estudios con niños y adultos, encontraron que el CI es relevante para evitar errores de espejo (invertir letras) en la lectura, y al parecer también explicaría el desarrollo de la aritmética (Ahr et al., 2016; Borst y Houde, 2014). Estos hallazgos apoyarían la idea de Cortés et al. (2019) que expone lo esencial que son las FE para el desarrollo de habilidades académicas en la escuela primaria.

Cabe mencionar que en secundaria también cobran relevancia, pues bien, las FE varían en las diferentes etapas de la adolescencia y mantienen una relación directa con el RA (Poon, 2018). Esto debido a que su desarrollo no solo se da en los primeros años si no que continua (Samuels et al., 2019). Por lo tanto, existirían periodos específicos durante los cuales estas podrían predecir mejor el RA (Ahmed et al., 2019). Lo anterior ha llevado a aumentar el interés por desarrollar estudios que abarquen la adolescencia. Algunos de ellos de tipo longitudinal que abordan tanto la adolescencia temprana como tardía, donde se demuestra que durante el desarrollo en estas etapas se genera una maduración significativa en todas las FE (Boelema et al., 2014).

En este sentido, Ahmed et al. (2019) estudiaron las FE en la infancia (54 meses) y su predicción a los 15 años, hallando a través de tareas Stroop que la inhibición no es predecible de una etapa a otra, ni predice logros académicos en la adolescencia. Así mismo, Fonseca et al. (2016) encontraron en escolares de 6 a 12 años correlación positiva entre inhibición y RA en geometría-estadística a los 7 años, a los 10 años en lenguaje extranjero, y a los 12 años en lengua castellana. Por otro lado, al analizar las FE de estudiantes que avanzaban de grado sexto a duodécimo, se encontró que las FE (incluido el CI) predicen significativamente los promedios generales de calificaciones y que tienden a aumentar durante los siete años de estudio (Samuels et al., 2019).

De forma similar, para explorar la relación de las FE con el desempeño escolar en población de 12 a 17 años, el estudio realizado por Poon (2018) midió el CI de respuestas dominantes/automáticas encontrando un crecimiento constante del mismo de los 13 a 16 años, mejoría significativa en la adolescencia tardía, así como una relación directa de CI con RA general y las calificaciones en matemáticas. Así mismo, otra investigación encontró en sujetos de 5 a 17 años una correlación significativa entre FE y RA que varía entre edades sin dejar de tener relación de dominio general en componentes como CI y MT, especialmente en matemáticas y lectura (Best et al., 2011).

En cuanto a esta última área de aprendizaje, Briceño (2022) al evaluar las FE en adolescentes entre 12 y 16 años exponiéndolos a un plan de lectura intensiva halló diferencias significativas en componentes como la inhibición. Este tipo de estudios, no solo reafirman la relación de esta habilidad ejecutiva con la lectura, sino que permiten observar las ventajas de aplicar estrategias como el plan lector.

Con respecto a matemáticas, se analizaron las FE en adolescentes de 15 a 17 años, los resultados frente a inhibición sugieren que se relaciona y es predictiva con el componente matemático en la variable fracciones, más no se encontró relación con aritmética ni algebra (Mesa et al., 2022).

Son pocos los estudios que involucren el RA de distintas asignaturas y su relación con CI. Entre estos se encuentra una investigación ecuatoriana desarrollada con adolescentes, entre 15 y 16 años, realizada por Villagómez et al. (2017), donde se evaluó la inhibición de respuesta (medida con prueba Hayling original y modificada) y su relación con el desempeño académico, revelando correlaciones sujetas al tiempo de respuesta (matemática, biología y lenguaje) y a supresión de las respuestas (lenguaje, historia). Mientras que otros autores no solo estudiaron la relación, sino observaron a través de neuroimagen la activación cerebral, encontrando una activación de la CCA al realizar la tarea Stroop, demostrando un vínculo entre los correlatos neuronales del control cognitivo y el RA (Veroude et al., 2013).

No obstante, otros estudios no hallaron relación significativa. Es el caso del estudio desarrollado en Canadá con estudiantes de secundaria por Dubuc et al. (2020), que analizó durante tres años (de grado séptimo a noveno) el control de interferencias y RA de algunas asignaturas como el general, encontró que estas variables tienen una relación débil. Por otra parte, una investigación con jóvenes universitarios colombianos con una edad media de 19 años, analizó la relación de distintas FE (entre estas el CI medido con test Stroop) con el RA general, y tampoco encontró relación alguna (Gutiérrez-Ruiz et al., 2020). Así mismo, Peña et al. (2017), analizaron características del CI en estudiantes de último grado de secundaria entre 17 y 20 años, y no encontraron relación directa sobre el RA, variable medida a partir de los resultados de prueba SABER 11 aplicada en Colombia.

En consecuencia, existen diversas investigaciones sobre FE que permiten analizar el CI al igual que su relación con diversas habilidades escolares y RA. Sin embargo, no son generalizables los hallazgos especialmente en relación a RA de distintas asignaturas en adolescentes, ni en cuanto a RA general, pues frente a este último los estudios son aún menores.

## 3. Metodología

### 3.1. Objetivos

#### 3.1.1. Objetivo general

Determinar la relación entre CI y el RA en estudiantes entre 15 y 17 años de grado undécimo pertenecientes a una institución educativa de carácter oficial en la ciudad de Tunja (Colombia).

#### 3.1.2. Objetivos específicos

- Analizar el RA de matemáticas, lengua castellana, ciencias naturales y sociales a partir del promedio acumulativo de calificaciones de los estudiantes en cada asignatura durante los primeros tres periodos académicos del año escolar.
- Evaluar en los adolescentes el CI a través del test STROOP.
- Explicar la relación entre CI y el RA de cada una de cuatro asignaturas en los adolescentes.

### 3.2. Hipótesis

**Hipótesis de investigación:** se espera encontrar relación positiva y significativa entre CI y el RA en matemáticas, lengua castellana, ciencias naturales y sociales estudiantes entre 15 y 17 años de grado undécimo.

**H<sub>0</sub> (hipótesis nula):** no hay relación positiva y significativa entre CI y el RA en matemáticas, lengua castellana, ciencias naturales y sociales en estudiantes entre 15 y 17 años de grado undécimo.

**H<sub>1</sub> (hipótesis alternativa):** existe relación positiva y significativa entre CI y el RA en matemáticas, lengua castellana, ciencias naturales y sociales en estudiantes entre 15 y 17 años de grado undécimo.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

La población de referencia se conformará por estudiantes entre 15 y 17 años de último grado de educación secundaria (undécimo) pertenecientes a una de las 13 instituciones educativas urbanas de carácter oficial en la ciudad de Tunja (Colombia).

Se realizará un muestreo no probabilístico por conveniencia. La muestra se elegirá de una institución educativa urbana y mixta, y se elegirá la muestra de los cursos que las directivas permitan. La misma estará constituida por 35 estudiantes seleccionados con los siguientes **criterios de inclusión:**



matriculados en la misma Institución Educativa (IE) pública y urbana de la ciudad de Tunja, estudiantes de último año (grado 11) que hayan cursado todos los tres primeros periodos académicos en la IE, rango de edad entre 15 y 17 años durante la fase de ejecución, contar con consentimiento informado firmado. Y bajo **criterios de exclusión**: tener una condición patológica médica, psicológica o psiquiátrica, presentar algún tipo de problemas de aprendizaje y/o haber repetido año escolar.

### 3.4. Diseño

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo no experimental con diseño descriptivo (análisis de cada variable) y correlacional (relación entre variables), de corte transversal. Es decir, se hará la recolección de datos en un único momento bajo condiciones naturales de la muestra para conocer la asociación entre las variables planteadas, las cuales no serán manipuladas por el investigador (Rojas, 2023).

### 3.5. Variables medidas e instrumentos aplicados

#### 3.5.1. Control inhibitorio

**Definición conceptual:** capacidad de “controlar la atención, el comportamiento, los pensamientos y/o las emociones para anular una fuerte predisposición interna o un atractivo externo y, en cambio, hacer lo que es más apropiado o necesario” (Diamond, 2013)

**Definición operacional:** variable cuantitativa medida a través de puntuación R-Int (resistencia de la interferencia) obtenida mediante el test STROOP que se aplicará.

**Instrumento de medición de CI:** se administrará el test STROOP “Test de Colores y Palabras” (Tabla 1) validado y estandarizado al español. Mide la habilidad para suprimir respuestas y manejar las interferencias para cumplir un objetivo (control atencional e interferencias), por lo tanto la finalidad del test es evaluar la influencia de la interferencia como indicador de alteración en el CI (Golden, 2020).

**Tabla 1**

*Ficha técnica del instrumento*

Característica	Descripción
<b>Nombre</b>	STROOP. Test de Colores y Palabras – Edición Revisada.
<b>Original</b>	Color and Word Test del autor Charles J. Golden.
<b>Adaptación española</b>	Realizada por Ruiz-Fernández et al. en TEA Ediciones en el año 2020.
<b>Aplicación</b>	Individual a partir de los 6 años hasta los 85 años.
<b>Contenido y Estructura</b>	<p>Compuesto por tres tareas o condiciones distintas:</p> <p><b>Tarea 1</b> (condición Palabra o P): presentar al azar una lámina impresa en tinta negra con las palabras “ROJO”, “VERDE” o “AZUL”. Nunca aparece en la misma columna dos veces seguidas la misma. La persona debe leerlas en voz alta.</p> <p><b>Tarea 2</b> (condición Color o C): se muestra una lámina impresa en tinta roja, azul o verde con una con series de 4 equis (“XXXX”). Nunca aparece en la misma columna dos veces seguidas el mismo color. La persona debe nombrar el color de la tinta que tienen las “X”.</p> <p><b>Tarea 3</b> (Condición Palabra-Color o PC): se enseña una lámina con las palabras de la tarea P que tiene los colores de las “X” de la condición “C”. Nunca coincide nombre del color impreso, siempre hay incongruencia entre palabra y color de la tinta. La persona nombra el color de la tinta en que esta la palabra escrita.</p>
<b>Duración</b>	5 minutos aproximadamente: 45 segundos cada tarea más instrucciones
<b>Puntuación</b>	<p>Se pueden obtener 4 puntuaciones distintas: <b>Puntuación P</b>: número de aciertos de ítems leídos en la tarea 1, <b>Puntuación C</b>: número de aciertos ítems nombrados en la tarea 2, <b>Puntuación PC</b>: número de aciertos ítems nombrados en la tarea 3, y <b>Puntuación R-Int</b> (Resistencia de la interferencia): se obtiene a partir de la diferencia entre PC y la puntuación esperable.</p> <p>Cálculo realizado automáticamente en el sistema de corrección de la prueba.</p>

*Nota.* Adaptado del manual de STROOP de Golden, 2020.

### 3.5.2. Rendimiento académico

**Definición conceptual:** “constructo susceptible de adoptar valores cuantitativos y cualitativos, a través de los cuales existe una aproximación a la evidencia y dimensión del perfil de habilidades, conocimientos, actitudes y valores desarrollados por el alumno en el proceso de enseñanza aprendizaje” (Edel, 2003).

**Definición operacional:** variable cuantitativa, categorizada como desempeño escolar superior, alto, básico y bajo, en base a la escala de valoración establecida en el decreto 1290 (2009). El indicador para esta variable, es el promedio ponderado de los estudiantes en cada una de las asignaturas (matemáticas, lengua castellana, ciencias naturales y sociales), luego de culminar los tres primeros periodos académicos del año.

**Instrumento para analizar RA:** el instrumento utilizado para conocer el RA es el boletín académico, donde se encuentran las calificaciones obtenidas por los estudiantes en cada asignatura, detalla por periodo académico. El reporte escolar contiene la escala de valoración nacional (Decreto 1290, 2009), mencionada en el apartado anterior, la cual es adoptada por las IE para evaluar el desempeño del alumno. A su vez, se tiene presente la escala de evaluación numérica determinada por cada establecimiento que se ajusta a la anterior. Para la ciudad de Tunja generalmente las I.E. públicas usan la escala de 1 a 5. En la tabla 2, se puede observar un ejemplo de escala de evaluación de una institución educativa oficial.

**Tabla 2**

*Escala de evaluación de RA*

Escala de valoración	Escala evaluación numérica
Superior	4.7 - 5.0
Alto	4.0 - 4.6
Básico	3.5 – 3.9
Bajo	1.0 – 3.4

*Nota. Basada en la escala valorativa del decreto 1290, 2009.*

### 3.6. Procedimiento y cronograma

La ejecución del presente proyecto, se llevará a cabo durante el año 2024, en cuatro fases que contienen diferentes actividades a desarrollar en tiempos definidos:

**Fase 1:** presentar carta formal a la secretaria de educación municipal solicitando permiso para el desarrollo de la investigación en la institución educativa seleccionada. Una vez aprobado, se procederá a contactar al rector(a), para socializar lo pertinente al estudio y establecer compromisos para el cumplimiento del cronograma (Tabla 3), buscando además la no interferencia de los investigadores en el desarrollo de actividades académicas ya previstas por la IE. Se procede a

obtener la base de datos básicos de los estudiantes, incluyendo su fecha de nacimiento. Se dialogará con los docentes directores de grado explicando el propósito de la investigación y solicitar apoyo para reunir a los acudientes/padres de familia y los estudiantes. En este encuentro, se explicarán objetivos, criterios de inclusión y exclusión, metodología, cronograma y riesgos. La información se encontrará sintetizada en el consentimiento informado que se entregará para dar autorización de participación; este documento parte de los principios de anonimato y confidencialidad de acuerdo a los lineamientos éticos de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR).

**Fase 2:** una vez seleccionado los participantes de acuerdo a criterios de muestreo, se elaborará la base de datos de los mismos. Luego, se solicita el boletín de calificaciones de los tres primeros cursos académicos para obtener datos de la variable RA de las cuatro asignaturas a analizar. Se registrará la información obtenida.

**Fase 3:** un profesional en psicología administrará el test STROOP de manera individual, siguiendo el procedimiento de aplicación descritos en el manual. Lo cual se realizará en horario escolar acordado previamente con las directivas académicas, docentes y estudiantes. Se desarrollará en un espacio privado dentro del colegio libre de ruido, bien iluminado, cómodo y amplio.

**Fase 4:** finalmente, se procederá a registrar los datos obtenidos en el programa estadístico seleccionado y se someterá al análisis de resultados de acuerdo a objetivos, hipótesis planteadas y variables de interés. Para dar paso a la redacción del informe y socialización de resultados.

**Tabla 3**

*Cronograma de actividades*

Cronograma de actividades	Año 2024. Septiembre - Diciembre															
Actividades/Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Solicitud autorización SEM y espera de respuesta																
Contacto con rector y directores de grado																
Reunión con padres de familia y estudiantes y firma consentimiento																
Elaborar base de datos de la muestra seleccionada																
Obtener calificaciones, registrar información en base de datos																
Aplicación STROOP																
Ingreso de datos, análisis y descripción de resultados																
Redacción de Informe y presentación de resultados																

### 3.7. Análisis de datos

El análisis estadístico se realizará mediante el software Jamovi versión 2.3. Primero se llevará a cabo un **análisis descriptivo** que permita obtener una visión general de la muestra en cuanto edad y sexo, así como de las variables a estudiar (desempeño en la prueba de CI y RA en cada una de las cuatro asignaturas). Analizando medidas de tendencia central (media, mediana y moda), medidas de forma (distribución de frecuencias) y medidas de dispersión (desviación estándar y rango).

Además, se hará un **análisis inferencial** para relacionar las variables estudiadas y poder predecir algunos comportamientos entre las mismas. Se usará el coeficiente de correlación de Pearson si se llega a cumplir con los supuestos paramétricos, para ello se aplicará la prueba de Shapiro-Wilk para precisar la distribución normal de datos. En caso de que no exista normalidad o no se cumplan los demás supuestos, se llevará a cabo una estadística no paramétrica mediante correlación de Spearman. Así se calculará la asociación de variables (P-Int del CI con promedio de RA por asignatura).

En cualquiera de los dos casos, se tiene en consideración para el coeficiente de correlación el nivel de significancia, dado por el valor p. Si el valor de p es menor 0,05, se puede concluir que existe una

correlación estadísticamente significativa, ya que indicaría que la hipótesis nula es falsa, además entre menor sea la  $p$  el resultado será más fiable (Molina, 2017). También se tendrá presente el valor absoluto que será entre -1 y 1 para analizar el tipo de relación entre variables y la fuerza de la misma. Si es menor a cero se considerará una relación inversa y si es mayor una relación directa, así mismo, si se acerca mucho a cero indicará una relación débil y si se acerca a los extremos una relación fuerte (Dousdebés, 2021).

### 3.8. Recursos humanos, materiales y económicos

A continuación, se relacionan los recursos necesarios para ejecutar de manera adecuada el presente proyecto de investigación:

**Recurso humano:** incluye los estudiantes objeto de estudio (muestra). Así como, los investigadores responsables de desarrollar la investigación, que deben ser profesionales relacionados con áreas de neuroeducación, preferiblemente psicólogos. En caso de que no se cuente con mínimo un profesional en psicología, se deberá apoyar en los servicios de alguno para la aplicación, calificación y análisis del instrumento neuropsicológico, STROOP.

**Recursos materiales:** consentimiento informado impreso, bolígrafos, carpetas con separadores, boletín de notas académicas, Test STROOP, equipo de cómputo y salón cómodo, amplio, libre de ruido e iluminado dentro de la institución educativa.

**Recursos económicos:** a continuación (Tabla 4), se presenta un presupuesto de los recursos que se requieren para el desarrollo de la investigación.

**Tabla 4**

#### *Recursos económicos*

Recurso	Precio en dólares
Material fungible (bolígrafos, carpetas, impresos de consentimiento, separadores)	40
STROOP. Test de Colores y Palabras	93
Acceso a internet para corrección test STROOP y otros	50
Transporte de investigador	70
Contratación servicio de un psicólogo (opcional)	500
Total	753

## 4. Discusión y Conclusiones

### 4.1. Discusión

El propósito principal de este estudio es determinar la relación entre CI y el RA en estudiantes entre 15 y 17 años de grado undécimo pertenecientes a una institución educativa de carácter oficial en la ciudad de Tunja (Colombia). A partir de la hipótesis de investigación planteada, se espera encontrar relación positiva y significativa entre las dos variables en cuatro asignaturas: matemáticas, lengua castellana, ciencias naturales y sociales. Si al realizar el análisis estadístico, se obtiene la correlación esperada entre CI y RA de los estudiantes, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula; es decir, implica que los alumnos con mejor CI obtengan las calificaciones más altas en las asignaturas analizadas.

De tal forma que los resultados estarían en paralelo con los hallazgos de Poon (2018), quien midió el CI en estudiantes de 12 a 17 años encontrando una relación directa con RA general y las calificaciones en matemáticas. Además, sería congruente con el estudio realizado por Best et al. (2011) que corroboró la relación entre CI y el RA en matemáticas y lectura en sujetos de 5 a 17 años. Igualmente, va en línea con el estudio de Veroude et al. (2013), que halló correlación entre las calificaciones y la activación cerebral en una tarea Stroop en estudiantes universitarios entre 18 y 19 años, donde aquellos con buenas notas utilizaron más la CCA dorsal en la tarea inhibitoria.

A su vez, los resultados coincidirían con lo reportado en preescolares en tareas de inhibición, cuyos resultados logran predecir de manera significativa el RA (Kim et al., 2013). Así como con resultados de estudios con niños en los que se encontró asociación significativa entre lenguaje, lectura y matemáticas con CI (Ahr et al., 2016; Borst y Houde, 2014; Cortés et al., 2019; Gerst et al., 2017). Del mismo modo, entraría en concordancia con estudios realizados en el contexto colombiano, como el de Mesa et al. (2022), quienes analizaron las FE en adolescentes entre 15 y 17 años, confirmando que la inhibición tiene relación con componentes matemáticos como las fracciones, y con el de Briceño (2022) con adolescentes entre 12 y 16 años, que reveló una relación entre CI y la lectura.

Sin embargo, hay que tener presente que, aunque son pocos los estudios dedicados a analizar el CI y su relación con asignaturas como ciencias naturales y sociales, ya que la mayoría estudian especialmente matemáticas y lenguaje, la investigación realizada por Villagómez et al. (2017), que

apoyaría la idea de una relación significativa entre inhibición y RA en las asignaturas de matemática, biología, lenguaje e historia.

De tal forma, se puede indicar que el CI como otras FE, al continuar madurando en la adolescencia, mantiene una relación significativa con el RA, aun cuando presenta diferentes cambios en esta etapa (Poon, 2018; Samuels et al., 2019). Ya que, como demuestra estudios como el de Boelema et al. (2014), a medida que se da el desarrollo en la adolescencia temprana y tardía se va produciendo una maduración significativa en todas las FE. Información respaldada a su vez, por la investigación de Samuels et al. (2019) que analizó las FE (incluido CI) de estudiantes que avanzaban de grado sexto a duodécimo, y reveló que logran predecir significativamente promedios generales de notas académicas y aumentan durante los siete años de estudio.

Estas últimas investigaciones mencionadas, de corte longitudinal, aportan información valiosa para comprender mejor la relación entre CI y RA en la adolescencia y permiten comprender los resultados esperados con este estudio. Al igual que las afirmaciones de Londoño-Ocampo et al. (2019), quienes indican que la escuela brinda experiencias que facilitan el ejercicio de las FE, y estas a su vez potencian los procesos de aprendizaje escolar. En este caso, aprendizaje reflejado en el desempeño académico.

Sin embargo, en caso de cumplirse la hipótesis alternativa, estaría parcialmente de acuerdo con el estudio de Fonseca et al. (2016), desarrollado en la ciudad de Tunja, donde si bien se encontró correlación positiva a los 7, 10 y 12 años con materias como geometría-estadística, lengua extranjera y lengua castellana respectivamente, no halló relación significativa con ciencias naturales y sociales.

Por otra parte, estaría en contraposición con estudios longitudinales como el de Dubuc et al. (2020), en el cual encontraron una asociación débil entre CI y el RA en calificaciones en matemáticas, lenguaje, ciencias y el promedio general en estudiantes de secundaria con edad media de 13 años. Y en discrepancia con algunos resultados de estudios colombianos, como el de Gutiérrez-Ruiz et al. (2020), donde no se encontró relación entre RA y CI, evaluado mediante test de Colores y palabras Stroop en jóvenes universitarios de Colombia. Y el de Peña et al. (2017), que describe una ausencia de relación directa entre CI y RA (analizado a partir del examen SABER11) en estudiantes entre 17 y 20 años de último grado de secundaria. Sin embargo, estos últimos estudios estarían soportando los resultados en caso de que se rechace la hipótesis alternativa y se acepte la nula.



Finalmente, cabe resaltar que es innegable que faltan estudios específicos que implique a la vez tareas tipo STROOP, adolescentes en etapa tardía y la medición del RA más allá de matemáticas y lenguaje. Aun así, a lo largo de este estudio se presentan investigaciones que han logrado establecer relaciones previas entre las variables estudiadas siendo punto de partida para su continuo análisis. Por lo que los resultados esperados del presente estudio serían un aporte al respecto. Pues bien, esta investigación va de la mano por lo sugerido por Poon (2018), quien indicó que se debe aprovechar la plasticidad de las FE en la adolescencia para su estudio, ya que los hallazgos que se obtengan permiten alcances prácticos, en este caso relacionados con el área neuroeducativa.

## 4.2. Conclusiones esperadas

De acuerdo con los objetivos planteados en este proyecto de investigación y en relación a los resultados esperados, se puede extraer las siguientes conclusiones:

- Los resultados de la prueba STROOP serán heterogéneos entre los estudiantes, pues bien, como lo indica la literatura el CI en la adolescencia va a estar afectado por el desarrollo pobre o bien estimulante de habilidades inhibitorias que tuvo la muestra en la infancia.
- Al confirmar la hipótesis alternativa se induce que en la etapa adolescente el CI al continuar en proceso madurativo, mantendría relación con el RA al hallar una correlación positiva y significativa con el promedio de calificaciones en las diferentes asignaturas estudiadas.
- Los estudiantes con mejor ejecución en la tarea STROOP mostrarán mejor RA en asignaturas básicas como matemáticas, lenguaje, ciencias naturales y sociales que los alumnos con un peor resultado en la prueba. Igualmente, al tener buenos resultados en el test, demostraran mejor CI, es decir, mejor control de la atención, el comportamiento, pensamientos y/o emociones al haber anulado las predisposiciones generadas a través de la prueba para lograr hacer lo que es más apropiado en la misma.
- La revisión teórica muestra que en la actualidad hacen falta más estudios de la relación entre CI y RA, especialmente en la adolescencia tardía, no obstante, los estudios existentes permiten sostener la existencia de la relación entre ambas variables, confirmando así los resultados esperados con esta investigación.
- Las investigaciones científicas revisadas y analizadas dejan entrever la existencia de una relación positiva y significativa más destacable entre CI y RA de asignaturas como matemáticas y lengua

castellana que en relación con ciencias naturales y sociales, dados los pocos estudios sobre estas dos últimas. Por lo cual, este estudio es de gran aporte a la literatura científica.

- Al confirmar la relación entre CI y RA es posible diseñar metodologías y estrategias de enseñanza más oportunas que contribuyan de manera efectiva al aprendizaje de los estudiantes y, por ende, se reflejen mejores calificaciones.

### 4.3. Limitaciones esperadas

En relación con las limitaciones de la investigación, resulta importante señalar la conveniencia de ampliar el tamaño de la muestra, pues la que se plantea no es representativa de la población y, por ende, no es viable generalizar resultados. Con respecto al instrumento de evaluación de CI, se ha visto a partir de la literatura la existencia de diversidad de pruebas de medición, si bien el test de palabras y colores STROOP es uno de los más conocidos y utilizados, la relación de la variable CI y RA puede diferir al aplicar otro test haciendo que los resultados no sean del todo concluyentes respecto a otros estudios.

Por otro lado, no se estudian por separado las distintas inhibiciones descritas por algunos autores, pues como se ha mencionado con anterioridad no existe homogeneidad en definir tareas para cada tipo de inhibición; sin embargo, sería un aspecto a tener presente para futuras investigaciones. Finalmente, esta investigación no plantea otras variables que puedan relacionarse como diferenciación entre sexos, nivel socioeconómico, nivel de estudio de los padres u otras FE.

### 4.4. Prospectiva

Respecto a futuras líneas de investigación, se propone a continuación diferentes puntos de partida para profundizar este estudio, los cuales no son excluyentes entre sí:

- a) Ampliar el tamaño de la muestra, de forma tal que se puedan generalizar los resultados.
- b) Se sugiere investigar más a fondo el CI, haciendo uso de diferentes tareas que impliquen los distintos tipos de inhibición.
- c) Profundizar esta investigación mediante la comparación de resultados entre estudiantes de IE públicas y privadas.
- d) Teniendo presente que el examen SABER11 es la prueba estandarizada estatal para medir desempeño escolar en Colombia, y, además evalúa las cuatro asignaturas básicas medidas en el

presente estudio, se sugiere hacer uso de este como instrumento de medida, pues bien, solo hay una investigación publicada sobre el análisis de la relación del mismo con CI en el contexto colombiano.

- e) En línea con la propuesta anterior, se sugiere un estudio comparativo con un único grupo que relacione el CI con los resultados de cada área en el examen SABER11. Así como el CI con el promedio de calificaciones de las cuatro asignaturas obtenidas a partir del boletín académico. De forma que, se puedan comparar los resultados de la relación de ambos tipos de medición de RA respecto al CI.
- f) Estudiar la relación con otras variables como posibles mediadoras entre CI y RA: cognitivas (atención, memoria), de tecnologías de la información y la comunicación (tiempo frente a pantallas, uso de internet o redes sociales), tipo de estrategias de enseñanza de los docentes, consumo de sustancias psicoactivas y/o nivel socioeconómico.

Frente a las aplicaciones educativas, los resultados del estudio permiten aportar información relevante a partir de una mayor comprensión de la relación entre CI y RA de los estudiantes. Para facilitar a docentes el diseño tanto de metodologías como de estrategias didácticas, apoyadas en procesos cognitivos que favorezcan el desempeño en asignaturas como: matemáticas, lengua castellana, ciencias naturales y sociales. Aportando así de manera efectiva al aprendizaje de los estudiantes y, por ende, reflejándose en mejores calificaciones.

Así mismo, permitiría establecer programas de estimulación neuropsicológica del CI en estudiantes de 15 a 17 años de grado undécimo, como parte del proceso educativo, favoreciendo el RA al robustecer este componente ejecutivo. Este fortalecimiento también beneficiaría a los alumnos en sus futuros escenarios académicos como es el universitario.

## Referencias bibliográficas

- Ahmed, S., Tang, S., Waters, N. y Davis-Kean, P. (2019). Executive function and academic achievement: Longitudinal relations from early childhood to adolescence. *Journal of Educational Psychology*, 111(3), 446-458. <https://doi.org/10.1037/edu0000296>
- Ahr, E., Borst, G. y Houdé, O. (2016). The learning brain: Neuronal recycling and inhibition. *Zeitschrift Für Psychologie*, 224(4), 277-285. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000263>
- Aydmune, Y. e Introzzi, I. (2018). Inhibición: Una función ejecutiva difícil de medir. algunas problemáticas en relación con las pruebas de inhibición informatizadas. *Psicodebate. Psicología, Cultura Y Sociedad*, 18(2), 7-25.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6731923>
- Best, J., Miller, P. y Naglieri, J. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327-336. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Boelema, S., Harakeh, Z., Ormel, J., Hartman, C., Vollebergh, W. y Van-Zandvoort, M. (2014). Executive functioning shows differential maturation from early to late adolescence: Longitudinal findings from a TRAILS study. *Neuropsychology*, 28(2), 177-187. <https://doi.org/10.1037/neu0000049>
- Borst, G. y Houde, O. (2014). Inhibitory control as a core mechanism for cognitive development and learning at school. *Perspectives on Language and Literacy: Special Issue on Executive Function*, (17), 41-44. <https://dyslexialibrary.org/wp-content/uploads/file-manager/public/1/Borst%20Spring%202014%20Final.pdf>
- Briceño, J. (2022). *Funcionamiento ejecutivo en un grupo de adolescentes expuestos y no expuesto a plan lector intensivo* [Tesis de maestría, Universidad Católica de Colombia]. RIUCaC. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/23d59b4c-e79f-40ab-88d2-62fa5315a326/content>

- Cadena, I., Gutiérrez, C. y Salas, M. (2021). Control inhibitorio cognitivo en adolescentes en un centro de atención especializado para el menor infractor en Bolívar (Colombia). En V. Bustos (Ed.), *Psicología clínica. enfoques e investigación* (pp. 167-186). Editorial Bonaventuriana. [https://www.researchgate.net/publication/358667704\\_Psicologia\\_clinica\\_Enfoques\\_e\\_investigacion](https://www.researchgate.net/publication/358667704_Psicologia_clinica_Enfoques_e_investigacion)
- Caicedo, H. (2016). *Neuroeducación: una propuesta educativa en el aula de clase*. Ediciones de la U.
- Carrillo-Risquet, C., Jiménez-Puig, E. y Méndez-García, L. (2019). *Las funciones ejecutivas y su relación con el rendimiento académico*. Editorial Feijóo.
- Cortés, A., Moyano-Muñoz, N. y Quílez, A. (2019). The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 10*, 1582. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01582>
- Decreto 1290 (2009). Por el cual se reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes de los niveles de educación básica y media. *Ministerio de Educación Nacional*. [https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-187765\\_archivo\\_pdf\\_decreto\\_1290.pdf](https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-187765_archivo_pdf_decreto_1290.pdf)
- Decreto 869 (2010). Por el cual se reglamenta el Examen de Estado de la Educación Media, ICFES - SABER 11°. *Ministerio de Educación Nacional*. [https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-221588\\_archivo\\_pdf\\_decreto\\_869.pdf](https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-221588_archivo_pdf_decreto_869.pdf)
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*(1), 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. y Ling, D. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience, 18*, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Dillon, D. y Pizzagalli, D. (2007). Inhibition of action, thought, and emotion: A selective neurobiological review. *Applied and Preventive Psychology, 12*(3), 99-114. <https://doi.org/10.1016/j.appsy.2007.09.004>

- Dousdebés, A. (2021). *Estadística aplicada a Psicología y educación: teoría y ejercicios con aplicaciones en Excel*. PUCE. <https://edipuce.edu.ec/wp-content/uploads/2021/11/Estadistica-aplicada-a-psicologia-y-educacion.pdf>
- Dubuc, M., Aubertin-Leheudre, M. y Karelis, A. (2020). Relationship between interference control and working memory with academic performance in high school students: The adolescent student academic performance longitudinal study (ASAP). *Journal of Adolescence*, 80, 204-213. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2020.03.001>
- Edel, R. (2003). El rendimiento académico: Concepto, investigación y desarrollo. *REICE, Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia Y Cambio En Educación*, 1(2), 0. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55110208>
- Fan, J., Flombaum, J., Mccandliss, B. Thomas, K. y Posner, M. (2003). Cognitive and brain consequences of conflict. *Neuroimage*, 18 (1), 42-57. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1319>
- Flores-Lázaro, J. y Ostrosky-Shejet, F. (2013). *Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas*. Editorial El Manual Moderno.
- Flores, J., Castillo-Preciado, R. y Jiménez-Miramonte, N. (2014). Desarrollo de funciones ejecutivas, de la niñez a la juventud. *Anales De Psicología*, 30(2), 463-473. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.155471>
- Fonseca, G., Rodríguez, L. y Parra, J. (2016). Relación entre funciones ejecutivas y rendimiento académico por asignaturas en escolares de 6 a 12 años. *Hacia La Promoción De La Salud*, 21(2), 41-58. <https://doi.org/10.17151/hpsal.2016.21.2.4>
- Friedman, N. y Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(1), 101-135. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101>
- Friedman, N. y Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186-204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>

- Gerst, E., Cirino, P., Fletcher, J. y Yoshida, H. (2017). Cognitive and behavioral rating measures of executive function as predictors of academic outcomes in children. *Child Neuropsychology*, 23(4), 381-407. <https://doi.org/10.1080/09297049.2015.1120860>
- Golden, C. J. (2020). *STROOP. test de colores y palabras. Edición revisada* (Ruiz-Fernández, B., Luque, T., y Sánchez-Sánchez, F. adaptadores). TEA Ediciones.
- Gutiérrez-Ruiz, K., Paternina, J., Zakzuk, S., Mendez, S., Castillo, A., Payares, L. y Peñate, A. (2020). Las funciones ejecutivas como predictoras del rendimiento académico de estudiantes universitarios. *Psychology, Society & Education*, 12(2), 161-174. <https://doi.org/10.25115/psye.v10i1.2103>
- ICFES (2023). Análisis preliminar de resultados 2023. Examen saber 11 A. <https://www.icfes.gov.co/documents/39286/456840/2Final-Informe+S11.pdf>
- Introzzi, I., Canet Juric, L., Aydmune, Y. y Stelzer, F. (2016). Perspectivas teóricas y evidencia empírica sobre la inhibición. *Revista Colombiana De Psicología*, 25(2), 351-368. <http://dx.doi.org/10.15446/rcp.v25n2.52011>
- Jódar, M., Redolar, D., Blázquez, J. L., González, B., Muñoz, E., Periañez, J. y Viejo, R. (2013). *Neuropsicología*. Editorial UOC.
- Kim, S., Nordling, J., Yoon, J., Boldt, L. y Kochanska, G. (2013). Effortful control in "hot" and "cool" tasks differentially predicts children's behavior problems and academic performance. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 41(1), 43-56. <https://doi.org/10.1007/s10802-012-9661-4>
- Lamas, H. A. (2015). Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos Y Representaciones*, 3(1), 313-386. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5475216>
- Landívar, A. (2013). *Neuroeducación: educación para jóvenes bajo la lupa de María Montessori*. Editorial Brujas.
- Liu, X., Banich, M., Jacobson, B. y Tanabe, J. (2006). Functional dissociation of attentional selection within PFC: response and non-response related aspects of attentional selection as ascertained by fMRI. *Cerebral cortex*, 16 (6), 827-834. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhj026>

Londoño-Ocampo, L., Becerra-García, J., Arias-Castro, C. y Martínez-Bustos, P. (2019). Funciones ejecutivas en escolares de 7 a 14 años de edad con bajo rendimiento académico de una institución educativa. *Encuentros*, 17(2), 11-23.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15665/encuent.v17i02.2037>

López, S. (2007). *Procesos de cambio cognitivo en la resolución de problemas en niños de un año de edad* [Tesis doctoral, Universitat Rovira i Virgili]. Repositori URV.

[https://repositori.urv.cat/estatic/TDX0011/en\\_TDX737.html](https://repositori.urv.cat/estatic/TDX0011/en_TDX737.html)

MacDonald, A., Cohen, J., Stenger, V. y Carter, C. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal cortex and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, 288, 1835-1838.

<https://doi.org/10.1126/science.288.5472.1835>

Mesa, A., Niño, C., Pastrana, D. y Pinto, L. (2022). *Relación entre habilidades matemáticas y funciones ejecutivas en adolescentes de 15 a 17 años del departamento de Casanare* [Tesis de grado, UNAB]. Repositorio UNAB.

<https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/18560?locale-attribute=en>

Ministerio de Educación Nacional. (2009). Fundamentaciones y orientaciones para la implementación del decreto 1290 de 2009. [https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-397381\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-397381_recurso_1.pdf)

Ministerio de Educación Nacional. (02 de septiembre de 2022). Pruebas saber. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/micrositios-preescolar-basica-y-media/Evaluacion/Evaluacion-de-estudiantes/397384:Pruebas-saber>

Ministerio de Educación Nacional. (23 de mayo de 2023). Sistema institucional de evaluación de los estudiantes -SIEE-. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/micrositios-preescolar-basica-y-media/Evaluacion/Evaluacion-de-estudiantes/397381:Sistema-Institucional-de-Evaluacion-de-los-Estudiantes-SIEE>

Miyake, A. y Friedman, N. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>



- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. y Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Molina, M. (2017). ¿Qué significa realmente el valor de p?. *Pediatría Atención Primaria*, 19(76), 377-381. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1139-76322017000500014&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322017000500014&lng=es&tlng=es)
- OECD (2019). PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- OECD (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Peña, M., Gómez, T., Mejía, D., Hernández, J. y Tamayo, D. (2017). Caracterización del control inhibitorio en adolescentes del grado once de la institución educativa normal superior de Envigado-Colombia. *Psicoespacios: Revista Virtual De La Institución Universitaria De Envigado*, 11(18), 37-54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5971876>
- Poon, K. (2018). Hot and cool executive functions in adolescence: Development and contributions to important developmental outcomes. *Frontiers in Psychology*, 8, 2311. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02311>
- Portellano, J. A. (2018). *Neuroeducación y funciones ejecutivas*. Editorial CEPE.
- Rojas, N. (2023). *Metodología de la investigación para anteproyectos*. UAPA.
- Samuels, W., Tournaki, N., Sacks, S., Sacks, J., Blackman, S., Byalin, K. y Zilinski, C. (2019). Predicting GPAs with executive functioning assessed by teachers and by adolescents themselves. *The European Educational Researcher*, 2, 173-194. <https://doi.org/10.31757/euer>
- Silton, R., Heller, W., Towers, D., Engels, A., Spielberg, J., Edgar, J., Sass, S., Stewart, J., Sutton, B., Banich, M. y Miller, G. (2010). The time course of activity in dorsolateral prefrontal cortex and

anterior cingulate cortex during top-down attentional control. *Neuroimage*, 50 (3), 1292-1302.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.12.061>

Solano, L. O. (2015). *Rendimiento académico de los estudiantes de secundaria obligatoria y su relación con las aptitudes mentales y las actitudes ante el estudio* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia de España]. E-spacio. <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Losolano>

Vara, A., Pang, E., Vidal, J., Anagnostou, E. y Taylor, M. (2014). Neural mechanisms of inhibitory control continue to mature in adolescence. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 10, 129-139. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.08.009>

Veroude, K., Jolles, J., Knežević, M., Vos, C., Croiset, G. y Krabbendam, L. (2013). Anterior cingulate activation during cognitive control relates to academic performance in medical students. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(3), 100-106. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211949313000306>

Villagómez, D., Pluck, G. y Almeida, P. (2017). Relación entre la memoria de trabajo, inhibición de respuesta, y habilidad verbal con el éxito académico y el comportamiento en adolescentes. *Maskana*, 8, 87-100. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1879>

Vink, M., Zandbelt, B., Gladwin, T., Hillegers, M., Hoogendam, J., van den Wildenberg, W., Du Plessis, S. y Kahn, R. (2014). Frontostriatal activity and connectivity increase during proactive inhibition across adolescence and early adulthood. *Human Brain Mapping*, 35(9), 4415-4427. <https://doi.org/10.1002/hbm.22483>