

# Explorando la relación entre las funciones ejecutivas y la metacognición: ¿las primeras predicen la segunda?

Antonio P. Gutierrez de Blume <sup>1</sup>  
Diana Marcela Montoya Londoño <sup>1</sup>

## Resumen

El propósito de este artículo es explorar las relaciones empíricas entre las funciones ejecutivas (FE), la conciencia metacognitiva subjetiva —conocimiento de la cognición y regulación de la cognición— y el monitoreo metacognitivo objetivo —precisión absoluta y sesgo absoluto—. Más específicamente, se examinó el efecto predictivo de las FE sobre la metacognición en una muestra de estudiantes universitarios colombianos. Los resultados revelaron que las FE predecían mejor el conocimiento de la cognición subjetivo, pero eran las menos predictivas para la regulación de la cognición subjetiva. Con respecto a las medidas objetivas, las FE predijeron mejor la precisión absoluta del monitoreo. Así mismo, los patrones predictivos a través de la metacognición subjetiva y objetiva diferían, aunque la “selección de refranes” —una FE asociada con la región de la corteza prefrontal anterior del cerebro que mide la capacidad de comprender, comparar y seleccionar respuestas con un sentido figurado— predijo todo, menos el sesgo absoluto del monitoreo. Al final, se discuten las implicaciones para la teoría y la investigación y se dan recomendaciones para la práctica.

**Palabras clave:** aprendizaje de adultos, cognición, comprensión, neuropsicología



<sup>1</sup> Georgia Southern University, EE.UU.  
agutierrez@georgiasouthern.edu

<sup>2</sup> Universidad de Manizales, Colombia.

Recibido: 29/05/2021  
Revisado: 20/06/2021  
Aprobado: 20/01/2022  
Publicado: 04/04/2022

**Para citar este artículo:** Gutierrez, A., & Montoya, D. (2022). Explorando la relación entre las funciones ejecutivas (FEs) y la metacognición: ¿Predicen la metacognición las FEs?. *Praxis & Saber*, 13(33), e12500. <https://doi.org/10.19053/22160159.v13.n33.2022.12500>

# Exploring the connection between executive functions and metacognition: Do the former predict the latter?

## Abstract

The aim of this article is to explore the empirical connections between executive functions (EFs), subjective metacognitive awareness (knowledge of cognition and regulation of cognition), and objective metacognitive monitoring (absolute accuracy and absolute bias). More specifically, the predictive effect of EFs on metacognition was examined in a sample of Colombian university students. The results showed that EFs best predicted the subjective cognition knowledge but were the least predictive for the regulation of subjective cognition. Regarding objective measures, the EFs best predicted the absolute accuracy of monitoring. Likewise, predictive patterns across subjective and objective metacognition differed, although the “proverb selection” (an EF associated with the region of the anterior prefrontal cortex of the brain that measures the ability to understand, compare, and select answers with a figurative meaning) predicted everything but the absolute bias of monitoring. At the end, implications for theory and research are discussed and recommendations for practice are given.

**Keywords:** adult learning, cognition, comprehension, neuropsychology

## Explorando a relação entre funções executivas e metacognição: As primeiras preveem a segunda?

## Resumo

Este artigo visa a explorar as relações empíricas entre as funções executivas (FEs), a consciência metacognitiva subjetiva (conhecimento da cognição e regulação da cognição) e o monitoramento metacognitivo objetivo (precisão absoluta e viés absoluto). Mais especificamente, o efeito preditivo das FEs sobre a metacognição foi examinado numa amostra de estudantes universitários colombianos. Os resultados mostraram que as FEs previam melhor o conhecimento da cognição subjetivo, mas eram menos preditivas para o regulamento da cognição subjetiva. Quanto às medidas objetivas, as FEs previram melhor a precisão absoluta do monitoramento. Da mesma forma, os padrões preditivos através da metacognição subjetiva e objetiva diferiram, embora a “seleção de provérbios” (uma FE associada à região do córtex pré-frontal anterior do cérebro que mede a capacidade de compreender, comparar e selecionar respostas com um sentido figurativo) previu tudo, exceto o viés absoluto do monitoramento. Finalmente, são discutidas as implicações para a teoria e a pesquisa e são dadas recomendações para a prática.

**Palavras-chave:** aprendizagem de adultos, cognição, compreensão, neuropsicologia

La metacognición como línea de investigación ha enfrentado dificultades en cuanto a conceptualización y operacionalización (Tarricone, 2011). Los investigadores, por ejemplo, han estado en desacuerdo sobre la distinción entre lo cognitivo y lo metacognitivo en supuestos teóricos como el papel de la metacognición en la teoría del aprendizaje autorregulado (AA) y la relación entre la metacognición y otros constructos como las funciones ejecutivas (FE) (Dinsmore *et al.*, 2008; Roebbers, 2017; Sperling *et al.*, 2004; Winne, 2018). Sin embargo, los investigadores reconocen la necesidad de avanzar en el campo de la metacognición con estudios empíricos que permitan probar algunas de las relaciones hipotéticas entre la metacognición y otros constructos como las FE, para comprender mejor estas relaciones dinámicas y cómo influyen en los resultados críticos del aprendizaje (Roebbers & Feurer, 2016; Tarricone, 2011; Tobias & Everson, 2009; Zohar & Dori, 2012).

Este estudio se sitúa en la teoría del AA. Para capturar el procesamiento de los estudiantes de manera más completa, los investigadores deben considerar las características cognitivas, metacognitivas y afectivas/disposicionales del estudiante, de acuerdo con los principios del AA. Aunque hay varias formas de abordar dicha teoría (Panadero, 2017), este estudio emplea el modelo de perspectiva metacognitiva (MPM) de Winne y Hadwin (2008) y el modelo metacognitivo y afectivo de aprendizaje autorregulado (MA<sup>3</sup>) de Efklides (2011) como principios teóricos para guiar la interpretación sustantiva de los hallazgos. En ambos modelos, los procesos metacognitivos juegan un papel central. De acuerdo con los principios del MPM, los estudiantes son percibidos como individuos activos, involucrados y autorregulados que controlan su propio aprendizaje a través de la implementación del monitoreo metacognitivo y del uso de estrategias, fundamentales para los objetivos de esta investigación. Luego, el MPM se amplió para incluir acciones de autorregulación y el papel de la motivación (Winne & Hadwin, 2008). En una línea similar, el MA<sup>3</sup> de Efklides (2011) estipula que los procesos metacognitivos y motivacionales también son claves, centrados en los niveles de tarea, persona y tarea con persona. Debido a que las FE también incluyen habilidades que involucran el monitoreo y control de la conducta, es plausible que estén incorporadas en el componente de metacognición de la teoría del AA y sean consistentes con los modelos teóricos de MPM y MA<sup>3</sup>.

En investigaciones sobre estos conceptos, la *metacognición* se ha entendido como el conocimiento y la regulación de los propios procesos y productos cognitivos o como la capacidad de reflejar, comprender y controlar el propio aprendizaje (Brown, 1987; Flavell, 1979, 1987; Gutierrez & Montoya, 2021a; Gutierrez *et al.*, 2021; Gutierrez *et al.*, 2022; Jacobs & Paris, 1987; Schraw & Dennison, 1994).

El AA, en cambio, se entiende como un proceso de aprendizaje multidimensional que implica, a nivel personal, el dominio de los procesos cognitivos, metacognitivos y motivacionales, así como el control de factores ambientales y conductuales. Además, el AA puede referirse a una capacidad de control influenciada por la forma en que se desarrolla el proceso de aprendizaje en sí —por ejemplo: planificación, establecimiento de objetivos, implementación de estrategias, síntesis y monitoreo del propio progreso— (Barak, 2010; Pintrich, 1999, 2002; Pintrich & Groot, 1990; Zimmerman & Schunk, 1989).

Así mismo, las FE se consideran como un conjunto de subhabilidades que implican

planificación, control y regulación eficientes del comportamiento, que hacen posible que las personas se involucren con éxito en comportamientos productivos y adaptativos por sí mismos, incluido el aprendizaje (Goldberg, 2001; Lezak *et al.*, 2012). Hasta la fecha, la relación entre aspectos de la teoría del AA —como la metacognición— y otros constructos —como las FE— no se comprende muy bien.

El concepto de las FE fue planteado por Luria en la década de 1960 al proponer su teoría de los sistemas funcionales dinámicos, la cual plantea la existencia de tres unidades funcionales:

- **unidad 1:** de alerta-motivación.
- **unidad 2:** de recepción, procesamiento y almacenamiento de información.
- **unidad 3:** de programación, control y verificación de la actividad (Luria, 1974).

Luria (1974) menciona por primera vez que esta última unidad tiene una FE relacionada con la planificación y control de la conducta. A su vez, Lezak (1983) sostiene que las FE incluyen la capacidad de filtrar información que interfiere con una tarea, participar en comportamientos que se dirigen hacia una meta y anticipar las consecuencias de las acciones propias. Esto implica un mecanismo derivado del correlato anatómico funcional de los lóbulos frontales, entendidos como la unidad encargada de programar la psique humana (Ardila & Ostrosky, 2008; Lezak, 1983; Luria, 1973).

Sin embargo, algunos investigadores del campo de la neuropsicología han descrito la metacognición como la FE más refinada o de orden superior en el ser humano (Flores-Lázaro Castillo-Preciado & Jiménez-Miramonte, 2014; Flores-Lázaro, Ostrosky-Schejet & Lozano-Gutiérrez 2014; Flores *et al.*, 2008). Otros han definido las FE como un proceso cognitivo de orden superior que, a través de su influencia en los procesos de nivel inferior, permiten a las personas regular sus pensamientos y acciones durante el comportamiento dirigido a objetivos (Friedman & Miyake, 2017). Esta perspectiva se superpone con explicaciones teóricas de la metacognición, como el modelo de Nelson y Narens (Nelson, 1996; Nelson & Narens, 1990), en el que los mecanismos de monitoreo y control median la interacción entre el metanivel —procesos de pensamiento de orden superior— y el nivel de objeto o el entorno, como cuando se participa en conductas dirigidas a objetivos.

En una línea similar, algunos investigadores han intentado diferenciar las FE metacognitivas de las emocionales (Ardila & Ostrosky, 2008; Fuster, 1989, 2002). En esta perspectiva, las FE metacognitivas se entienden como el conjunto de subhabilidades relacionadas con el área dorsolateral de la corteza prefrontal (CPFDL), responsable de procesos como la planificación, implementación de estrategias, memoria de trabajo y resolución de problemas (Stuss & Knight, 2002); mientras que las FE emocionales se consideran más relacionadas con la capacidad de satisfacer impulsos básicos al seguir estrategias socialmente aceptables, subhabilidades que dependen de las áreas ventromediales de la corteza prefrontal (CPF) y que están involucradas en la regulación de la cognición y la emoción (Stuss & Knight, 2002).

Por ello, las FE se definen como un conjunto de habilidades cognitivas, emocionales y motivacionales que surgen de circuitos y estructuras particulares de los lóbulos frontales, con un gradiente de especialización y jerarquía funcional (Trujillo & Pineda, 2008). De esta manera, el

área orbitofrontal tendría un mayor papel en la autorregulación del comportamiento, mientras que las regiones dorsolaterales y algunas estructuras de la corteza cingulada favorecen el desarrollo de la anticipación, el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, la iniciación de actividades y operaciones mentales, el monitoreo de tareas, la selección precisa de comportamientos y conductas, la flexibilidad en el trabajo cognitivo y su organización en el tiempo y el espacio para obtener resultados efectivos en la solución de problemas (Lezak *et al.*, 2012; Stuss & Benson, 1984, 1986; Trujillo & Pineda, 2008).

Empíricamente, algunos estudios han informado de la relación de las zonas rostral y dorsal de la CPF lateral con la precisión de los juicios retrospectivos. Asimismo, se ha indicado la relación de la corteza prefrontal medial (CPFM) con la precisión de los juicios prospectivos (Chua *et al.*, 2014; Fleming & Dolan, 2014). Estos estudios reconocen una síntesis neuronal, en la que las subregiones cortical, prefrontal, dorsolateral y anterior interactúan con las cortezas interoceptivas —cingulado e ínsula— para promover juicios metacognitivos precisos.

Si bien la investigación entre la metacognición y otros aspectos de la teoría del AA se ha explorado más a fondo (Panadero, 2017), la investigación sobre metacognición con las FE no es tan abundante. En los pocos estudios teóricos disponibles, los investigadores postulan que las FE pueden ser antecedentes de habilidades metacognitivas (Bryce *et al.*, 2015; Fernandez-Duque *et al.*, 2000; Garner, 2009). Así, aunque ambos conceptos han sido investigados teóricamente, es sorprendente la poca literatura que ha intentado conectarlos de forma empírica (Roebbers, 2017), aspecto que con frecuencia se evidencia al referirse a diferentes definiciones de las FE, en las que el concepto se entiende como metacognición o la referencia a algunas de sus subhabilidades básicas como la planificación y el monitoreo.

Pese a que la investigación empírica sobre la posible relación entre metacognición y las FE es escasa, entre los antecedentes que han explorado la relación entre ellos se encuentran dos investigaciones realizadas con niños en edad preescolar. En un estudio que se realizó con 71 niños en edad preescolar en los Estados Unidos entre las edades de tres y cinco años, en el que se examinó la metacognición en la primera infancia y su asociación con las FE, los hallazgos revelaron que todos los niños exhibían evidencia de conocimientos y habilidades metacognitivas. Más específicamente, la metacognición declarativa y procedimental —equivalente al conocimiento y regulación metacognitivos— se relacionaron significativa y positivamente entre sí y con las FE, aunque en diversos grados. Al controlar el lenguaje y la edad, el conocimiento metacognitivo predijo de manera significativa y positiva las FE (Marulis *et al.*, 2016).

Un segundo estudio fue realizado con 34 niños de cinco años y 32 niños de siete años del Reino Unido. Se encontró que las FE estaban más relacionadas con las habilidades metacognitivas en los niños de cinco años que en los de siete. Por lo tanto, en los niños más pequeños, las medidas de control inhibitorio y de memoria a corto plazo se relacionaron tanto con el monitoreo como con las habilidades metacognitivas generales, mientras que la memoria de trabajo solo se relacionó significativamente con las habilidades metacognitivas generales. Por el contrario, en niños mayores, solo la asociación entre control inhibitorio y monitoreo alcanzó significación. Evidentemente, las FE contribuyen a la capacidad de los niños pequeños para usar sus habilidades metacognitivas de manera adecuada en la medida en que parecen

desempeñar un papel clave para determinar qué tan hábiles son los niños más pequeños —de cinco años— en su metacognición (Bryce *et al.*, 2015).

Finalmente, un estudio con adultos jóvenes —117 estudiantes de pregrado— que asistían a una universidad en Estados Unidos examinó la relación entre las FE, la metacognición y el AA. Los resultados indicaron que las FE predijeron la metacognición y el AA y que las medidas directas de inhibición y desplazamiento explicaron una cantidad significativa de varianza en la metacognición y el AA más allá de una medida indirecta de las FE. Los análisis de mediación separados indicaron que la metacognición medió la relación entre las FE y el AA (Follmer & Sperling, 2016).

Con base en dichas investigaciones, el presente estudio examinó el efecto predictivo de las FE y diferentes medidas objetivas y subjetivas de metacognición en una muestra de estudiantes universitarios colombianos matriculados en un programa de pregrado en Psicología.

A partir de la revisión de la literatura, el presente estudio se guio por las siguientes preguntas de investigación.

1. ¿Cuál es el efecto predictivo de las funciones ejecutivas sobre las dos dimensiones subjetivas de la conciencia metacognitiva —conocimiento de la cognición y regulación de la cognición— en una muestra de estudiantes universitarios colombianos?
2. ¿Cuál es el efecto predictivo de las funciones ejecutivas sobre dos dimensiones objetivas de la metacognición —precisión absoluta y sesgo absoluto del monitoreo— en una muestra de estudiantes universitarios colombianos?

## **Hipótesis**

Debido a que hasta la fecha no existe ninguna investigación —según el conocimiento de los autores —que haya examinado la relación entre las FE y las medidas subjetivas y objetivas de la metacognición, se propusieron hipótesis más generales en lugar de otras más específicas para evitar la extralimitación. Por lo tanto, se esperaba que las FE se asociaran positivamente y predijeran tanto la conciencia metacognitiva subjetiva— el conocimiento y la regulación de la cognición —como los índices objetivos de monitoreo metacognitivo— la precisión y el sesgo.

## **Método**

### ***Participantes, muestreo y diseño de la investigación***

La muestra inicialmente incluyó 65 estudiantes colombianos de pregrado, matriculados en una universidad privada de una ciudad del centro del país. Sin embargo, solo 61 de estos participantes completaron todas las medidas y, por lo tanto, representan la muestra real que se consideró finalmente para el análisis. El presente estudio empleó un enfoque de muestreo no probabilístico por conveniencia con un diseño de investigación correlacional.

Todos los participantes al momento del desarrollo de la investigación estaban cursando el cuarto y quinto semestre de carrera en un pregrado en Psicología. En los criterios de inclusión se consideró que los participantes estuvieran matriculados durante los años 2019 y 2020 en la universidad en la que se realizó el estudio y que no tuvieran un reporte escolar de alteración

mayor a nivel psiquiátrico, ni un historial significativo de repitencia o rezago escolar; así mismo, que voluntariamente aceptaran participar en la investigación mediante la firma del consentimiento informado. De esta manera, la muestra estuvo conformada por 34 hombres y 27 mujeres, cuya edad osciló entre 18 y 30 años — $M = 20,00$  ;  $DE = 2,17$ —.

### ***Materiales e instrumentos***

**Medidas subjetivas de metacognición: inventario de conciencia metacognitiva.** La conciencia metacognitiva de autoinforme se midió mediante el Inventario de conciencia metacognitiva (MAI, en inglés) (Schraw & Dennison, 1994). El MAI fue desarrollado y validado originalmente por Schraw y Dennison (1994). Es un instrumento de 52 ítems que mide la metacognición a través de sus componentes. Los ítems de muestra incluyen preguntas como:

- “Me pregunto constantemente si estoy cumpliendo mis objetivos” (monitoreo).
- “Intento utilizar estrategias que han funcionado en el pasado” (conocimiento procedimental).
- “Reevalúo lo que he aprendido cuando me confundo” (estrategias de depuración).
- “Sé lo bien que me fue en una evaluación una vez finalizada” (evaluación).

Los estudiantes respondieron a los ítems en una escala móvil de 0 a 100, que va desde “nada cierto para mí (0)” hasta “muy cierto para mí (100)”. La versión en español del MAI ha sido probada y validada en dos estudios separados (Gutierrez & Montoya, 2021b; Huertas *et al.*, 2014), que informaron una adecuada confiabilidad de consistencia interna y validez del constructo para el instrumento.

Las puntuaciones se calcularon tomando la media de los ítems que componen cada escala, respectivamente. A continuación, la combinación de conocimiento declarativo, procedimental y condicional se utilizó para calcular el conocimiento de la cognición. La regulación de la cognición se compuso de la combinación de planeación, gestión de la información, monitoreo de comprensión, depuración y evaluación. Los coeficientes de confiabilidad de consistencia interna para la presente muestra fueron el conocimiento de la cognición — $\alpha = 0,85$ — y la regulación de la cognición — $\alpha = 0,92$ —.

**Medidas objetivas de la metacognición: precisión absoluta y sesgo absoluto del monitoreo.** El cálculo de la precisión absoluta y del sesgo del monitoreo absoluto se logró recopilando primero el desempeño y la confianza en los juicios de desempeño. Se emplearon como medidas de desempeño cuatro pruebas de conocimiento declarativo preparadas para la clase de Neuropsicología, basadas en algunas de las lecturas sugeridas para el semestre. Estas pruebas fueron de dificultad y duración moderadas. Cada una incluyó diez ítems de opción múltiple con cuatro respuestas por ítem, —una respuesta correcta y tres distractores— que todos los participantes completaron. Las pruebas cubrieron temas relacionados con la neuropsicología cognitiva y la neuropsicología clínica infantil. Los ítems incluidos en las pruebas fueron desarrollados para el curso y fueron evaluados por expertos independientes antes de su administración. En el apéndice se puede encontrar una pregunta de muestra.

El desempeño se calculó al sumar primero el número de respuestas correctas a las pruebas. Luego se dividió entre el número total de ítems. Por último, el resultado se multiplicó por cien para obtener un puntaje percentil de desempeño correcto. Después de que los participantes proporcionaran su respuesta a cada ítem, se les pidió que proporcionaran su calificación de confianza de su desempeño en ese ítem —localmente. Por lo tanto, los participantes tenían un resultado de desempeño y confianza para cada ítem que se utilizó para calcular la precisión y el sesgo del monitoreo. La confianza se estimó en una escala continua de 0-100 puntos —confianza de 0 % a 100 %— lo que garantizaba una escala de proporción y no solo una matriz de respuestas correctas e incorrectas —por ejemplo, el coeficiente Gamma, que solo permite calificaciones dicotómicas de confianza como baja o alta—. Al igual que el desempeño, las calificaciones de confianza se calcularon al tomar la confianza promedio en todos los ítems.

Para calcular la precisión absoluta del monitoreo, se restaron las puntuaciones de desempeño reales de la confianza de los estudiantes en los juicios de su desempeño. Por lo tanto, la precisión se evaluó calculando el valor absoluto de la puntuación de diferencia continua entre el juicio de confianza de los estudiantes y el desempeño real, de modo que cero correspondía a una precisión perfecta, mientras que una puntuación más alta distinta de cero correspondía a una precisión de monitoreo más baja, porque la diferencia entre confianza y desempeño era mayor —por ejemplo,  $75-75 = 0$  indicaría una precisión perfecta, mientras que  $75-60 = 15$  indica un error de monitoreo. Los valores más altos indican una precisión de monitoreo deficiente—. El sesgo de monitoreo absoluto, un índice de error en los juicios, se calculó como la diferencia con signo de la confianza de los estudiantes en los juicios de desempeño y el desempeño real, de manera que los valores negativos se corresponden con falta de confianza o ilusión de no saber. Los valores positivos se corresponden con exceso de confianza o ilusión de saber.

**Funciones ejecutivas.** En la presente investigación se utilizó la batería neuropsicológica de funciones ejecutivas y lóbulos frontales (BANFE-2) (Flores-Lázaro, Castillo-Preciado & Jiménez-Miramonte, 2014) como medida objetiva de las FE. Las pruebas que componen esta batería fueron seleccionadas y divididas principalmente con base en un criterio anatómico-funcional. Así, se compone de diferentes tareas que permiten la evaluación de las funciones que dependen de la corteza prefrontal anterior (CPFA), la CPFM y la CPFDL, ya que estas estructuras se consideran responsables del funcionamiento de la metamemoria y de la metacognición (Flores-Lázaro, Castillo-Preciado & Jiménez-Miramonte, 2014), entre otros.

Las tareas que integran las medidas de metamemoria y el funcionamiento de la CPFA en esta batería son clasificaciones semánticas, selección de refranes y metamemoria. Las tareas que involucran la CPFM son el efecto Stroop, el juego de cartas y la tarea del laberinto. Las tareas que evalúan la CPFDL son señalamiento autodirigido, memoria de trabajo visuoespacial, ordenamiento alfabético de palabras, clasificación de letras, laberintos, torre de Hanói, suma y resta consecutiva y fluidez verbal. El manual del BANFE-2 se empleó para calificar las diversas evaluaciones de las FE con base en estándares normativos.

### ***Procedimientos***

La recolección de datos ocurrió entre 2019 y 2020, con cuatro grupos diferentes de la clase de Neuropsicología Cognitiva y Neuropsicología Clínica Infantil, que estaban en el cuarto

y quinto semestre. Durante la recolección de datos, los estudiantes conocieron los objetivos de la investigación. Una vez aceptaron participar en el estudio, firmaron el formulario de consentimiento informado y procedieron a completar los instrumentos correspondientes. Se siguieron todos los lineamientos éticos provistos por la Resolución 8433 del Ministerio de Salud (1993) para estudios considerados de mínimo riesgo para los seres humanos. Luego, en un momento posterior de la clase, los participantes realizaron las medidas objetivas de metacognición mediante un protocolo en línea. Finalmente, las pruebas para evaluar las FE fueron aplicadas en una evaluación neuropsicológica individual. Es importante señalar que los participantes solo estaban familiarizados con el BANFE-2 en general, pero no tenían ningún conocimiento específico de los reactivos individuales.

### **Análisis de los datos**

Los datos se examinaron primero en busca de valores atípicos univariantes y se probaron los supuestos estadísticos necesarios antes de realizar el análisis. No se detectaron valores atípicos extremos. Por lo tanto, los 61 casos completos se conservaron para el análisis de datos. No tener en cuenta los valores atípicos en los análisis somete los datos a posibles sesgos debido a la influencia indebida que estos puntajes atípicos ejercen sobre las medidas de tendencia central y dispersión en las estadísticas inferenciales (Tabachnick & Fidell, 2013). Los datos cumplieron con todos los supuestos estadísticos requeridos, que incluyen linealidad, homocedasticidad, normalidad univariante y falta de colinealidad. Por lo tanto, fue posible continuar con los análisis sin hacer ningún ajuste estadístico a los datos.

Ambas preguntas de investigación se respondieron mediante la realización de una serie de regresiones por mínimos cuadrados ordinarios (paso a paso). En cada una de las regresiones de paso a paso, las FE sirvieron como predictores. Los puntajes compuestos del conocimiento de la cognición, la regulación de la cognición, la precisión absoluta del monitoreo y el sesgo sirvieron como criterio en cada análisis de regresión, respectivamente.

Dado el gran número de las FE que se incluyeron en el presente estudio, se consideró mejor emplear la regresión lineal paso a paso como el enfoque de modelado, que es una mejor opción que la selección hacia atrás y la eliminación hacia adelante. El ajuste de Bonferroni a la significación estadística se aplicó para controlar la inflación de la tasa de error de Tipo I familiar —valor  $p$  real =  $.05 / 4 = .013$ —. El coeficiente de correlación múltiple al cuadrado ajustado,  $R^2_{ajustado}$ , sirvió como medida de la importancia práctica, o estimación del tamaño del efecto de los hallazgos. Esta versión de  $R^2$  es más conservadora que su contraparte típica, y es especialmente útil para estudios con tamaños de muestra más pequeños, porque corrige la posible sobreestimación del efecto observado en este tipo de muestras (Cohen, 1988).

En este sentido, Cohen (1988) proporcionó las siguientes pautas interpretativas para el tamaño del efecto,  $R^2_{ajustado}$ : 0,010-0,499 como pequeño; 0,500-0,799 como medio; y  $\geq 0,800$  como grande.

## **Resultados**

Las estadísticas descriptivas de las variables de interés para la muestra evaluada se describen

en la tabla 1. Así, es evidente, a partir de los hallazgos, que los estudiantes tendieron a sobreestimar su conciencia metacognitiva subjetiva tanto en el conocimiento como en la regulación de la cognición. Esto contrasta con las medidas objetivas del monitoreo metacognitivo, que muestran una tendencia de los estudiantes a ser bastante inexactos en su monitoreo, así como a tener una falta de confianza en su sesgo —es decir, ilusión de no saber—. Los resultados del BANFE-2 revelan que los perfiles de los estudiantes tendían a adherirse a las normas de individuos de edad y desarrollo similar. Es importante señalar que la metamemoria, la memoria de trabajo y la autorregulación/el control inhibitorio —variables de especial interés— también estaban en el rango normativo esperado para la presente muestra de estudiantes universitarios.

**Tabla 1**

*Estadísticas descriptivas de medidas subjetivas y objetivas de metacognición y funciones ejecutivas*

<b>Variab</b> les	<b>M</b>	<b>DE</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
MAI conocimiento de la cognición	70,79	12,58	34	96
MAI regulación de la cognición	68,01	11,40	37	91
Precisión del monitoreo absoluto	15,91	6,67	5	43
Sesgo del monitoreo	-6,16	13,18	-43	19
AOM-LA	0,04	0,19	0	1
AOM-SFA-ETS	1,83	10,86	0	80
AOM-SFA-T	91,19	34,25	0	189
AOM-JC-CR	34,17	8,18	17	48
AOM-JC-PT	27,57	14,21	5	59
AOM-CCEM	0,65	0,76	0	3
AOM-SFB-ETS	0,28	0,71	0	4
AOM-SFB-T	78,78	19,01	16	145
PA-CSTCA	2,65	1,86	0	7
PA-RT	85,63	33,32	14	173
PA-MM-EN	5,26	4,19	0	18
PA-MM-EP	0,93	1,16	0	4
DMT-SA-T	87,06	40,16	28	210
DMT-SA-P	3,09	2,08	0	8
DMT-OAE1	2,24	1,38	0	6
DMT-OAE2	3,78	1,83	0	6
DMT-OAE3	3,57	2,11	0	6
DMT-MVP	1,70	2,13	0	8
DMT-MVEO	1,65	2,03	0	8
DMT-RCA-T-40-3	129,19	114,50	29	300
DMT-ScT	63,35	34,94	16	242
DMT-RCB-T	101,01	26,09	29	300
DFEs-TH4M	49,10	11,19	11	80
DFEs-TH4T	150,29	35,36	33	300
DFEs-LP	4,31	13,12	0	98
DFEs-LT	27,91	11,15	5	75

DFEs-CCP	5,52	2,20	0	31
DFEs-CCPD	0,30	0,54	0	2
DFEs-CCT	359,78	117,51	25	600
DFEs-CSC	6,89	1,73	4	11
DFEs-CSA	5,54	1,45	3	9
DFEs-CSPT	15,19	4,96	6	29
DFEs-FVA	18,44	6,09	7	34
DFEs-FVP	0,28	0,56	0	3
DFEs-TH3M	34,65	17,56	11	80
DFEs-TH3T	124,91	73,66	15	240

*Nota.* N = 61. M = Media; DE = Desviación estándar; AOM-LA = Orbitomedial laberintos-Atravesar; AOM-SFA-ETS = Orbitomedial forma A-Errores tipo Stroop; AOM-SFA-T = Orbitomedial Stroop forma A-Tiempo; AOM-JC-CR = Orbitomedial juego de cartas-Porcentaje cartas de riesgo; AOM-JC-PT = Orbitomedial juego de cartas-Puntaje total; AOM-CCEM = Orbitomedial clasificación de cartas-Errores de mantenimiento; AOM-SFB-ETS = Orbitomedial forma B-Errores tipo Stroop; AOM-SFB-T = Orbitomedial Stroop forma B-Tiempo; PA-CSTCA = Prefrontal anterior-Clasificación semántica-Total número de categorías abstractas; PA-RT = Prefrontal anterior-Refranes-Tiempo; PA-MM-EN = Prefrontal anterior-Metamemoria-Errores negativos; PA-MM-EP = Prefrontal anterior-Metamemoria-Errores positivos; DMT-SA-T = Dorsolateral-Memoria de trabajo-Señalamiento autodirigido-Tiempo; DMT-SA-P = Dorsolateral-Memoria de trabajo-Señalamiento autodirigido-Perseveraciones; DMT-OAE1 = Dorsolateral-Memoria de trabajo-Ordenamiento alfabético ensayo 1; DMT-OAE2 = Dorsolateral-Memoria de trabajo-Ordenamiento alfabético ensayo 2; DMT-OAE3 = Dorsolateral-Memoria de trabajo-Ordenamiento alfabético ensayo 3; DMT-MVP = Dorsolateral-Memoria visoespacial perseveraciones; DMT-MVEO = Dorsolateral-Memoria visoespacial errores de orden; DMT-RCA-T-40-3 = Dorsolateral-Memoria de trabajo-Resta consecutiva 'A'-Tiempo; DMT-ScT = Dorsolateral-Memoria de trabajo-Señalamiento autodirigido Tiempo; DMT-RCB-T = Dorsolateral-Memoria de trabajo-Resta consecutiva 'B'-Tiempo; DFEs-TH4M = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-torre de Hanói 4 Movimientos; DFEs-TH4T = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-torre de Hanói 4 Tiempo; DFEs-LP = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Laberintos Planeación; DFEs-LT = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Laberintos Tiempo; DFEs-CCP = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Clasificación de cartas P; DFEs-CCPD = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Clasificación de cartas PD; DFEs-CCT = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Clasificación de cartas T; DFEs-CSC = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Clasificación semántica Categorías; DFEs-CSA = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Clasificación semántica Promedio Total Animales; DFEs-CSPT = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Clasificación semántica Puntaje total; DFEs-FVA = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Fluidez verbal Aciertos; DFEs-FVP = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Fluidez verbal Perseveraciones; DFEs-TH3M = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-torre de Hanói 3 Movimientos; DFEs-TH3T = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-torre de Hanói 3 Tiempo.

La tabla 2 muestra los resultados de los modelos de regresión lineal paso a paso con cada uno de los resultados. Respecto a la primera pregunta de investigación, tanto el modelo con conocimiento de la cognición subjetivo — $F(4,57) = 8,15, p < ,001, R^2_{ajustado} = ,472$ — como la regulación de la cognición subjetiva — $F(2,59) = 7,01, p = ,003, R^2_{ajustado} = ,273$ — fueron estadísticamente significativos. Así mismo, en respuesta a la segunda pregunta de investigación, tanto el modelo con precisión del monitoreo absoluto — $F(2,59) = 7,41, p = ,003, R^2_{ajustado} = ,307$ — y el sesgo del monitoreo absoluto — $F(2,59) = 6,55, p = ,005, R^2_{ajustado} = ,277$ — fueron estadísticamente significativos. Puede consultarse la tabla 2 para conocer las estadísticas pertinentes de los predictores de las FE estadísticamente significativos para cada uno de los

resultados en las preguntas de investigación, respectivamente.

**Tabla 2**

*Resultados de regresión lineal de paso a paso del efecto predictivo de las funciones ejecutivas sobre medidas subjetivas y objetivas de la metacognición*

Funciones ejecutivas	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>b</i> [E.E.]	IC <sub>95%</sub>	$\beta$
<b>MAI Conocimiento de la cognición</b>					
PA-RT	4,07	<,001	0,21 [0,05]	0,11, 0,32	0,54
DFEs-FVP	-3,25	,003	-12,16 [3,74]	-19,83, -4,50	-0,42
DFEs-TH3T	-3,24	,003	-0,38 [0,12]	-0,62, -0,14	-0,43
DMT-OAE2	-2,47	,020	-2,27 [0,91]	-4,15, -0,39	-0,34
<b>MAI Regulación de la cognición</b>					
DFEs-FVP	-3,05	,005	-11,62 [3,81]	-19,39, -3,84	-0,47
PA-RT	2,42	,020	0,13 [0,05]	0,03, 0,23	0,37
<b>Precisión absoluta del monitoreo</b>					
PA-RT	-2,92	,007	-0,12 [0,03]	-0,19, -0,04	-0,45
DMT-SA-P	-2,37	,025	-1,47 [0,64]	-2,78, -0,14	-0,35
<b>Sesgo absoluto del monitoreo</b>					
DFEs-FVA	-3,20	,004	-0,97 [0,30]	-1,59, -0,35	-0,51
DFEs-TH3M	-2,38	,025	-0,23 [0,10]	-0,44, -0,03	-0,35

*Nota.* *t* = estadística para cada prueba *t* de muestras independientes; *p* = significancia estadística para cada prueba *t* de muestras independientes; *b* [E.E.] = coeficientes de regresión no estandarizados y su error estándar; IC<sub>95%</sub> = 95% intervalo de confianza del 95% para los coeficientes de regresión no estandarizados;  $\beta$  = coeficientes de regresión estandarizados; PA-RT = Prefrontal anterior-Refranes Tiempo; DFEs-FVP = Dorsolateral-Funciones ejecutivas-Fluidez verbal Perseveraciones; DFEs-TH3T = Dorsolateral Funciones ejecutivas-torre de Hanói 3 Tiempo; DMT-OAE2 = Dorsolateral Memoria de trabajo-Ordenamiento alfabético ensayo2; DMT-SA-P = Dorsolateral Memoria de trabajo-Señalamiento autodirigido-Perseveraciones; DFEs-FVA = Dorsolateral Funciones ejecutivas-Fluidez verbal Aciertos; DFEs-TH3M = Dorsolateral Funciones ejecutivas-torre de Hanói 3 Movimientos. *N* = 61

## Discusión

El propósito de este estudio fue investigar la relación entre la metacognición y las funciones ejecutivas y examinar si las últimas predijeron la primera. Los resultados revelaron hallazgos interesantes.

El primero es que el modelo de regresión con el conocimiento de la cognición subjetivo como criterio no solo contenía el mayor número de predictores, sino que también incluía el mayor tamaño del efecto en comparación con la regulación de la cognición subjetiva y métricas

objetivas de precisión y sesgo del monitoreo metacognitivo.

La segunda es que el modelo de regresión con la regulación de la cognición subjetiva como criterio arrojó el tamaño del efecto más bajo. Este hallazgo es innovador porque las funciones ejecutivas se reconocen como un conjunto de habilidades relacionadas con los procesos reguladores del comportamiento y la cognición. Por lo tanto, deberían alinearse más fácilmente con los componentes de regulación de la metacognición.

Con respecto a las medidas objetivas del monitoreo metacognitivo, los hallazgos demostraron que el modelo de regresión con precisión del monitoreo absoluto como criterio produjo un tamaño de efecto mayor en comparación con el modelo con sesgo del monitoreo absoluto.

El hallazgo final —y quizás el más innovador— es que los patrones predictivos fueron relativamente únicos no solo dentro de la conciencia metacognitiva subjetiva y dentro del monitoreo metacognitivo objetivo, sino también en las diversas métricas. Esto fue así porque la única FE relativamente consistente que predijo significativamente tres de las cuatro métricas de metacognición —excepto el sesgo del monitoreo absoluto, que mide errores en los juicios de aprendizaje— fue “selección de refranes”, una función asociada con la CPFA. Esta medida de las FE estima la capacidad para comprender, comparar y seleccionar respuestas con sentido figurado. Aparte de eso, las FE restantes que predecían medidas subjetivas u objetivas de metacognición eran distintas para cada una.

En este sentido, el mayor aporte del presente estudio es el uso de un protocolo fijo para evaluar las FE de manera objetiva, al emplear una batería completa para evaluar las funciones ejecutivas a nivel objetivo, desde un instrumento con diferentes tareas para evaluar funciones ejecutivas asociadas a la CPFA, a la CPFDL, a la corteza orbitofrontal (COF) y a la CPFM, tal como se indica en la tabla 3. Esto contrasta con estudios previos que han empleado medidas de autoinforme de las FE (Effeney *et al.*, 2013; Guy *et al.*, 2004) o tareas cognitivas como sustitutos de las FE (Marulis *et al.*, 2016; Miyake *et al.*, 2000).

**Tabla 3**

*Funciones ejecutivas medidas por BANFE-2*

Habilidad ejecutiva general de acuerdo con el correlato anatomofuncional	Subhabilidades ejecutivas
Metafunciones-CPFA	Metamemoria, comprensión del sentido figurado y actitud abstracta.
Funciones ejecutivas-CPF DL	Fluidez verbal, productividad, generación de hipótesis de clasificación, flexibilidad mental, planeación visoespacial, planeación secuencial, secuenciación inversa y control de memoria —codificación— y eficiencia —tiempo de ejecución—.
Memoria de trabajo-CPF DL	Memoria de trabajo visual autodirigida, memoria de trabajo verbal-ordenamiento y memoria de trabajo visoespacial-secuencial.
Funciones básicas-COF y CPF M	Control inhibitorio, seguimiento de reglas y procesamiento riesgo-beneficio, mantenimiento de respuestas positivas, control inhibitorio, control motriz y detección de señales de riesgo.

*Nota.* Adaptada de “Batería de funciones frontales y ejecutivas: presentación” de J. Flores, F. Ostrosky, & A.

Lozano, A., 2008, *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), p. 145. (<https://alfredoardila.files.wordpress.com/2013/07/ardila-a-ed-2008-funciones-ejecutivas-neuropsicologia-neuropsiquiatria-y-neurociencias-vol-8-n1.pdf>).

En la investigación se descubrieron resultados importantes con respecto al efecto predictivo de algunas FE sobre medidas objetivas de metacognición en comparación con medidas subjetivas. Por ejemplo, se encontró un efecto predictivo positivo de la tarea de refranes, involucrada en el conocimiento y regulación de la cognición, en la precisión absoluta del monitoreo. Además, hubo un efecto predictivo positivo de dicha tarea en el conocimiento y la regulación de la cognición; mientras que hubo un efecto predictivo negativo entre el tiempo invertido en el desarrollo de la tarea y la precisión absoluta del monitoreo de los estudiantes. Esta tarea involucra la función de la CPFA, la cual es una medida de comprensión de refranes inicialmente propuesta por Luria (1986) y por Lezak (1994).

La prueba de refranes evalúa la capacidad de los estudiantes para analizar y comparar de manera abstracta tres posibles soluciones para determinar el significado de una oración. Esto requiere la participación de otras áreas de la CPF (Flores *et al.*, 2008; Flores-Lázaro, Castillo-Preciado & Jiménez-Miramonte, 2014; Luria, 1986), ya que entender un refrán implica el análisis activo de las palabras que lo componen. Esto debe hacerse de tal manera que se acceda al conocimiento semántico para determinar el significado de cada uno de sus elementos, pero la determinación del significado va más allá de la comprensión lingüística, semántica y sintáctica, porque requiere del trabajo activo de la CPF para descifrar un significado implícito en el mensaje verbal (Flores-Lázaro, Castillo-Preciado & Jiménez-Miramonte, 2014; Nippold & Haq, 1986; Nippold *et al.*, 1998).

De igual manera, se encontró un efecto predictivo negativo entre algunas de las medidas de las FE y metacognición, especialmente en relación con medidas que dependen de la CPFDL como tareas de memoria de trabajo —ensayo de orden alfabético 2, fluidez verbal, perseveraciones y trabajo memoria, señalamiento autodirigido, perseveraciones y torre de Hanói 3, tiempo y torre de Hanói 3, movimientos—. La CPFDL está relacionada con la organización secuencial de pasos directos e indirectos. Ha sido considerada el correlato anatomofuncional jerárquico más alto dentro de las redes neuronales involucradas en los procesos de planificación (Dehaene & Changeux, 1997; Luria, 1986). Así, se considera que el CPFDL constituye la base estructural de los procesos de memoria de trabajo, fluidez —diseño y verbal—, resolución de problemas complejos, flexibilidad mental, generación de hipótesis, estrategias de trabajo, seriación y secuenciación (Stuss & Alexander, 2000)

En cuanto a la conexión con las habilidades metacognitivas, la tarea de ordenamiento alfabético de palabras permite evaluar la capacidad de manipular y ordenar mentalmente la información contenida en la memoria de trabajo. A su vez, la tarea de fluidez verbal estima la capacidad de los individuos para producir con fluidez tantos verbos como sea posible dentro de un periodo de tiempo limitado. Del mismo modo, la tarea de señalamiento autodirigido permite evaluar la capacidad de los individuos para utilizar la memoria de trabajo visuoespacial basada en el apuntado autodirigido a una serie de figuras. Finalmente, la torre de Hanoi permite estimar la capacidad de los individuos para anticipar acciones secuenciales, tanto en orden progresivo como regresivo —planificación secuencial— (Collete & Andrés, 1999; Curtis *et al.*,

2000; Flores-Lázaro, Castillo-Preciado & Jiménez-Miramonte, 2014; Piatt *et al.*, 1999; Stuss & Alexander, 2000). Todas estas son habilidades que involucran fuertemente el monitoreo de la comprensión y la regulación de la cognición y respaldan los resultados de un metaanálisis reciente sobre la instrucción de estrategias de aprendizaje que se relacionan con estas FE en la precisión del monitoreo metacognitivo (Gutierrez, *en prensa*).

Además, la relación predictiva entre algunas medidas de las FE y la metacognición es particularmente interesante. Esto es porque proporciona evidencia empírica sobre la participación de la CPFDL en la metacognición, dada la relevancia de este correlato anatómico-funcional en el monitoreo y control metacognitivo de los individuos durante el aprendizaje, especialmente de las posibles dificultades que puedan surgir en cuanto a memoria de trabajo y procesos de planificación, secuenciación de conductas y flexibilidad.

En este sentido, algunos investigadores han descrito la importancia adicional de la CPFDL en el desarrollo de la conducta metacognitiva, específicamente en la relación entre la memoria de trabajo y la metacognición (Baddeley & Hitch, 1974, 2000). De manera similar, Shimamura (2000) ha descrito cuatro aspectos del control ejecutivo de interés en el desempeño metacognitivo: las acciones de seleccionar, mantener, actualizar y reenviar información durante el aprendizaje, que serían acciones inherentes a la memoria de trabajo.

En general, algunas medidas del funcionamiento ejecutivo fueron predictivas de la metacognición. Sin embargo, al considerar que el BANFE-2 permite la evaluación de medidas objetivas del funcionamiento ejecutivo que dependen de la COF, la CPFM, la CPFDL y la CPFA, había pocas FE que predijeran la metacognición. Por lo tanto, son constructos que, aunque relacionados, corresponden a diferentes mecanismos estructurales y funcionales. Es prematuro teorizar que las FE se definen como metacognición o viceversa, ya que son constructos que pueden tener diferentes mecanismos subyacentes. Sin embargo, esta conjetura sin duda requiere más investigación, ya que muchos de los hallazgos presentados aquí son todavía exploratorios.

En resumen, esta investigación empleó una medida objetiva que incluyó muchos de los procesos que son parte integral de las FE. Así, el BANFE-2 permite el uso de tareas para evaluar las FE que dependen:

- del COF y del CPFM: efecto Stroop, prueba de tarjeta de Iowa y laberintos.
- del CPFDL: señalamiento autodirigido, memoria de trabajo visoespacial secuencial, memoria de trabajo ordenada, clasificación de letras, laberintos, torre de Hanói, suma y resta consecutiva y fluidez verbal —generación de verbos—.
- del CPFA: clasificaciones semánticas, comprensión y selección de refranes y memoria metacurva.

Con una medida tan amplia, es evidente que existe una relación entre la metacognición y algunas FE, pero la metacognición no es de ninguna manera el mismo constructo que las FE.

Dado que las FE permitieron predecir la metacognición, es pertinente subrayar que corresponden, en su mayor parte, a medidas que se correlacionaron con el funcionamiento

de la CPFDL. Es de interés en futuros estudios profundizar en el conocimiento de la relación —de predicción, mediación, superposición e incluso desarrollo paralelo— que puede ocurrir entre las FE y la metacognición. Esto es especialmente relevante para la memoria de trabajo y la planificación, dada la importancia de estos procesos como precursores cognitivos en el monitoreo metacognitivo.

En este sentido, parece deseable utilizar en futuros estudios protocolos exhaustivos con tareas neuropsicológicas clásicas para la evaluación de estas FE. Estos pueden incluir el índice de memoria de Weschler, los cubos Corsi, el Wisconsin, el Stroop, el FAS y la torre de Hanói, los cuales permitirían a los investigadores postular algunas relaciones empíricas entre las FE y la metacognición con más fuerza, especialmente en cuanto al monitoreo metacognitivo y a la implicación del funcionamiento ejecutivo en algunos tipos de juicios metacognitivos.

Esta futura vía de investigación es plausible en el sentido de que diferentes investigaciones realizadas con imágenes de resonancia magnética funcional han informado actividad en la CPFA mientras que las personas hacen juicios metacognitivos, lo que sugiere la presencia de un mecanismo de contenido enriquecido disponible para la introspección, el control cognitivo y un mecanismo de metadecisión (Fleming *et al.*, 2014; Morales *et al.*, 2018; Vaccaro & Fleming, 2018).

Teniendo en cuenta que existen muy pocos estudios en los que la metacognición, el AA y las FE se exploren empíricamente con el uso de medidas objetivas (Effeney *et al.*, 2013; Follmer & Sperling, 2016; Garner, 2009), esto debería constituir una futura línea de investigación. Por ejemplo, las diferentes asociaciones descritas en estudios de neuroimagen entre algunos correlatos anatomofuncionales y diferentes tipos de juicios metacognitivos también pueden investigarse empíricamente en contextos de aprendizaje (Chua *et al.*, 2014; Fleming & Frith, 2014). Finalmente, los estudios futuros deberían replicar el presente estudio con tamaños de muestra mucho más grandes para verificar la estabilidad y generalización de los hallazgos.

Una limitación significativa del presente estudio es la inclusión de solo 61 participantes, un tamaño de muestra relativamente pequeño. Además, incluimos una medida de autoinforme para la conciencia metacognitiva. Debido a fenómenos como el sesgo de deseabilidad social, es posible que los individuos no hayan respondido honestamente a los elementos de autoinforme, lo que podría sesgar los resultados. Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, el estudio tiene fortalezas dignas de mención:

1. El estudio empleó medidas objetivas del monitoreo metacognitivo, junto con la medida de autoinforme, así como medidas objetivas de funciones ejecutivas.
2. El estudio se llevó a cabo en un entorno ecológicamente válido. Por lo tanto, las inferencias y conclusiones extraídas de los datos son más válidas contextualmente.
3. Los tamaños del efecto para las regresiones fueron lo suficientemente importantes, a pesar de la pequeña muestra, para ser detectadas. Así, el poder estadístico no fue un problema.

En consecuencia, el presente estudio contribuye de manera sustancial a la investigación sobre el monitoreo metacognitivo y las FE.

## Conclusión

El estudio buscó comprender mejor la relación entre las FE y la metacognición. Además, buscó ir más allá de la especulación teórica al proporcionar apoyo empírico para esta posible relación. Las FE clave que predijeron el conocimiento metacognitivo subjetivo fueron:

- PA-RT = Prefrontal anterior-Refranes Tiempo (+).
- DMT-OAE2 = Dorsolateral Memoria de trabajo-Ensayo de ordenamiento alfabético2 (-).
- DFEs-FVP = Dorsolateral Funciones ejecutivas-Fluidez Verbal Perseveraciones (-).
- DFEs-TH3T = Dorsolateral Funciones ejecutivas-Torre de Hanói 3 Tiempo (-).

Los predictores de FE significativos de la regulación subjetiva de la cognición fueron:

- DFEs-FVP = Dorsolateral Funciones ejecutivas-Perseveraciones de fluidez verbal (-).
- PA-RT = Prefrontal anterior-Refranes Tiempo (+).

Con respecto a las medidas objetivas de monitoreo metacognitivo absoluto, los predictores de FE significativos de la precisión del monitoreo fueron:

- PA-RT = Prefrontal anterior-Refranes Tiempo (-).
- DMT-SA-P = Dorsolateral Memoria de trabajo-Señalización autodirigida-Perseveraciones (-).

Finalmente, los predictores de FE significativos del sesgo absoluto del monitoreo metacognitivo fueron:

- DFEs-FVA = Dorsolateral Funciones ejecutivas-Fluidez verbal correcta (-).
- DFEs-TH3M = Dorsolateral Funciones ejecutivas-Torre de Hanói 3 Movimientos (-).

Esto muestra que existen distintos patrones predictivos de las FE con las medidas subjetivas y objetivas de metacognición. Por lo tanto, se espera que este estudio estimule un debate continuo entre los investigadores y trabajos empíricos adicionales sobre las relaciones evidentemente complejas entre las FE y la metacognición.

## Referencias

- Ardila, A., & Ostrosky, F. (2008). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 1-21. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/3987433.pdf>
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). *Working memory: The multiple component model. Recent advances in learning and motivation*. Academic Press.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (2000). Development of Working Memory: Should the Pascual-Leone and the Baddeley and Hitch Models Be Merged? *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(2), 128-137. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2592>
- Barak, M. (2010). Motivating self-regulated learning in technology education. *International Journal of*

- Technology and Distance Education*, 20, 381-401. <https://doi.org/10.1007/s10798-009-9092-x>
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. En F. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 65-116). Lawrence Erlbaum.
- Bryce, D., Whitebread, D., & Szücs, D. (2015). The relationships among executive functions, metacognitive skills, and educational achievement in 5- and 7-year-old children. *Metacognition and Learning*, 10(2), 181-198. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9120-4>
- Chua, E., Pergolizzi, D., & Weintraub, R. (2014). The cognitive neuroscience of metamemory monitoring: Understanding metamemory processes, subjective levels expressed, and metacognitive accuracy. En S. Fleming & C. Frith (Eds.), *The Cognitive Neuroscience of Metacognition* (pp. 267-292). Springer.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2<sup>a</sup> ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Collete, F., & Andrés, P. (1999). Lobes frontaux et mémoire de travail. En M. Van der Linden, X. Seron, & L. Gall (Eds.), *Neuropsychologie de lobes frontaux* (pp. 89-114). Solal.
- Curtis, C., Zald, D., & Pardo, J. (2000). Organization of working memory within the human prefrontal cortex: A PET study of self-ordered object working memory. *Neuropsychologia*, 38(11), 1503-1510. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(00\)00062-2](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(00)00062-2)
- Dehaene, S., & Changeux, J. (1997). A hierarchical neuronal network for planning behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 94(24), 13293-13298. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.24.13293>
- Dinsmore, D., Alexander, P., & Loughlin, S. (2008). Focusing the conceptual lens on metacognition, self-regulation, and self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, 20(4), 391-409. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9083-6>
- Effeney, G., Carroll, A., & Bahr, N. (2013). Self-regulated learning and executive function: Exploring the relationships in a sample of adolescent males. *Educational Psychology*, 33(7), 773-796. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785054>
- Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. *Educational Psychologist*, 46(1), 6-25. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645>
- Fernandez-Duque, D., Baird, J., & Posner, M. (2000). Executive attention and metacognitive regulation. *Consciousness and Cognition*, 9(2), 288-307. <https://doi.org/10.1006/ccog.2000.0447>
- Flavell, J. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.34.10.906>
- Flavell, J. (1987). Speculation about nature and development of metacognition. En F. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 21-29). Hillsdale.
- Fleming, S., & Dolan, R. (2014). The neural basis of metacognitive ability. En S. Fleming & C. Frith (Eds.), *The cognitive neuroscience of metacognition* (pp. 245-266). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-45190-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-642-45190-4_11)
- Fleming, S., & Frith, C. (2014). *The cognitive neuroscience of metacognition*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-45190-4>

- Fleming, S., Ryu, J., Golfinos, J., & Blackmon, K. (2014). Domain-specific impairment in metacognitive accuracy following anterior prefrontal lesions. *Brain*, *137*(10), 2811-2822. <https://doi.org/10.1093/brain/awu221>
- Flores, J., Ostrosky, F., & Lozano, A. (2008). Batería de funciones frontales y ejecutivas: presentación. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, *8*(1), 141-158. <https://aalfredoardila.files.wordpress.com/2013/07/ardila-a-ed-2008-funciones-ejecutivas-neuropsicologia-neuropsiquiatria-y-neurociencias-vol-8-n1.pdf>
- Flores-Lázaro, J., Castillo-Preciado, R., & 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>
- Flores-Lázaro, J., Ostrosky-Schejet, F., & Lozano-Gutiérrez, A. (2014). *BANFE-2. Batería neuropsicológica de funciones ejecutivas y lóbulos frontales*. Manual Moderno.
- Follmer, D., & Sperling, R. (2016). The mediating role of metacognition in the relationship between executive function and self-regulated learning. *British Journal of Educational Psychology*, *86*(4), 1-17. <https://doi.org/10.1111/bjep.12123>
- Friedman, N., & 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>
- Fuster, J. (1989). *The prefrontal cortex*. Raven Press.
- Fuster, J. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neuropsychology*, *31*, 373-385. <https://doi.org/10.1023/A:1024190429920>
- Garner, J. (2009). Conceptualizing the relations between executive functions and self-regulated learning. *The Journal of Psychology*, *143*(4), 405-426. <https://doi.org/10.3200/JRLP.143.4.405-426>
- Goldberg, E. (2001). *The executive brain, frontal lobes, and the civilized mind*. University Press.
- Gutierrez, A. (en prensa). Calibrating calibration: A meta-analysis of learning strategy interventions to improve metacognitive monitoring accuracy. *Journal of Educational Psychology*. Advance Online Publication. <https://doi.org/10.1037/edu0000674>
- Gutierrez, A., & Montoya, D. (2021a). Differences in metacognitive skills between undergraduate students in education, psychology, and medicine. *Revista Colombiana de Psicología*, *30*(1), 111-130. <https://doi.org/10.15446/rcp.v30n1.88146>
- Gutierrez, A., & Montoya, D. (2021b). Validación y examen de la estructura factorial del Inventario de Conciencia Metacognitiva (MAI) en estudiantes universitarios colombianos. *Psicogente*, *24*(46), 1-29. <https://doi.org/10.17081/psico.24.46.4881>
- Gutierrez, A., Montoya, D., & Osorio, A. (2022). Habilidades metacognitivas y su relación con variables de género y tipo de desempeño profesional de una muestra de docentes colombianos. *Revista Colombiana de Educación*, *1*(84), 1-25. <https://doi.org/10.17227/rce.num84-11298>
- Gutierrez, A., Schraw, G., Kuch, F., & Richmond, A. (2021). General accuracy and general error factors in metacognitive monitoring and the role of time in predicting metacognitive judgments. *CES Psicología*, *14*(2), 179-208. <https://doi.org/10.21615/cesp.5494>
- Guy, S., Isquith, P., & Gioia, G. (2004). *Behavior rating inventory of executive function—self report version (BRIEF-SR)*. Psychological Assessment Resources.

- Huertas, A., Vesga, G., & Galindo, M. (2014). Validación del instrumento inventario de habilidades metacognitivas “MAI” con estudiantes colombianos. *Praxis & Saber*, 5(10), 55-74. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis\\_saber/article/view/3022](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/3022)
- Jacobs, J., & Paris, S. (1987). Children’s Metacognition about reading: issues in definition, measurement, and instruction. *Educational Psychologist*, 22(3-4), 255-278. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2203&4\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2203&4_4)
- Lezak, M. (1983). *Neuropsychological assessment*. Oxford University Press.
- Lezak, M. (1994). *Neuropsychological evaluation*. Oxford University Press.
- Lezak, M., Howieson, D., Bigler, E., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment*. University Press.
- Luria, A. (1973). *The working brain*. Penguin Books.
- Luria, A. (1974). *El cerebro en acción*. Martínez Roca.
- Luria, A. (1986). *Las funciones corticales superiores del hombre*. Fontamara.
- Marulis, L., Palincsar, A., Berhenke, A., & Whitebread, D. (2016). Assessing metacognitive knowledge in 3-5 year olds: The development of a metacognitive knowledge interview (McKI). *Metacognition and Learning*, 11(3), 339-368. <https://doi.org/10.1007/s11409-016-9157-7>
- Ministerio de Salud de Colombia (1993). *Resolución Número 8430 de octubre 4 de 1993. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. (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>
- Morales, J., Lau, H., & Fleming, S. (2018). Domain-general and domain-specific patterns of activity supporting metacognition in human prefrontal cortex. *The Journal of Neuroscience*, 38(14), 3534-3546. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2360-17.2018>
- Nelson, T. (1996). Consciousness and metacognition. *American Psychologist*, 51(2), 102-116. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.51.2.102>
- Nelson, T., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. En G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 125-173). Academic Press.
- Nippold, M., & Haq, F. (1986). Proverb comprehension in youth: The role of concreteness and familiarity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(1), 166-176. <https://doi.org/10.1044/jshr.3901.166>
- Nippold, M., Martin, S., & Erskine, B. (1998). Proverb comprehension in context: A developmental study with children and adolescents. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 31, 19-28. <https://doi.org/10.1044/jshr.3101.19>
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-28. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Piatt, A., Fields, J., Paolo, A., & Tröster, A. (1999). Action (verb naming) fluency as an executive function measure: Convergent and divergent evidence of validity. *Neuropsychologia*, 37(13), 1499-1503.

- [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00066-4](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00066-4)
- Pintrich, P. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 31, 459-470. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00015-4](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00015-4)
- Pintrich, P. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into Practice*, 41, 219-225. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1213507>
- Pintrich, P., & Groot de, E. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33>
- Roebbers, C. (2017). Executive function and metacognition: Towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental Review*, 45, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2017.04.001>
- Roebbers, C., & Feurer, E. (2016). Linking executive functions and procedural metacognition. *Child Development Perspectives*, 10(1), 39-44. <https://doi.org/10.1111/cdep.12159>
- Schraw, G., & Dennison, R. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 460-475. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>
- Shimamura, A. (2000). Toward a cognitive neuroscience of metacognition. *Consciousness and Cognition*, 9, 313-323. <https://doi.org/10.1006/ccog.2000.0450>
- Sperling, R., Howard, B., Staley, R., & DuBois, N. (2004). Metacognition and self-regulated learning constructs. *Educational Research and Evaluation: An International Journal on Theory and Practice*, 10(2), 117-139. <https://doi.org/10.1076/edre.10.2.117.27905>
- Stuss, D., & Alexander, M. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*, 63(3-4), 289-298. <https://doi.org/10.1007/s004269900007>
- Stuss, D., & Benson, D. (1984). Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin*, 95(1), 3-28. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.95.1.3>
- Stuss, D., & Benson, D. (1986). *The frontal lobes*. Raven Press.
- Stuss, D., & Knight, R. (2002). *Principles of frontal lobe function*. Oxford University Press.
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2013). *Using multivariate statistics* (6<sup>a</sup> ed.). Pearson.
- Tarricone, P. (2011). *The taxonomy of metacognition*. Psychology Press.
- Tobias, S., & Everson, H. (2009). The importance of knowing what you know: A knowledge monitoring framework for studying metacognition in education. En D. Hacker, J. Dunlosky, & A. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 107-228). Routledge.
- Trujillo, N., & Pineda, D. (2008). Función ejecutiva en la investigación de los trastornos del comportamiento del niño y del adolescente. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 77-94. <https://alfredoardila.files.wordpress.com/2013/07/ardila-a-ed-2008-funciones-ejecutivas-neuropsicologia-neuropsiquiatria-y-neurociencias-vol-8-n1.pdf>
- Vaccaro, A., & Fleming, S. (2018). Thinking about thinking: A coordinate-based meta-analysis of neuroimaging studies of metacognitive judgements. *Brain and Neuroscience Advances*, 2, 1-14. <https://doi.org/10.1177/2398212818810591>

- Winne, P. (2018). Cognition and metacognition within self-regulated learning. En D. Schunk & J. Greene (Eds.), *Handbook of self-regulation or learning and performance* (pp. 36-48). Routledge.
- Winne, P., & Hadwin, A. (2008). The weave of motivation and self-regulated learning. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and applications* (pp. 297–314). Lawrence Erlbaum Associates.
- Zimmerman, B., & Schunk, D. (1989). *Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research, and practice*. Springer.
- Zohar, A., & Dori, Y. (2012). *Metacognition in Science education. Trends in current research*. Springer.

## Apéndice

**Instrucciones:** De acuerdo con lo visto en la clase y con las lecturas previas realizadas, elija la respuesta que le parezca más pertinente en las siguientes preguntas conceptuales, y estime el nivel de confianza.

Pregunta de muestra:

La neuropsicología cognitiva representa la convergencia de...

- d. la psicología médica y las neurociencias.
- e. la medicina y la psicología cognitiva.
- f. la psicología cognitiva y la neuropsicología.
- g. la neuropsicología y la neurología.

