

D

Del Modelo Simple de Lectura a las Funciones Ejecutivas: ¿Qué Dice la Evidencia?

Ariel Cuadro, Gabriel Barg y Karina Horta Puricelli

Universidad Católica del Uruguay

Nota de Autor

Ariel Cuadro  <https://orcid.org/0000-0002-4429-9898>

Gabriel Barg  <https://orcid.org/0000-0003-0222-1301>

Correspondencia relacionada a este artículo deberá dirigirse a Ariel Cuadro, Universidad Católica del Uruguay. Comandante Braga 2715, CP. 11600. Montevideo, Uruguay. Correo electrónico: acuadro@ucu.edu.uy

Resumen

Introducción. Un número cada vez mayor de investigaciones muestran evidencias de la incidencia de las funciones ejecutivas (FFEE) en la comprensión lectora; si bien se han encontrado diferencias en las medidas de correlación entre ambos constructos, lo que ha llevado a discutir el que y el cómo de dicha relación; así como replantear el alcance del clásico Modelo Simple de Lectura. En la última década, estudios basados en técnicas de neuroimagen, están aportando resultados que pueden contribuir a la comprensión de dichas relaciones. *Objetivo y método.* El objetivo principal de este trabajo es caracterizar a las FFEE y su relación con las habilidades implicadas en la lectura, considerando los aportes de los estudios psicométricos y de imagenología cerebral. *Resultados.* Las FFEE se presentan como habilidades de orden superior que podrían coordinar y controlar los procesos específicos de lectura. La inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, participaría de forma integrada en la habilidad lectora, como componentes complementarios de una misma actividad cognitiva. *Conclusión.* Hay un relativo consenso en cuanto a la contribución de las funciones ejecutivas al acceso lector y en particular a la comprensión lectora. Pero los resultados también revelan que los factores que explican la comprensión lectora no pueden ser analizados en los términos tradicionales en los que se han definido a las FFEE; así como desde una perspectiva más amplia del Modelo Simple de Lectura.

Palabras clave: lectura, comprensión lectora, funciones ejecutivas, lenguaje, dificultades en lectura

From the Simple Model of Reading to Executive Functions: What does the Evidence Say?

Abstract

Introduction. An increasing body of evidence is emerging from research showing the impact executive functions (EFs) have on reading comprehension. However, differences in correlation found between these two constructs have led to discussions on the nature of this relationship, as well as to reconsider of the classic Simple View of Reading compliance. In the last decade, neuroimaging-based studies have provided results that may contribute to understanding these relationships. *Purpose and method.* The main objective of this study is to characterize EFs and their relation with skills involved in reading, also considering contributions of psychometric and brain imaging studies. *Results.* EFs appear as higher-order skills that could coordinate and control specific reading processes. Inhibition, working memory, and cognitive flexibility could part take in an integrated manner, in reading ability, as interrelated components of the same cognitive activity. *Conclusion.* There is relative consensus regarding the contribution of executive functions to reading access, particularly reading comprehension. However, results also show factors explaining reading comprehension cannot be analyzed in traditional terms of EFs or even broadening the perspective of the Simple Reading Model.

Keywords: reading, reading comprehension, executive functions, language, reading difficulties

Del Modelo Simple de Lectura a las Funciones Ejecutivas: ¿Qué Dice la Evidencia?

Los reportes de evaluaciones nacionales e internacionales dan muestra de las dificultades significativas que presentan los niños latinoamericanos en la adquisición del lenguaje escrito (ERCE, 2019; PISA, 2018), con las consecuencias que conlleva para las trayectorias educativas. Es por eso por lo que identificar los distintos procesos implicados en el aprendizaje de la lectura y, en particular, en la comprensión lectora, fin último de la competencia lectora, resulta una necesidad y un compromiso. En este sentido las investigaciones sobre la adquisición de la lectura han sido numerosas y en particular aquellas referidas a los distintos procesos y operaciones cognitivas que intervienen en la misma.

Uno de los modelos teóricos que cuenta suficientes evidencias sobre el desarrollo lector y las dificultades en la lectura es el Modelo Simple de Lectura (MSL), propuesto por Gough y Tunmer (1986); Hoover y Gough, (1990) y Gough et al. (1996). Este modelo plantea que la comprensión lectora es el producto de dos componentes, la decodificación y la comprensión lingüística. Aprender a leer supone reconocer las palabras escritas de manera exacta y rápida (automática), tanto en forma aislada, como en el contexto de una frase o un texto (Castle et al., 2018; Perfetti et al., 2005). Dicho reconocimiento consiste en transformar una representación gráfica en una representación fonológica, lo que implica atribuir secuencias fonológicas a secuencias ortográficas, que se ensamblan en una palabra. Sin embargo, la decodificación automática, no garantiza la comprensión de la lectura (Perfetti, 2007). Se hace necesario considerar un segundo componente, la comprensión lingüística o auditiva, que refiere a la habilidad, a partir de estímulos orales, de distinguir e inferir el significado de las palabras e integrarlos, de ser necesarios, en una oración o un texto (Gough et al., 1996). Velluntino et al. (2007) a partir de una muestra 468 escolares de diferentes edades concluyen que el reconocimiento de palabras explica la varianza en comprensión lectora únicamente en alumnos de segundo año escolar; en la medida que se avanza en las habilidades de reconocimiento de palabras, es la comprensión oral la principal fuente de varianza entre los distintos niveles lectores.

Si bien diversas investigaciones han arrojado resultados que validarían al MLS, otras señalan sus limitaciones, tanto en lo que hace al rol de la decodificación como al de la comprensión oral. Así por ejemplo, la lectura fluida, propia de los lectores expertos, supone además de precisión y rapidez en el reconocimiento de las palabras, lograr la prosodia adecuada al momento de leer palabras, enunciados o textos (Alvarez-Cañizo et al., 2018; Cuadro et al., 2021); es decir, hacer un uso adecuado del acento, la entonación, la modulación de las pausas, la velocidad de elocución y el ritmo al leer, atendiendo al tipo de oración como a las estructuras textuales. Todo ello facilita la integración de las palabras, sintagmas y oraciones que requiere la comprensión lectora (Kuhn y Stahl, 2003; Schwanenflugel et al., 2017). Por otra parte, si bien comprender lo que se lee supone usar los recursos del lenguaje oral (Verhoeven y Perfetti, 2008) también implica la generación de inferencia, el monitoreo metacognitivo, el conocimiento de la estructura de los textos, la identificación de ideas principales y la planificación de la lectura (Escobar y Rosas Diaz, 2022; Kendeou et al., 2014; Oakhill et al., 2003).

En este marco, un número cada vez mayor de investigaciones señalan la incidencia de las funciones ejecutivas (FFEE) en la comprensión lectora (Cartwright et al., 2016; Escobar y

Rosas Diaz, 2022; Nouwes, 2021). Se ha destacado, por ejemplo, a la memoria de trabajo (u operativa) (Caretti et al., 2005), al control inhibitorio (Borella et al., 2010), a la flexibilidad cognitiva (Cartwright et al., 2017) o a la planificación (Cutting et al., 2009), como funciones que diferencian a los buenos y malos comprendedores. Además de indicar que resultan buenos predictores de la lectura comprensiva (Cain et al, 2004; Catwright et al, 2020; Cutting et al, 2009; De Beni y Palladino, 2000; Demagistri, 2018).

De todas formas, se han encontrado diferencias en las medidas de correlación entre la comprensión lectora y las FFEE. Diferencias que se asocian al tipo de textos al que se enfrentan los participantes (Follmer, 2018), como a que ambos constructos son de difícil definición y evaluación, lo que explicaría la diversidad de instrumentos utilizados para su medición (Roldán, 2016); todo lo que afecta la comparación de los resultados de las investigaciones (García, 2018). Con el fin de aportar a la comprensión de los procesos implicados en la lectura y en particular a la relación entre las FFEE y la competencia lectora, el objetivo principal de este trabajo es analizar e interpretar dicha relación con base en la evidencia encontrada a partir de los estudios neuropsicológicos publicados. Específicamente nos proponemos: a) caracterizar a las FFEE y su relación con el lenguaje; b) valorar los estudios de imagenología sobre las FFEE y su sincronización en la lectura; c) discutir entonces la contribución específica de la FFEE a la competencia lectora, atendiendo al tipo de FFEE y a su la relación con el lenguaje oral y escrito.

Conceptualización de las Funciones Ejecutivas

La neuropsicología del desarrollo centra su interés en comprender las relaciones que existen entre el proceso madurativo encefálico y la adquisición de las funciones mentales superiores, tanto en situación de normalidad como de patología, a lo largo de la infancia y la adolescencia (Ardila et al., 2011). Algunas investigaciones llevadas a cabo en el marco de las neurociencias y la educación se han enfocado en analizar la implicancia que poseen las FFEE en el desarrollo del lenguaje en los niños, concretamente en los procesos relacionados con la lectura (Butterfuss y Kendeou, 2018; Cirino et al., 2019; Segers et al., 2016; Zhang et al., 2017).

Cuando se hace referencia a las FFEE, existe un consenso general en cuanto a la dificultad para identificar con rigurosidad la complejidad de sus expresiones cognitivas debido a su heterogeneidad funcional y a la interrelación entre ellas. Por estas razones, algunos autores las conciben como un “constructo cognitivo ejecutivo”, refiriéndose a un conjunto de funciones cognitivas de alto nivel de procesamiento, que interactúan entre ellas de forma compleja, organizando y optimizando a otras funciones básicas mediante un procesamiento de la información arriba-bajo (*top-down*) (Bausela-Herreras, 2014; Diamond, 2013; Miyake et al., 2000; Welsh, 2002). El funcionamiento ejecutivo representa un conjunto de habilidades que permiten planificar, generar, ejecutar, supervisar, regular y reajustar respuestas o conductas de forma tal que sean, adecuadas al objetivo y adaptadas al contexto. Dichos objetivos resultan ser especialmente novedosos para el niño e implican la necesidad de adquirir, manipular y supervisar nuevos aprendizajes que integren los conocimientos previos con los nuevos estímulos que ingresan a su sistema cognitivo (Tirapú-Ustarroz et al., 2017). El abanico de propuestas que definen a las FFEE es muy amplio y está atravesado por diferencias conceptuales y también metodológicas en el abordaje de su estudio. De la misma forma, muchas de las técnicas de evaluación del rendimiento ejecutivo, carecen de modelos teóricos que sustenten la interpretación rigurosa de los resultados. Lo que definitivamente marca la evidencia es que las

FFEE poseen un decisivo impacto en el aprendizaje, en el rendimiento académico, en la adaptación al entorno, en la adquisición progresiva de herramientas de regulación emocional, conductual o cognitiva y en la generación de nuevas formas de respuesta que resultan ser cada vez más independientes de las meras características físicas del estímulo (Baron, 2004; Diamond, 2013).

Diversos son los trabajos científicos que, mediante técnicas estadísticas, intentan desglosar a las FFEE en procesos específicos que puedan explicarlas y diferenciarlas mejor durante la ejecución de una tarea cognitiva (Bausela-Herreras, 2014; Miyake et al, 2000; Tirapú-Ustarroz et al., 2017; Tirapú-Ustarroz, Bausela-Herreras et al., 2018; Tirapú-Ustarroz, Cordero-Andrés et al., 2018; Zelazo et al., 2003). Conceptualmente, algunos de estos autores proponen que el constructo ejecutivo es un sistema que se va consolidando a medida que, procesos más básicos que comienzan a desarrollarse de manera aislada, van integrándose de forma compleja a lo largo del desarrollo. Estos procesos ejecutivos básicos, van participando de forma diferenciada en diversas tareas que requieren recursos ejecutivos, integrándose a funciones de otros dominios cognitivos y en diversas modalidades de información (Bausela-Herreras, 2014). En la misma línea, Best et al. (2009) y Huizinga et al. (2006) plantean que la consolidación del constructo ejecutivo se va desarrollando en forma piramidal, donde una serie de procesos ejecutivos básicos como son el control atencional y la inhibición, comienzan a surgir primero durante la infancia temprana, formando la base de lo que luego se constituirá como el conjunto de FFEE más complejas, como son la planificación y la resolución de problemas, las cuales se van especializando durante la infancia y la adolescencia.

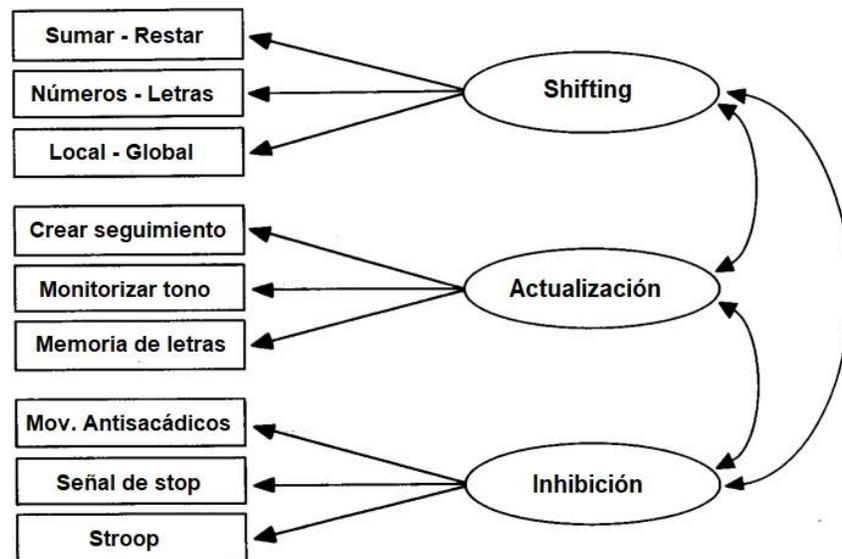
Al intentar explorar el comportamiento de los procesos subyacentes a las FFEE, la complejidad de la estructura encefálica y sus correlatos funcionales, claramente nos invita a pensar que las FFEE no se pueden explicar por la simple suma de procesos de nivel inferior (Jurado y Rosselli, 2007). Por un lado, el lóbulo frontal interviene de manera diferencial según la edad del sujeto, según la tarea a resolver, según el proceso cognitivo que se esté evaluando y según qué tipo de coordinación debe ejercer nuestra corteza frontal, sobre los diversos subprocesos que están en juego para alcanzar el objetivo propuesto (Diamond, 2006, 2013; Tirapú-Ustarroz et al., 2002, 2012). Por otra parte, la interdependencia funcional característica del rendimiento ejecutivo infantil debe explorarse a la luz de cómo el niño resuelve la tarea, qué procesos cognitivos están en juego y cómo participan dichos mecanismos básicos en funciones de alto nivel de procesamiento. En una tarea que requiera resolución ejecutiva, aplicada a un mismo sujeto en diferentes momentos de su infancia, no siempre van a participar los mismos procesos ni de la misma manera (Lerner y Lonigan, 2014; Monette et al., 2015).

Arán y López (2013) exponen una clasificación de los modelos ejecutivos más destacados, con base en la concepción dimensional que cada autor posee sobre el dominio ejecutivo. De esta manera, encuentran dos categorías que caracterizan la base conceptual de cada uno de ellos. Una de ellas refiere a una visión del grupo de FFEE como un constructo de procesos que poseen un mecanismo de base común a todos. La otra categoría refiere a una visión multicomponencial, donde las FFEE serían un conjunto de procesos interrelacionados pero diferentes. En esta última línea, toma relevancia el “Modelo Jerárquico de Funciones Ejecutivas”, propuesto por Akira Miyake (Miyake et al., 2000). Mediante análisis factorial del constructo ejecutivo, han identificado una estructura de factores diferenciados al que denominan “variables latentes”, que no son totalmente independientes y poseen moderadas correlaciones entre sí

(Figura 1). Estos son, la memoria de trabajo (actualización), la inhibición y la alternancia (*shifting*). Dichas variables latentes participarían de forma diferenciada (rango de correlaciones entre .40 y .63 en la Figura 1) y subyacente en el conjunto de operaciones vinculadas a la planificación o la solución de problemas a las cuales denomina “variables manifiestas”, tanto en modalidad audioverbal como visoespacial.

Figura 1

Tareas que Evalúan Variables Manifiestas y las Variables Latentes a las Mismas



Nota. Fuente: Adaptado de Miyake et al. (2000, p. 70)

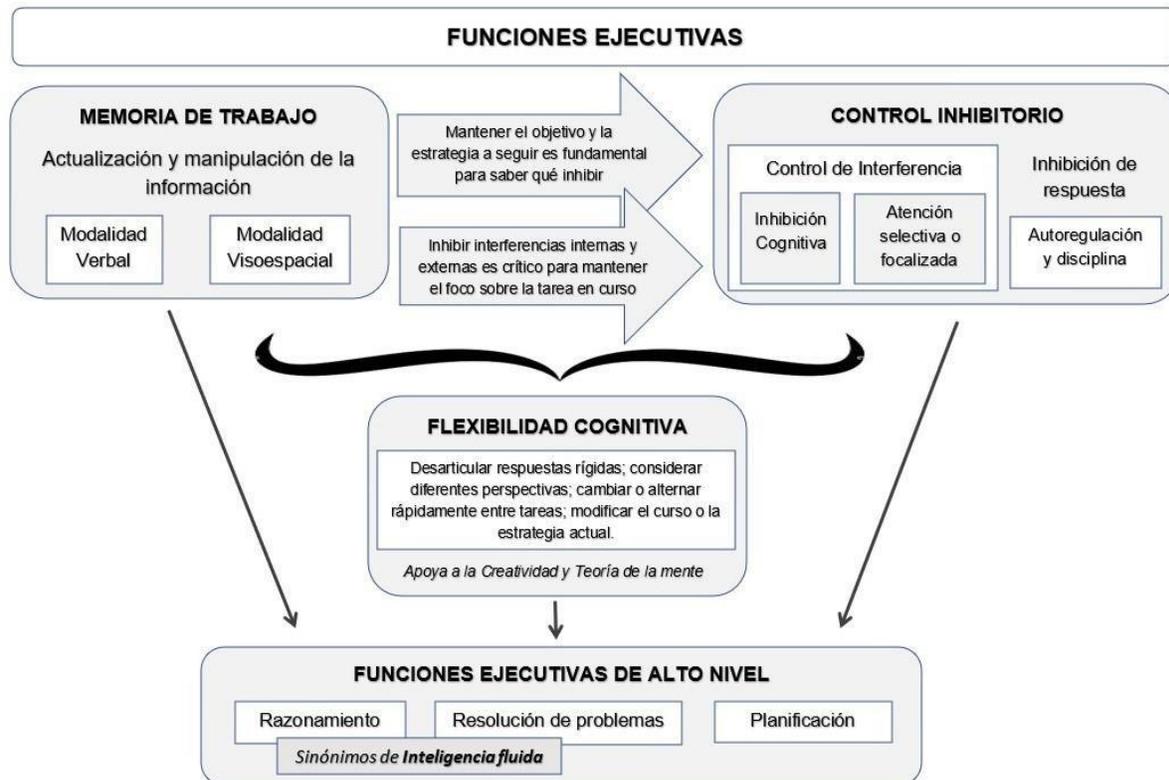
En la revisión posterior del modelo de Miyake, se mantiene la concepción de la existencia de una base general de procesos ejecutivos compartidos y diferenciados, que son descritos como un patrón de “unidad y diversidad”, analizándose los rendimientos diferenciados en distintas edades y poblaciones sanas. Tomando en cuenta variables conductuales y genéticas, las conclusiones indican que las FFEE estudiadas pueden separarse y poseen una fuerte correlación cuando son evaluadas mediante las variables latentes. Asimismo, destacan una elevada tasa de heredabilidad de los procesos ejecutivos básicos, sumando evidencia a los factores de incidencia biológica (Friedman y Miyake, 2017).

En la misma línea que Miyake, otro de los modelos teóricos interesados en analizar la estructura de las FFEE es el de Adele Diamond (Diamond, 2006, 2013), quien entiende al dominio ejecutivo como la habilidad para utilizar la información, tanto interna como externa, con el objetivo de guiar la conducta a pesar de las experiencias previas. Al igual que Miyake, identifica tres componentes separados que, de forma organizada, intervienen en la expresión del rendimiento ejecutivo y son disociables: memoria de trabajo u operativa (visoespacial y audioverbal), inhibición (comprende inhibición cognitiva, atención selectiva y autoregulación) y flexibilidad cognitiva (comprende cambio entre tareas y de perspectiva o configuración). Sostiene que estos procesos interactúan entre sí, poseen patrones de desarrollo independientes y

requieren de una gran cantidad de recursos atencionales para su desempeño. A diferencia de los hallazgos de Friedman y Miyake (2017), quienes afirman que las FFEE de alto nivel no son equivalentes al concepto de factor “g”, Diamond sostiene que estos procesos actuarían sobre el conjunto funcional ejecutivo de alto nivel como lo son la planificación, resolución de problemas y razonamiento, entendidos como sinónimos de inteligencia fluida (Figura 2).

Figura 2

FFEE y Términos Relacionados



Nota. Fuente: Adaptado de Diamond (2013, p. 152)

Para Diamond (2013), entre todos los tipos de inhibición que describe, la inhibición cognitiva es la que más correlaciona con las medidas de memoria de trabajo, ya que se respaldan mutuamente, activándose cada una al servicio de la otra. Inhibir cognitivamente supera lo meramente perceptivo, e implica resistir representaciones mentales preponderantes durante la tarea *online*, tanto las adquiridas previamente como la que se pueden activar más adelante. De todas formas, no existe consenso aún acerca del grado de dependencia que poseen ambos procesos, ya que algunos autores proponen que la inhibición pudiera desarrollarse sin la participación de la memoria de trabajo, mientras que otros sostienen que la capacidad de inhibir el procesamiento de cierta información es el resultado del desarrollo de la memoria de trabajo (Miller y Cohen 2001). Por su parte, para Diamond (2013) la flexibilidad cognitiva se va adquiriendo con el apoyo de los procesos anteriores. La capacidad para cambiar de perspectiva o modificar la tarea en curso, necesariamente implica poder inhibir información obsoleta mientras

se mantiene *on line* la nueva información validada. Este tipo de habilidad sucede muchas veces en entornos o contextos dinámicos con el suficiente grado de novedad como para requerir del apoyo de otras funciones de control de alto nivel.

En resumen, los trabajos de Miyake et al (2000) y Diamond (2013) están orientados a dilucidar la estructura de las FFEE, identificando procesos latentes de base, que se interrelacionan entre sí, de manera uniforme o diferenciada, para habilitar al rendimiento ejecutivo más complejo. De esta forma, dichos procesos constituyen objetos de estudio para intentar acercarse a una evaluación más “pura” del rendimiento ejecutivo y su impacto sobre otros dominios cognitivos (Friedman y Miyake, 2017; Tirapú-Ustarroz, Bausela-Herreras et al., 2018).

Bases Neuroanatómicas de las Funciones Ejecutivas

Investigaciones que incluyen el estudio de neuroimágenes, continúan sumando evidencia acerca de que el funcionamiento ejecutivo posee tanto aspectos unitarios (mecanismos comunes de base) como de multicomponencialidad, donde existen módulos interrelacionados pero diferentes, funcionando en forma simultánea, paralela y coordinada, hacia un objetivo establecido. Estudios como el de Anderson (2002) exponen una progresiva adquisición de los procesos ejecutivos, siguiendo un patrón escalonado y ascendente, compatibles con los picos madurativos del neurodesarrollo (Dansilio et al., 2010; Miyake et al., 2000).

Al recorrer la adquisición del constructo ejecutivo a través de las distintas fases del desarrollo, a partir de evaluaciones sistemáticas realizadas durante la primera infancia, se encuentran evidencias acerca del temprano inicio del desarrollo del funcionamiento ejecutivo. Incluso previo al nacimiento ya se observan patrones de mielinización neuronal frontal que continúa con intensos picos madurativos a través de la infancia y con un paulatino descenso de la producción sináptica cortical hacia finales de la adolescencia, garantizando así la estabilidad de las redes neuronales que sostienen al rendimiento funcional adulto. Estos cambios en la mielinización encefálica son acompañados por el desarrollo funcional asociado al entramado neuronal. De esta forma, la actividad cognitiva es sumamente intensa y cambiante durante la infancia, donde los procesos van aumentando su potencialidad, brindándole al niño una mayor y cada vez más compleja capacidad de desempeño (Anderson, 2002; Anderson et al., 1996, 2001; Calle, 2016; Diamond 2006, 2013; Diaz y Guevara, 2016; Tirapú-Ustarroz, Bausela-Herreras et al., 2018, Tirapú-Ustarroz, Cordero-Andrés et al., 2018).

Los sustratos neuroanatómicos del constructo ejecutivo implican la activación de estructuras prefrontales y sus conexiones hacia otras áreas corticales posteriores y también subcorticales. Funcionalmente, esta jerarquía estructural habilita el procesamiento *top-down* de control y *bottom-up* de activación, que integra diversas modalidades de información y permite la participación de distintos dominios cognitivos durante la tarea en curso. Por ejemplo, es conocido el aporte de algunos autores como Mesulam (1990) o Posner y Petersen (1990), quienes han identificado la activación de circuitos específicos e interrelacionados, encargados de funciones concretas, tales como la atención o el lenguaje. Friedman y Miyake (2017) analizaron evidencias sobre la variabilidad del rendimiento ejecutivo, exponiendo que, si bien dichas funciones pueden activar circuitos neuronales comunes y específicos, una parte responsable de dichas diferencias son las capacidades individuales de activación y volumen sináptico del encéfalo.

En cuanto a las variables ejecutivas, los procesos inhibitorios activan un conjunto de estructuras corticales y subcorticales que conforman circuitos. De acuerdo a Fuster (2002), las

zonas frontales orbitales y mediales, participan en la inhibición sobre variables internas relacionadas con el control de impulsos, las emociones, el habla y la cognición, pero también sobre interferencias externas que forman parte de un contexto. Dichas áreas corticales se proyectan hacia otras zonas de la corteza anterior y posterior pero también hacia estructuras subcorticales, como son los núcleos basales, hipotálamo, cerebelo y tronco encefálico, quienes participan en el control inhibitorio mayormente de conductas motoras. Por otra parte, el componente propiamente ejecutivo de la memoria de trabajo depende de la activación de las estructuras dorsolaterales frontales para manipular la información audioverbal en el hemisferio izquierdo y visoespacial en el hemisferio derecho (Baddeley y Hitch, 1974; Fuster, 2002). Mientras que las tareas de retención llevadas a cabo por los almacenes a corto plazo requieren de la activación de las zonas ventrolaterales frontales, entre otras (Kolb y Whishaw, 2006; Petrides y Pandya, 2002). Por su parte, la flexibilidad cognitiva activa áreas laterales y orbitales en circuitos frontoparietales (asociados con la programación de la acción con relación a un contexto), la corteza insular (relacionada con la integración emoción/cognición) y circuitos frontoestriales (relacionados con el control cognitivo) (Tirapú-Ustarroz et al., 2002; Uddin, 2021).

Actualmente, las neurociencias, a través de la aplicación de técnicas de neuroimagen y registros de activación neuronal, continúan desentrañando la compleja configuración estructural del encéfalo subyacente a la activación funcional, hacia una mejor comprensión de las relaciones entre estos dos niveles de análisis.

Factores que Intervienen en la Adquisición y Desarrollo de las Funciones Ejecutivas

Tanto los factores orgánicos como las experiencias de los primeros años de vida resultan significativos para el desarrollo cognitivo y neuroanatómico del niño, incluso desde etapas prenatales. Siendo la infancia y la adolescencia, las franjas del desarrollo mayormente ligadas con una adecuada maduración cerebral frontal y su correspondiente nivel de rendimiento funcional, se han identificado algunas condiciones adversas que afectan al desempeño ejecutivo durante el neurodesarrollo. El rendimiento disejecutivo puede manifestarse a través de diferentes síntomas que afectan la cognición, la conducta e incluso las emociones. Tanto a nivel verbal como no verbal, puede observarse dificultad en el control atencional, planificación ineficaz, déficit en la generación de estrategias, ineptitud para interpretar y utilizar el feedback, alteraciones en la inhibición, rigidez en el razonamiento, respuestas perseverativas, déficit para corregir errores, alteración en la secuencia temporal de un plan de acción, fallas en la resolución de problemas, déficit en el automonitoreo o en la autoregulación, son algunos ejemplos (Anderson et al., 2001; Baron, 2004).

La literatura científica ha documentado con claridad el impacto que poseen algunos factores genéticos, nutricionales, gestacionales e incluso eventos perinatales que pueden afectar un adecuado neurodesarrollo. Investigaciones más recientes se han enfocado en evaluar el impacto de ciertas variables ambientales sobre el desarrollo ejecutivo infantil. El cociente intelectual y nivel de educación materna, el estilo de crianza, el nivel socioeconómico o el acceso a la escolarización, son factores que han demostrado poseer efectos sobre el desarrollo ejecutivo del niño (Finegood y Blair, 2017; Rhoades et al., 2011). Bajos niveles de ingresos económicos y de educación materna están asociados a pobreza en el lenguaje, la memoria de trabajo y la atención sostenida (Fernald et al., 2011; Hackman et al., 2015). En un entorno de pobreza y estrés, el cerebro infantil se entrena para ser más reactivo y menos reflexivo, por lo cual, las

habilidades superiores de control se pueden ver afectadas en su desarrollo (Arnsten, 2009; Blair et al., 2011). El nivel de escolarización del niño y de su entorno tiene consecuencias en el desarrollo ejecutivo infantil. Una mayor cantidad de recursos educativos y lúdicos en el hogar, el impacto de la mentalización materna durante la crianza del niño, un ambiente más estimulante y un estilo de crianza no punitivo, poseen relaciones significativas en el desarrollo ejecutivo del niño (Ardila et al., 2005; Flores-Lázaro, 2011; Kao et al., 2018).

Funciones Ejecutivas y Lenguaje

Si bien la evidencia expone la importancia que posee el rol ejecutivo en el desempeño verbal, en los últimos años las investigaciones se han enfocado en intentar determinar con mayor rigurosidad cuál es el impacto de los diferentes procesos ejecutivos, tanto básicos como superiores, en las actividades lingüísticas (Cantin et al., 2016; Cirino et al., 2019). Aunque las asociaciones encontradas son moderadas, resultaron estadísticamente más significativas en edades tempranas que en estudios con muestras adultas, sobre todo en pruebas de decodificación, vocabulario y habilidades de alfabetización (Follmer, 2017).

La inhibición cognitiva juega un rol fundamental en el proceso de comprensión del lenguaje expresivo y receptivo (Butterfuss y Kendeou, 2018). Si falla este tipo de control, los errores por impulsividad pueden adelantarse a la correcta decodificación del estímulo, generando descontextualización y alterando el significado de lo escuchado o leído. En edades tempranas, la capacidad de espera es más reducida, con lo cual pueden aumentar las respuestas preponderantes, generando que los niños se adelanten al correcto procesamiento del estímulo audioverbal o visoespacial relacionado con el lenguaje (Diamond, 2013). La hipótesis planteada y, posteriormente, confirmada por Diamond et al. (2002) y por Simpson y Riggs (2007), expone que el entrenamiento de los niños en la adquisición de tiempos de espera mejora su rendimiento en tareas de control inhibitorio, ya que permiten que la respuesta correcta pueda competir con la automática, logrando resultados más exitosos. Asimismo, un niño que adquiere una adecuada capacidad de espera genera mayores niveles de tolerancia y persistencia en edades posteriores para completar los ciclos educativos o para autoregularse frente a la tentación de cometer conductas desadaptativas (Moffitt et al., 2011).

Por otra parte, la memoria de trabajo permite retener y manipular información en curso, pudiendo requerir del conocimiento previo e integrar la información posterior para generar relaciones significativas. Esta habilidad no solamente requiere de un buen funcionamiento de la memoria operativa sino también de una adecuada inhibición de estímulos verbales irrelevantes y capacidad de planificación, sumado a grandes recursos atencionales al servicio de la tarea (Butterfuss y Kendeou, 2018; Nouwens et al., 2021). En este sentido, en tareas de lenguaje oral o de lectoescritura, la memoria operativa resulta fundamental a la hora de extraer el sentido adecuadamente contextualizado. Asimismo, permite la doble tarea de mantener el hilo conductor del discurso oral mientras paralelamente se realiza la búsqueda semántica de la palabra que se adecúa a la intencionalidad del mensaje. Sin embargo, algunos estudios mencionan que la habilidad de actualización, atribuida a la memoria de trabajo y evaluada por las técnicas psicométricas clásicas, no necesariamente aporta de forma específica a la tarea inferencial que se requiere para lograr la comprensión de un texto (Muijselaar y de Jong, 2015).

La flexibilidad cognitiva interviene específicamente en la comprensión y en la ejecución, tanto de la oralidad como de la lectoescritura. Las pruebas que evalúan fluidez verbal, inhibición,

control atencional y resolución visoperceptual, como medidas operativas de la flexibilidad mental, correlacionan con la velocidad y la comprensión lectora (Rosselli et al, 2006). Seleccionar o descifrar palabras semánticamente acordes al contexto, aplicar estrategias de lectura, resolver adecuadamente el uso pragmático del lenguaje, integrar semántica y fonología, interpretar debidamente la prosodia, elaborar o inferir mensajes metafóricos, adecuar la sintaxis y la semántica del discurso oral o escrito a diferentes estilos de comunicación, son algunos ejemplos de la aplicación de la flexibilidad ejecutiva al uso del lenguaje. Por otra parte, en el caso de los lectores menos eficaces, la flexibilidad cognitiva estaría al servicio de proceso metacognitivos, probablemente para compensar déficits a nivel lingüístico (Butterfuss y Kendeou, 2018).

Neurociencia Cognitiva de la Interacción Funciones Ejecutivas-Competencia Lectora

Tal como se describió en los apartados anteriores, el desarrollo actual de la neuropsicología del desarrollo muestra una evolución, y superación, de los modelos tradicionales tanto de la lectura como de las FFEE. Con relación a estas últimas, el proceso muestra un largo camino recorrido desde las primeras conceptualizaciones que las vinculaban a déficits notorios de regulación asociados a lesiones en el lóbulo frontal hasta los complejos modelos actuales (Nigg, 2017). En este sentido, las FFEE han sido definidas como la capacidad de combinar e integrar de forma colaborativa diferentes habilidades cognitivas para realizar una meta en el futuro (Welsh et al., 2008). Este tipo de conceptualizaciones no solo complejizan el constructo a nivel teórico sino también la operativización de su medida. Entendidas de esta forma, las tareas o pruebas (y en mayor grado los cuestionarios) utilizadas para medirlas adolecen del problema de "impureza": dado que las FFEE son procesos que se manifiestan a través de la regulación de actividades cognitivas específicas, toda tarea utilizada también incluirá en su medida final el resultado de estos otros procesos (Miyake et al., 2000). Por estas razones, el estudio de la relación entre las FFEE y los procesos de lectura implica una serie de dificultades.

Por ejemplo, Follmer (2017) revisó en un meta-análisis realizado sobre 29 estudios la relación entre FFEE y comprensión lectora, encontrando una correlación positiva (promedio $r = 0.36$) entre ambos, es decir, que a mayor desempeño ejecutivo mejor nivel de comprensión lectora. Si bien este efecto es significativo desde el punto de vista estadístico, el propio autor plantea que estos datos no deben ser leídos como evidencia de una relación de causalidad unidireccional entre FFEE y comprensión lectora. Otros estudios muestran indicios de bidireccionalidad, en los cuales se observa que el desarrollo de las habilidades matemáticas y lingüísticas predicen también un mejor funcionamiento ejecutivo (Fuhs et al., 2014). Por otra parte, la evidencia sobre el aumento en el rendimiento de las habilidades lectoras, producto del entrenamiento en FFEE no es concluyente, máxime considerando que muchas intervenciones utilizan protocolos que inciden sobre ambos procesos simultáneamente (Jacob y Parkinson, 2015).

Cain et al. (2004) mencionan que, después de controlar la medida del vocabulario, la memoria de trabajo explica una variación única en las medidas generales de comprensión, lo cual incide también en la elaboración de inferencias. Sin embargo, algunos estudios como el de Muijselaar y de Jong (2015) no han encontrado una asociación entre la memoria de trabajo y la comprensión lectora, y refieren que dicho resultado puede depender de que actualizarse mientras se lee es una tarea mucho más exigente que el proceso de actualizar que se evalúa mediante pruebas estandarizadas.

Demagistri (2018), al evaluar la comprensión lectora y el desempeño en las FFEE en adolescentes, encontró una relación significativa con los procesos inhibitorios, destacando los de tipo perceptual y cognitivo. Dice y Schwanenflugel (2012) corroboran la influencia del control inhibitorio como la función con mayor efecto sobre el aprendizaje posterior de la lectura. Según Barkley (1997), los problemas inhibitorios pueden interferir en la supresión de información irrelevante, malgastando recursos cognitivos necesarios para la comprensión de un texto. Borella y De Ribaupierre (2014) encontraron que la inhibición perceptual contribuye significativamente en los resultados de comprensión, a diferencia de De Beni y Palladino (2000), quienes revelaron que la inhibición cognitiva es la que predice sus habilidades de comprensión lectora. Para Friedman y Miyake (2017) tanto la respuesta a la inhibición perceptiva como la cognitiva, están entrelazadas con la memoria de trabajo, lo cual refiere a una dificultad en la asignación como resultado únicamente de esta habilidad.

De todos modos, los resultados que analizan la correlación entre inhibición y comprensión lectora varían en gran medida, lo cual puede depender del tipo específico de inhibición evaluada: resistencia a la interferencia proactiva, respuesta preponderante y resistencia a la inhibición distractora (Borella et al., 2010). Los lectores menos hábiles parecen tener dificultades para controlar la información irrelevante en la recuperación, pero no en la codificación. Parecería ser necesaria la identificación de tipos de procesamiento inhibitorio, según las etapas del procesamiento de la información, para poder establecer una relación más específica y directa (Aydmune et al., 2017).

Existe menos evidencia en cuanto a la relación de la comprensión lectora con la flexibilidad cognitiva (Butterfuss y Kendeou, 2018). Los estudios que han hallado una correlación enfatizan una implicación principalmente en lectores menos hábiles; por ejemplo, cuando los lectores necesitan cambiar entre estrategias de lectura, monitorear su comprensión y participar en procesos metacognitivos (Guajardo y Cartwright, 2016). Brassard (2017) menciona la importancia de la flexibilidad cognitiva en el lenguaje escrito, principalmente para transformar creativamente el conocimiento, planificar y organizar ideas principales y secundarias y reformular ideas. Recientemente, Escobar y Rosas Diaz (2022), en un estudio longitudinal, encontraron que la inhibición y la flexibilidad cognitiva, evaluadas en primer grado escolar, predecían el desempeño en comprensión lectora en tercer grado.

En lo que hace a la planificación, se integra indispensablemente con la actividad de control inhibitorio y de metacognición (Carlson et al., 1998). Cutting et al. (2009) y Sesma et al. (2009) han demostrado que la planificación explica significativamente la variación en la comprensión de lectura, después de controlar la decodificación, las habilidades lingüísticas y memoria de trabajo en niños de 9 a 15 años.

Estos resultados revelan que hay factores que explican la comprensión lectora pero que no pueden ser analizados en los términos tradicionales en los que se ha definido a las FFEE. Más concretamente, funcionamiento ejecutivo y comprensión lectora no parecen ser procesos totalmente diferenciados y estancos, sino más bien componentes complementarios de una misma actividad cognitiva. Este tipo de relación es la que se pone de manifiesto en el problema de la "varianza compartida/no explicada" del MSL. Cuando se estudia la contribución de la decodificación y la comprensión lingüística, los dos componentes centrales del modelo, en la comprensión lectora a través de ecuaciones estructurales, se encuentra frecuentemente que una parte de la varianza es explicada por cada uno de estos factores. Sin embargo, otra parte de la

varianza, de igual o mayor magnitud, es explicada por el efecto compartido de ambos componentes, y aún otra parte de la varianza total permanece sin explicación. Por ejemplo, Taboada Barber et al. (2021) en un estudio con escolares encuentra que un 35% consiste en varianza única de cada uno de los factores del MSL, mientras que un 50% es varianza compartida por ambos componentes y un 15% restante es varianza no explicada. Para los autores, la varianza compartida supone que hay procesos de orden superior, como las FFEE, que inciden sobre los componentes específicos del modelo, generando un efecto integrado de los mismos más allá de su contribución individual a la comprensión. Por otra parte, la varianza no explicada da cuenta de la intervención de variables situacionales que pueden influir en el proceso cognitivo, relacionadas con el contexto socio-económico o cultural (Corso et al., 2016).

Este tipo de resultados psicométricos, incluyendo los relacionados con la bidireccionalidad o la varianza compartida en el MSL, ofrecen abundante evidencia sobre la importancia de las FFEE en la comprensión lectora, pero, a su vez, dan escaso apoyo para formular una explicación del mecanismo por el cual se produce dicha influencia. En la última década, estudios basados en técnicas de neuroimagen aportan algunos datos para comenzar a avanzar en esa dirección.

Aportes de las Técnicas de Exploración Cerebral

En la primera parte del artículo, se reseñaron los principales componentes neuroanatómicos del funcionamiento ejecutivo. De la misma forma, hay algunos modelos de la comprensión del lenguaje que han sido replicados consistentemente y que pueden considerarse *estándar* en la temática. Según Dehaene et al. (2015), la clave neurológica de la lectura consiste en una interface eficaz entre la visión y el lenguaje hablado. Basándose en estudios de resonancia magnética (IRM), funcional y conectografía, junto con potenciales evocados (ERP) propone que un área situada en la parte ventral de la unión temporo-occipital del hemisferio izquierdo, conocida como el área de la forma de la palabra (VWFA, por sus siglas en inglés), es la encargada del reconocimiento de letras y de transformarlas en secuencias de sonidos. Dicha área posee conexiones aferentes con las cortezas visuales primarias y secundarias y eferentes con el plano temporal, donde estarían almacenadas las representaciones fonológicas de las letras a través del fascículo arqueado. El acceso fonológico se completaría a través de la conexión con las áreas articulatorias frontales (Broca) y semánticas temporales (Wernicke).

A partir de estudios de tractografía y tensor de difusión se ha llegado a un modelo de consenso del procesamiento cerebral del lenguaje oral (comprensión y expresión), que posee puntos en común con lo planteado por Dehaene. En esencia, plantean una arquitectura basada en una doble ruta de conexiones: dorsal y ventral. La ruta dorsal conecta las áreas temporales, parietales y frontales situadas alrededor de la cisura de Silvio y su función es fundamentalmente el procesamiento fonológico y la expresión articulatoria. Dentro de esta ruta se destacan las conexiones entre la corteza parieto-temporal silviana y áreas motoras y pre-motoras con el giro frontal inferior (Broca). Por otra parte, la ruta ventral conecta el lóbulo temporal con la corteza orbitofrontal y su función principal es el acceso al significado, comprendiendo el giro temporal medial anterior y posterior y la corteza auditiva (Dick et al., 2014; Saur et al., 2008). Un meta-análisis que incluyó 52 estudios de IRM funcional (IRMf) sobre procesamiento numérico, lectura y FFEE presentó datos que concuerdan con estos modelos en niños (Houdé et al., 2010). En síntesis, estas investigaciones plantean transformar el modelo clásico Wernicke-Lichtheim-

Geschwind de procesamiento del lenguaje, caracterizado por ser unidireccional, serial y con áreas anatómicas definidas con precisión (Broca y Wernicke) en una red distribuida e interconectada de procesamiento lingüístico (*conectoma del lenguaje*) que incluye áreas sensoriales y motoras, así como de funcionamiento ejecutivo de alto nivel (Tremblay y Dick, 2016).

Siguiendo esta línea de razonamiento, el desafío de los estudios de neurociencia cognitiva del desarrollo se ha convertido en describir funcionalmente la interacción de la FFEE y los componentes de la lectura en el marco de distintas redes de procesamiento. Uno de los paradigmas experimentales que se ha utilizado junto con IRMf para estudiar provechosamente esta interacción ha sido la tarea de generación de verbos. En esta tarea, se le presenta al participante una palabra, en formato visual o auditivo, y se le pide que genere verbos relacionados. Esta tarea activa el circuito de procesamiento del lenguaje, pero también pone de manifiesto la actividad de las zonas de la corteza relacionadas con la memoria de trabajo verbal, la atención y la planificación motora. Horowitz-Kraus et al. (2014) realizaron un estudio longitudinal utilizando este paradigma e incluyendo medidas en el período previo, simultáneo y posterior a la automatización de la lectura. Como es de esperar, encontraron que a medida que aumenta la capacidad lectora hay un incremento de la lateralización izquierda de las zonas relacionadas con el lenguaje, la lectura y las FFEE. Sin embargo, en el primer punto de medida (aproximadamente 7 años), hay una activación bilateral de estas áreas, especialmente del giro temporal superior y medio. Estas áreas están relacionadas con el procesamiento fonológico. Dado que la decodificación aún no ha sido automatizada, el niño necesita reclutar las respectivas áreas de ambos hemisferios. A medida que avanza el entrenamiento lector, las áreas vinculadas al reconocimiento de palabras (vía ortográfica) van asumiendo más relevancia en detrimento de la vía puramente fonológica. A su vez, este cambio se corresponde con una transformación en el uso de las redes ejecutivas relacionadas con el control cognitivo. Cuando el esfuerzo mayor está orientado a la decodificación predomina una red orientada a mantener la atención en la tarea, basada en un circuito cíngulo-opercular. Por otra parte, cuando la vía léxica pasa a ser predominante, cobra protagonismo una red caracterizada por el control adaptativo rápido, orientada a claves y que es permanentemente afectada por el *feedback* externo. Esta red tiene su base en un circuito fronto-parietal (Dosenbach et al., 2008).

Esta misma interacción se encuentra en la caracterización actual de la estructura que ha sido protagonista principal de los modelos sobre el lenguaje, el giro frontal inferior izquierdo (GFII) o área de Broca. Fedorenko y Blank (2020) revisando las investigaciones realizadas por su grupo y otros en los pasados diez años, concluye que el área de Broca posee dos sub-regiones, que desde el punto de vista cognitivo cumplen funciones diferentes: la red que cumple funciones específicas relacionadas con el dominio del lenguaje (la “red del lenguaje”) y otra cuya actividad es general, y por ello no circunscrita a ningún dominio, denominada la “red de demandas múltiples”. Esta afirmación está apoyada en imagenología proveniente de cuatro fuentes: 1) respuestas de activación en distintas tareas experimentales lingüísticas versus no-lingüísticas (percepción musical, observación de gestos/rostros, procesamiento aritmético, etc); 2) cognición naturalista o espontánea, incluyendo estudios de *resting state* y paradigmas de comprensión de historias; 3) déficits selectivos (lingüísticos o ejecutivos) producto de daño cerebral en cada una de las sub-regiones; y 4) reevaluación de inferencias erróneas sobre el área de Broca realizadas en estudios anteriores producto de la variabilidad individual o de perfiles de grupos particulares.

A nivel anatómico estas redes no se limitan a estructuras cerradas y precisas, como podría ser la porción opercular y triangular (áreas de Brodmann - AB 44 y 45), sino que integran clústers de activación más amplios. La red de lenguaje integra un clúster fronto-temporal, lateralizado a la izquierda, incluyendo una porción orbital del GFII y una parte posterior del giro frontal medio, junto con áreas de lóbulo temporal izquierdo. Tal como se describe en los modelos estándar sobre lenguaje, esta red se encarga del procesamiento lingüístico, apoyando el acceso léxico y las combinaciones sintáctico-semánticas. Por otra parte, la red de demandas múltiples integra el clúster fronto-temporal, comprendiendo áreas ubicadas en la parte superior con respecto a la red del lenguaje como surco inferior frontal/giro frontal medio y la ínsula anterior izquierda. La actividad de esta red no se limita a ningún dominio específico, sino que incluye toda actividad que implique un manejo ejecutivo, utilizando información general múltiple (con cualquier formato) y orientada a la realización de una tarea (Diachek et al., 2020).

Una forma de estudiar esta interacción en tiempo real son los estudios sobre sincronización cerebral o *entrainment* (Poeppel y Assaneo, 2020). Este enfoque parte de la base de que el lenguaje oral posee un patrón rítmico que se traduce en determinadas propiedades acústicas. A su vez, la actividad cerebral también exhibe un ritmo en la frecuencia de las ondas eléctricas producto de los procesos del sistema nervioso, que son medidos a través de la electroencefalografía. Por ejemplo, y en términos muy generales, la actividad de vigilia está asociada a frecuencias de onda rápidas, mientras que en el sueño aparecen frecuencias más lentas. En el caso de la comprensión del lenguaje, se produce una sincronización entre las frecuencias acústicas características del discurso y la frecuencia de la actividad eléctrica cerebral. De esta forma, las áreas acústicas y motoras vinculadas con el lenguaje funcionan como “osciladores” que captan los ritmos del lenguaje y activan determinados patrones de actividad que preparan al cerebro para procesarlo.

Se ha comprobado cómo el ritmo de emisión sonora característico de la división en sílabas genera en la corteza auditiva un ritmo de actividad eléctrica similar (frecuencia *theta* con una banda de 4-8 Hz). Asimismo, frecuencias cerebrales más rápidas se han relacionado con la decodificación de fonemas (banda *gamma*) y más lentas (banda *delta*) con la identificación de patrones prosódicos. Realizando una descomposición espectral de las ondas cerebrales, se puede identificar el poder o “peso” de cada frecuencia de actividad con relación a una tarea de comprensión de lenguaje oral o escrito, y rastrear el posible lugar de origen en la corteza. Dado que habitualmente se monitorea gran parte de los lóbulos cerebrales, por lo menos a nivel de superficie, también se puede observar la interacción entre las distintas áreas de la corteza con relación a la frecuencia de actividad. Esto ha permitido caracterizar las ondas de frecuencia típicas de la identificación de la estructura sintáctica (*delta*) pero también de la acción de procesos ejecutivos relacionados con la utilización de memoria de trabajo (banda *theta* en corteza prefrontal), la predicción del contenido semántico (*beta*) y el ajuste del mismo con relación al contexto (*gamma*) (Meyer, 2018).

Este tipo de análisis se ha complementado con técnicas de registro que pueden medir la actividad de zonas de la corteza más profundas. Una de ellas es la magnetoencefalografía, que registra los campos magnéticos generados por la actividad eléctrica neuronal. Pyllkanen y su grupo (2020), empleando una tarea de comprensión de dos palabras presentadas simultáneamente (sustantivo y adjetivo) han identificado una “red de composición del significado”. Esta red implica la interacción del lóbulo temporal anterior lateral izquierdo y la

corteza prefrontal ventromedial. Dicha red no se puede identificar con el circuito de procesamiento verbal ya que se ve activada por información nueva en el contexto de comprensión que genera cambios conceptuales, pero no necesariamente expresados en formato lingüístico (i.e., información extraída de una foto junto a las palabras). Otra vía de avance en la materia son los estudios que utilizan distintas modalidades de registro intracraneal. Si bien estos abordajes son costosos e invasivos, pueden ser realizados junto con intervenciones médicas y permiten identificar la fuente cortical de la actividad eléctrica de manera inequívoca. Fedorenko et al. (2016) utilizando este tipo de técnica, junto con la presentación de frases con distintos niveles de significado y estructura sintáctica, encontraron que la composición de ambos se asociaba con la creciente actividad *gamma* en los electrodos ubicados en el área temporal ventral izquierda. En síntesis, los hallazgos provenientes de las neurociencias cognitivas ofrecen un panorama de creciente integración entre las FFEE y la comprensión lectora en redes de procesamiento, más apegadas a aspectos fonológicos cuando se aprende a leer, pero en las que, a medida que aumenta el entrenamiento lector, tienden a predominar procesos cognitivos más generales, aplicables a múltiples dominios.

Conclusión

La lectura es una actividad cognitiva compleja que implica activar una multiplicidad de procesos cognitivos, que posibilitan desde la fluidez lectora, hasta la representación mental coherente y significativa de un texto. Esto último supone considerar la capacidad de inferir, el monitoreo y la comprensión de la estructura del texto, que refiere al conocimiento de las características de tipo y género textual y funciona como un anclaje valioso en el proceso de construcción de la comprensión de la estructura global del texto (Barreyro, 2020; Kendeu et al., 2014; Oakhill y Cain, 2013). Esto supone una multiplicidad de habilidades que hay que coordinar de manera efectiva, tales como las fonológicas, ortográficas, morfológicas, sintácticas, semánticas, metacognitivas y estratégicas (Escobar y Rosas Diaz, 2022).

Las FFEE precisamente se presentan como habilidades de orden superior que podrían coordinar y controlar los procesos específicos de lectura (Nouwens et al, 2021). Hay un relativo consenso de que las habilidades ejecutivas contribuirían al rendimiento de la comprensión lectora, en donde se incluyen la memoria de trabajo verbal y visual, así como la capacidad para planificar, organizar y controlar la información (Cutting et al., 2009; Sesma et al., 2008).

Para adquirir la decodificación de letras y palabras escritas, el niño en primer lugar debe resolver una adecuada percepción visoespacial, dependiente de la activación de redes neuronales occipitales, temporales y parietales. En el mismo entramado neuronal, áreas terciarias posteriores (AB39), de integración sensorial, permiten el ensamblaje de grafemas en fonemas, activando también estructuras temporales superiores que habilitan la experiencia sonora (AB41, AB42). A medida que aumenta la práctica lectora, se va logrando mayor automatización de este proceso de decodificación, enriqueciendo también la activación sináptica de regiones temporales fusiformes, encargadas del almacenamiento grafémico (AB37). Por lo tanto, tal como plantean los estudios, en las etapas más tempranas de la adquisición de la decodificación, es mayor la necesidad de recurrir a la participación de recursos inhibitorios y de memoria de trabajo durante su aprendizaje. Los estudios a nivel estructural así lo muestran al indicar que durante la etapa de adquisición de la decodificación se observa una mayor activación del circuito neuronal cíngulo opercular. Esta red neuronal, se asocia con una mejor memoria de

trabajo, capacidad inhibitoria y rendimiento en flexibilidad cognitiva. Concretamente los análisis de dichas estructuras, mostraron activaciones del hemisferio derecho mayormente para procesos inhibitorios, del hemisferio izquierdo para memoria de trabajo verbal y algunas áreas de redes generales para tareas de control cognitivo, asociados a la flexibilidad. El nivel de participación de los procesos ejecutivos durante el proceso de adquisición de la decodificación no está determinado con exactitud. Pero hasta el momento, los estudios realizados en poblaciones de buenos lectores y niños con dificultades en lectura han demostrado que tanto la inhibición como la memoria de trabajo son dos de las habilidades ejecutivas más requeridas para dicho desarrollo funcional.

A medida que la decodificación se automatiza, el niño va requiriendo menos recursos de memoria de trabajo al servicio de dicha tarea, ocupando entonces ese espacio cognitivo, en actividades que apoyen a la comprensión. Para ello, se requiere de la activación de la denominada red de lenguaje fronto temporal, mayormente lateralizada a izquierda, encargada del procesamiento lingüístico. Las estructuras de la vía léxica se vuelven dominantes, requiriendo a su vez de la activación del circuito fronto parietal, encargado de llevar a cabo un control cognitivo para la resolución de la tarea dentro de un contexto. Esta red neuronal se asocia mayormente a la participación de la memoria de trabajo y también a la flexibilidad cognitiva en tareas verbales, cuando se activa junto a algunas estructuras temporales (AB22, entre otras) para el rastreo fonológico de palabras en memoria semántica y la integración de las mismas al contexto del contenido verbal en curso.

En resumen, se han encontrado componentes ejecutivos como la inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, participando de forma integrada y diferenciada en la habilidad lectora. En particular en lo que hace a la comprensión lectora, varios estudios que han encontrado relaciones entre la inhibición, sobre todo perceptual y cognitiva, y la comprensión lectora. Otros hallazgos exponen relaciones diferentes entre memoria de trabajo y comprensión lectora. Por un lado, existen quienes dan cuenta de que las medidas de memoria de trabajo logran explicar las variaciones de rendimiento en comprensión lectora, mientras que otros autores no han encontrado indicios de dicha relación. La flexibilidad cognitiva parece estar mayormente relacionada con tareas de comprensión lectora cuando además, se suma la participación de la planificación como recurso ejecutivo.

En este punto, recordemos que el MSL expone la posible participación de FFEE más complejas de la comprensión lectora, como por ejemplo, la planificación. Si consideramos los dos modelos teóricos que estudian la estructura del constructo ejecutivo, vemos que la adquisición piramidal de las FFEE complejas, requieren de la integración diferenciada de los tres procesos ejecutivos más básicos. Recordemos que los autores comienzan exponiendo que la estructura piramidal ejecutiva se basa en que la inhibición está mayormente asociada a la memoria de trabajo; específicamente la inhibición de tipo cognitivo y perceptual. A su vez, la flexibilidad cognitiva requiere de ambos procesos anteriores, siendo las habilidades inhibitorias y de memoria operativa, factores que intervienen en el desarrollo de su funcionalidad. Finalmente, parece producirse una configuración particular de estos tres procesos básicos para dar cuenta del desarrollo de cada una de las FFEE superiores, como son la planificación, la resolución de problemas y el razonamiento.

Ahora bien, considerando que la comprensión lectora también se ha visto influenciada por la capacidad de planificación, si observamos esta relación a la luz de los estudios de la estructura

encefálica, encontramos que dicha FFEE, unida a la flexibilidad, requiere de la activación de regiones prefrontales dorsolaterales, asociadas a memoria de trabajo. A nivel de la corteza frontal, estas zonas dorsolaterales junto a las ventromediales, se activan para el rastreo flexible de información en memoria, para procesos inhibitorios de estímulos preponderantes y para la planificación de estrategias de lectura, tres habilidades que se han reportado como partícipes de la capacidad de comprensión lectora. Si además de la participación de la corteza frontal en tareas de control cognitivo, consideramos otras estructuras encefálicas, surge entonces una red neuronal por encima de la red del lenguaje, denominada red de demandas múltiples. Esta red conecta al lóbulo frontal con estructuras temporales e insulares, participando en actividades de control ejecutivo de múltiples habilidades, entre ellas, la comprensión lectora. En particular, la planificación y la metacognición, habilidades dependientes de la activación frontal, aplicadas al servicio de la lectura, parecen explicar las variaciones en comprensión lectora. Con relación a esto último investigaciones como la de Berbén et al. (2014) señalan la importancia de la autorregulación en el procesamiento lector; entendiendo la autorregulación como la habilidad para planificar y controlar los propios pensamientos, sentimientos y conductas en la realización de una tarea. Lo que ha llevado a Barkley (2011) a plantear que la FFEE podrían ser consideradas como un tipo de autorregulación, al estar constituidas por acciones dirigidas hacia uno mismo, para identificar objetivos, y elegir acciones que permitan conseguir estos objetivos.

De esta forma, las características de las funciones ejecutivas, que hacen tan difícil la distribución de dimensiones, plantean la necesaria interdependencia de dichas dimensiones o componentes; en la línea con los trabajos de Fisk y Sharp (2004), Miyake et al., (2000) que proponen a las FFEE como sistema integrador que consta de diferentes procesos moderadamente interrelacionados entre sí. Donde la afectación de un área cerebral específica incidiría particularmente en algunas habilidades o funciones cognitivas, o que el desarrollo de éstas varía en tiempo y velocidad según la edad. En este sentido, tal como menciona García (2018), a pesar de los intentos a nivel experimental y funcional, no existen puntos de cierre y apertura del inicio de una función y de otra.

El MSL también expone que la “varianza no explicada” de rendimientos en comprensión lectora pueden deberse a variables situacionales y de contexto socio económico cultural, que inciden tanto en las FFEE como en los procesos lingüísticos. En este sentido, diversos estudios, así como las evaluaciones internacionales de lectura, han encontrado que el nivel socio-económico, el desarrollo educativo de los padres, el acceso a la escolarización, el estilo de crianza, los recursos materiales del contexto y el nivel de estimulación hogareño, son factores que poseen efectos diferenciables en el desarrollo ejecutivo y la adquisición del lenguaje.

Referencias

- Álvarez-Cañizo, M., Suárez-Coalla, P., y Cuetos, F. (2018). Reading prosody development in Spanish children. *Reading and Writing*, 31, 35–52. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9768-7>
- Anderson, P., Anderson, V., y Lajoie, G. (1996). The Tower of London Test: Validation and standardization for pediatric populations. *The Clinical Neuropsychologist*, 10(1), 54-65. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/13854049608406663>
- Anderson, V., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., y Catroppa, C. (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Develop Neuropsychology*, 20, 385-406. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2001_5
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-72. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Arán, V., y López, M. (2013). Las funciones ejecutivas en la clínica neuropsicológica infantil. *Psicología desde el Caribe*, 30(2), 380-415. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21328601008>
- Arán, V., y López, M. (2016) Predictores de la comprensión lectora en niños y adolescentes: El papel de la edad, el sexo y las funciones ejecutivas. *Cuadernos de Neuropsicología*, 10(1), 23-44. <https://doi.org/10.7714/CNPS/10.1.202>
- Ardila, A., Rosselli, M. Matute, E., y Guajardo, S. (2005). The Influence of the parents' educational level on the development of executive functions. *Developmental Neuropsychology*, 28(1), 539-560. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2801_5
- Ardila, A., Matute Villaseñor, E., y Rosselli, M. (2011). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. Editorial El Manual Moderno.
- Arnsten, A.F.T. (2009). Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 410–422. <http://doi.org/10.1038/nrn264>
- Aydmune, Y., Lipina, S., y Introzzi, I. (2017). Definiciones y métodos de entrenamiento de la inhibición en la niñez, desde una perspectiva neuropsicológica. Una revisión sistemática. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 9(3), 104-141. <https://doi.org/10.32348/1852.4206.v9.n3.16872>
- Baddeley, A., y Hitch, G. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Cognition* (pp. 647-667). Academic Press. [http://dx.doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60452-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60452-1)
- Barkley R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65–94. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>
- Barkley, R. (2011). *La naturaleza del TDAH: Las funciones ejecutivas y la autorregulación*. Fundación MAPFRE.
- Baron, I. (2004). A review of: *Neuropsychological evaluation of the child*. Oxford. <https://doi.org/10.1080/092970490911342>
- Barreyro, J. (2020). *La comprensión del texto escrito. La competencia lectora a principios del siglo XXI* (pp. 13-42). Editorial Teseo. <https://www.editorialteseo.com/archivos/17524/la-competencia-lectora-a-principios-del-siglo-xxi/>

- Bausela-Herrerias, E. (2014). Funciones ejecutivas: Nociones del desarrollo desde una perspectiva neuropsicológica. *Acción Psicológica*, 11(1), 21-34. <https://dx.doi.org/10.5944/ap.1.1.13789>
- Berbén, A. B. G., Justicia, F. J., García, F. C., y Martínez, M. C. P. (2014). Enfoques de aprendizaje, comprensión lectora y autorregulación: últimos hallazgos. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1), 255-264. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v4.610>
- Best, J., Miller, P., y Jones, L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29, 180-200. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002>
- Blair, C., Granger, D., Willoughby, M., Mills-Koonce, R., Cox, M., Greenberg, M., Kivlighan, K., Fortunato, C., y FLP Investigators. (2011). Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood: Cortisol and cognition. *Child Development*, 82(6), 1970–1984. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01643.x>
- Borella, E., Carretti, B., Riboldi, F., y De Beni, R. (2010). Working memory training in older adults: Evidence of transfer and maintenance effects. *Psychology and Aging*, 25(4), 767. <https://doi.org/10.1037/a0020683>
- Borella, E., y De Ribaupierre, A. (2014). The role of working memory, inhibition, and processing speed in text comprehension in children. *Learning and Individual Differences*, 34, 86-92. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.05.001>
- Brassard, I. (2017). *Fonctions exécutives et processus d'écriture: portrait de pratiques d'enseignement au secondaire* [Tesis Doctoral, Université du Québec à Chicoutimi]. <https://constellation.uqac.ca/4366/>
- Butterfuss, R., y Kendeou, P. (2018). The role of executive functions in reading comprehension. *Educational Psychology Review*, 30(3), 801-826. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s10648-017-9422-6>
- Cain, K., Oakhill, J., y Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 31–42. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.1.31>
- Calle, D. (2016). Desarrollo de las funciones ejecutivas y prematuridad: Lo que nos cuenta la neuropsicología de la primera infancia. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 16(2), 5-22. <http://doi.org/10.18270/chps.16i2.1971>
- Cantin, R. H., Gnaedinger, E. K., Gallaway, K. C., Hesson-McInnis, M. S., y Hund, A. M. (2016). Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years. *Journal of Experimental Child Psychology*, 146, 66–78. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.014>
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., y De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 246-251. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.002>
- Carretti, B., Cornoldi, C., De Beni, R., y Romanò, M. (2005). Updating in working memory: A comparison of good and poor comprehenders. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(1), 45–66. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.01.005>

- Carlson, S. M., Moses, L. J., y Hix, H. R. (1998). The role of inhibitory processes in young children's difficulties with deception and false belief. *Child Development*, 69(3), 672-691. <https://doi.org/10.2307/1132197>
- Cartwright, C., Gibson, K., Read, J., Cowan, O., y Dehar, T. (2016). Long-term antidepressant use: Patient perspectives of benefits and adverse effects. *Patient Preference and Adherence*, 10, 1401–1407. <https://doi.org/10.2147/PPA.S110632>
- Cartwright, K. B., Coppage, E. A., Lane, A. B., Singleton, T., Marshall, T. R., y Bentivegna, C. (2017). Cognitive flexibility deficits in children with specific reading comprehension difficulties. *Contemporary Educational Psychology*, 50, 33-44. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.01.003>
- Cartwright, K. B., Marshall, T. R., y Hatfield, N. A. (2020). Concurrent and longitudinal contributions of a brief assessment of reading-specific executive function to reading comprehension in first and second grade students. *Mind, Brain, and Education*, 14, 114-123. <https://doi.org/10.1111/mbe.12236>
- Castles, A., Rastle, K., y Nation, K. (2018). Ending the reading wars: reading acquisition from novice to expert. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(1), 5–51. <https://doi.org/10.1177/1529100618772271>
- Cirino, P. T., Miciak, J., Ahmed, Y., Barnes, M., Taylor, W., y Gerst, E. (2019) Executive function: Association with multiple reading skills. *Reading and Writing*, 32, 1819–1846. <https://doi.org/10.1007/s11145-018-9923-9>
- Corso, H. V., Cromley, J. G., Sperb, T., y Salles, J. F. (2016). Modeling the relationship among reading comprehension, intelligence, socioeconomic status, and neuropsychological functions: The mediating role of executive functions. *Psychology and Neuroscience*, 9(1), 32–45. <https://doi.org/10.1037/pne0000036>
- Cuadro, A., Mailhos, A., Estevan, I., y Martínez-Sánchez, F. (2021). Reading competency, speech rate and rhythm. *Psicothema*, 33(2), 222–227. <https://doi.org/10.7334/psicothema2020.80>
- Cutting, L; Materek, A.; Levine, T; Cole, T., y Mahone, E. (2009). Effects of fluency, oral language, and executive function on reading comprehension performance. *Annals of Dyslexia*, 59(1): 34–54. <https://doi.org/10.1007/s11881-009-0022-0>
- Dansilio, S., Horta-Puricelli, K., Beisso, M. A., Agudelo, N., Larrea, F., Zubillaga, C., y Cerda, K. (2010). Tower of London: Normative sample in Uruguay. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 15, 14-33.
- Diamond, G. S., Reis, B. F., Diamond, G. M., Siqueland, L., y Isaacs, L. (2002). Attachment-based family therapy for depressed adolescents: A treatment development study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 41(10), 1190–1196. <https://doi.org/10.1097/00004583-200210000-00008>
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En E. Bialystok y F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70–95). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0006>
- Diamond A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

- De Beni, R., y Palladino, P. (2000). Intrusion errors in working memory tasks: Are they related to reading comprehension ability. *Learning and Individual Differences*, 12(2), 131-143. [https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S1041-6080\(01\)00033-4](https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S1041-6080(01)00033-4)
- Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., y Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: Behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 234–244. <https://doi.org/10.1038/nrn3924>
- Demagistri, M. (2018). Comprensión lectora, memoria de trabajo, procesos inhibitorios y flexibilidad cognitiva en adolescentes de 12 a 17 años de edad. Repositorio de Psicología. Facultad de Psicología - Universidad Nacional de Mar del Plata. <http://rpsico.mdp.edu.ar/handle/123456789/728>
- Diachek, E., Blank, I., Siegelman, M., Affourtit, J., y Fedorenko, E. (2020). The domain-general multiple demand (MD) network does not support core aspects of language comprehension: A large-scale fMRI investigation. *Journal of Neuroscience*, 40(23), 4536–4550. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2036-19.2020>
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En E. Bialystok y F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change* (pp. 70–95). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0006>
- Diamond, A. (2013) Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Díaz, M., y Guevara, P. (2016). Desarrollo de las funciones ejecutivas durante la primera infancia y su afectación ante un traumatismo craneoencefálico. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 11(2), 40-44. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179348853006>
- Dice, J. L., y Schwanenflugel, P. (2012). A structural model of the effects of preschool attention on kindergarten literacy. *Reading and Writing*, 25(9), 2205-2222. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s11145-011-9354-3>
- Dick, A. S., Bernal, B., y Tremblay, P. (2014). The language connectome: New pathways, new concepts. *Neuroscientist*, 20(5), 453–467. <https://doi.org/10.1177/1073858413513502>
- Dosenbach, N. U. F., Fair, D. A., Cohen, A. L., Schlaggar, B. L., y Petersen, S. E. (2008). A dual-networks architecture of top-down control. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(3), 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.01.001>
- ERCE, Estudio Regional Comparativo y Explicativo. (2019). ¿Qué se espera que aprendan los estudiantes de América Latina y el Caribe? Análisis curricular del Estudio Regional Comparativo y Explicativo. Santiago, UNESCO. <https://on.unesco.org/33iJzqH>
- Escobar, J. P., y Rosas Diaz, R. (2022). Direct and indirect effects of inhibition and flexibility to reading comprehension, reading fluency, and decoding in spanish. *Reading Psychology*. 43, 117-144. <https://doi.org/10.1080/02702711.2022.214139>
- Fedorenko, E., Scott, T., Brunner, P., Coon, W., Pritchett, B., Schalk, G., y Kanwisher, N. (2016). Neural correlate of the construction of sentence meaning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(41), E6256–E6262. <https://doi.org/10.1073/pnas.1612132113>
- Fedorenko, E., y Blank, I. (2020). Broca's area is not a natural kind. *Trends in Cognitive Sciences*, 24(4), 270–284. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.01.001>
- Fernald, L., Weber, A., Galasso, E., y Ratsifandrihamanana, L. (2011). Socioeconomic gradients and child development in a very low income population: Evidence from Madagascar:

- Socioeconomic gradients in Madagascar. *Developmental Science*, 14(4), 832–847. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01032.x>
- Finegood, E., y Blair, C. (2017). Poverty, parent stress, and emerging executive functions in young children. En K. Deater-Deckard y R. Panneton (Eds.), *Parental stress and early child development: Adaptive and maladaptive outcomes* (pp. 181-207). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55376-4_8
- Fisk, J. E., y Sharp, C. A. (2004). Age-related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting, and access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26(7), 874-890. <https://doi.org/10.1080/13803390490510680>
- Flores-Lázaro, J., Tinajero, B., y Castro, B. (2011). Influencia del nivel y de la actividad escolar en las funciones ejecutivas. *Revista Interamericana de Psicología*, 45, 281-292. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28422741019>
- Flores-Lázaro, J., Castillo-Preciado, R., y Jiménez-Miramonte, N. (2014). Desarrollo de las funciones ejecutivas, de la niñez a la juventud. *Anales de Psicología*, 30(2), 463-473 <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.155471>
- Follmer, D. J. (2018). Executive function and reading comprehension: A meta-analytic review. *Educational Psychologist*, 53(1), 42-60. <https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1309295>
- Friedman, N. P., 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>
- Fuhs, M. W., Nesbitt, K. T., Farran, D. C., y Dong, N. (2014). Longitudinal associations between executive functioning and academic skills across content areas. *Developmental Psychology*, 50(6), 1698–1709. <https://doi.org/10.1037/a0036633>
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, 31, 373–385. <https://doi.org/10.1023/A:1024190429920>
- García, A., y Vivas, J. (2014). Estrategias ejecutivas de búsqueda, recuperación y cambio en la fluidez verbal. *Revista Evaluar*, 14(1). <https://doi.org/10.35670/1667-4545.v14.n1.11520>
- García, A. (2018). *Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas*. Editorial Síntesis.
- Gough, P. B., y Tunmer, W. E. (1986). Decoding, reading, and reading disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6-10. <http://dx.doi.org/10.1177/074193258600700104>
- Gough, P., Hoover, W., y Peterson, C. (1996). Some observations of a simple view of reading. En C. Cornoldi y J. Oakhill (Eds.), *Reading comprehension difficulties* (pp. 1-14). Erlbaum.
- Guajardo, N. R., y Cartwright, K. B. (2016). The contribution of theory of mind, counterfactual reasoning, and executive function to pre-readers' language comprehension and later reading awareness and comprehension in elementary school. *Journal of Experimental Child Psychology*, 144, 27-45. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.11.004>
- Hackman, D., Gallop, R., Evans, G., y Farah, M. (2015). Socioeconomic status and executive function: Developmental trajectories and mediation. *Developmental Science*, 18(5), 686–702. <https://doi.org/10.1111/desc.12246>
- Horowitz-Kraus, T., Vannest, J. J., Gozdas, E., y Holland, S. K. (2014). Greater utilization of neural-circuits related to executive functions is associated with better reading: A longitudinal fMRI study using the verb generation task. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00447>

- Horowitz-Kraus, T., Toro-Serey, C., y DiFrancesco, M. (2015). Increased resting-state functional connectivity in the cingulo-opercular cognitive-control network after intervention in children with reading difficulties. *PloS One*, 10(7), e0133762. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133762>
- Houdé, O., Rossi, S., Lubin, A., y Joliot, M. (2010). Mapping numerical processing, reading, and executive functions in the developing brain: An fMRI meta-analysis of 52 studies including 842 children. *Developmental Science*, 13(6), 876–885. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00938.x>
- Hoover, W. A., y Gough, P. B. (1990). The simple view of reading. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 2(2), 127–160. <https://doi.org/10.1007/BF00401799>
- Huizinga, M., Dolan, C., y Van der Molen, M. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variables analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2017-2036. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010>
- Jacob, R., y Parkinson, J. (2015). The potential for school-based interventions that target executive function to improve academic achievement: A review. *Review of Educational Research*, 85(4), 512–552. <https://doi.org/10.3102/0034654314561338>
- Jurado, B., y Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17, 213-233. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010>
- Kao, K., Nayak, S., Doan, S., y Tarullo, A. (2018). Relations between parent EF and child EF: The role of socioeconomic status and parenting on executive functioning in early childhood. *American Psychological Association*, 4(2), 122-137. <https://doi.org/10.1037/tps0000154>
- Kendeu, P., van den Broek, P., Helder, A., y Karlsson, J. (2014). A cognitive view of reading comprehension: Implications for reading difficulties. *Learning Disabilities*, 29(1), 10-16. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12025>
- Kolb, B., y Whishaw, I. (2006). *Neuropsicología humana*. Editorial Médica Panamericana.
- Kuhn, M. R., y Stahl, S. A. (2003). Fluency: A review of developmental and remedial practices. *Journal of Educational Psychology*, 95, 3–21. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.95.1.3>
- Lerner, M. D., y Lonigan, C. J. (2014). Executive function among preschool children: Unitary versus distinct abilities. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 36(4), 626–639. <https://doi.org/10.1007/s10862-014-9424-3>
- Mesulam, M. M. (1990). Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory. *Annals of Neurology*, 28(5), 597-613. <https://doi.org/10.1002/ana.410280502>
- Meyer, L. (2018). The neural oscillations of speech processing and language comprehension: State of the art and emerging mechanisms. *European Journal of Neuroscience*, 48(7), 2609–2621. <https://doi.org/10.1111/ejn.13748>
- Miller, E. K., y Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Reviews in Neuroscience*, 24, 167– 202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., y Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent

- variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., Ross, S., Sears, M. R., Thomson, W. M., y Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 2693–2698. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Monette, S., Bigras, M., y Lafrenière, M. A. (2015). Structure of executive functions in typically developing kindergarteners. *Journal of Experimental Child Psychology*, 140, 120–139. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.005>
- Muijselaar, M. M., y de Jong, P. F. (2015). The effects of updating ability and knowledge of reading strategies on reading comprehension. *Learning and Individual Differences*, 43, 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.08.011>
- Nation, K., y Snowling, M. (1998). Semantic processing and the development of word recognition skills: Evidence from children with reading comprehension difficulties. *Journal of Memory and Language*, 39, 85–101. <https://doi.org/10.1006/jmla.1998.2564>
- Nigg, J. (2017). Annual research review: On the relations among self-regulation, self-control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 58(4), 361–383. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12675>
- Nouwens, S., Groen, M., Kleemans, T., y Verhoeven, L. (2021). How executive functions contribute to reading comprehension. *Educational Psychology*, 91(1), 169–192. <https://bpspsychub.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bjep.12355>
- Oakhill, J. V., Cain, K., y Bryant, P. E. (2003). The dissociation of word reading and text comprehension: Evidence from component skills. *Language and Cognitive Processes*, 18(4), 443–468. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/01690960344000008>
- Oakhill, J., y Cain, K. (2013). The precursors of reading ability in young readers: Evidence from a four-year longitudinal study. *Scientific Studies of Reading*, 16(2), 91–121. <http://dx.doi.org/10.1080/10888438.2010.529219>
- PISA (2018). Programme for international student assessment. Resultados PISA 2018. <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm>
- Perfetti, C., Landi, N., y Oakhill, J. (2005). The acquisition of reading comprehension skill. En M. J. Snowling y C. Hulme (Eds.), *The science of reading: A handbook* (pp. 227–247). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470757642.ch13>
- Perfetti, C. (2007). Reading ability: Lexical quality to comprehension. *Scientific Studies of Reading*, 11, 357–383. <https://doi.org/10.1080/10888430701530730>
- Perfetti, C. A. (2010). Decoding, vocabulary, and comprehension. The golden triangle of reading skill. En M. Kucan (Ed.), *Bringing reading research to life* (pp. 291–303). The Guilford Press.
- Petrides, M., y Pandya, D. N. (2002). Comparative cytoarchitectonic analysis of the human and the macaque ventrolateral prefrontal cortex and corticocortical connection patterns in the monkey. *The European Journal of Neuroscience*, 16(2), 291–310. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2001.02090.x>

- Poeppel, D., y Assaneo, M. F. (2020). Speech rhythms and their neural foundations. *Nature Reviews Neuroscience*, 21(6), 322–334. <https://doi.org/10.1038/s41583-020-0304-4>
- Posner, M.I., y Petersen, S.E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Reviews in Neuroscience*, 13, 25-42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Pylkkänen, L. (2020). Neural basis of basic composition: What we have learned from the red-boat studies and their extensions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1791). <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0299>
- Rhoades, B., Greenberg, M., Lanza, S., y Blair C. (2011). Demographic and familial predictors of early executive function development: Contribution of a person-centered perspective. *Journal Experimental Child Psychology*, 108(3), 638-62. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.004>
- Roldán, L.A. (2016). Inhibición y actualización en comprensión de textos: Una revisión de investigaciones. *Universitas Psychologica*, 15(2) 87-96. <https://doi.org/10.11144/Javeriana,upsy15-2.iact>
- Rosselli, M., Matute, E., y Ardila, A. (2006). Predictores neuropsicológicos de la lectura en español. *Revista de Neurología*, 42(4), 202-210. <https://doi.org/10.33588/rn.4204.2005272>
- Rosselli, M., Jurado, M., y Matute, E. (2008). Las funciones ejecutivas a través de la vida. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 23-46. https://www.researchgate.net/publication/277269838_Las_Funciones_Ejecutivas_a_traves_de_la_Vida
- Saur, D., Kreher, B. W., Schnell, S., Kümmerera, D., Kellmeyera, P., Vrya, M. S., Umarova, R., Musso, M., Glauche, V., Abel, S., Huber, W., Rijntjes, M., Hennig, J., y Weiller, C. (2008). Ventral and dorsal pathways for language. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(46), 18035–18040. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805234105>
- Schwanenflugel, P., Benjamin, R., y George, R. (2017). Lexical prosody as an aspect of oral rearing fluency. *Reading and Writing*, 30(1), 143-162. <https://doi.org/10.1007/S11145-016-9667-3>
- Segers, E., Damhuis, C. M. P., Van de Sande, E., y Verhoeven, L. (2016). Role of executive functioning and home environment in early reading development. *Learning and Individual Differences*, 49, 251–259. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.07.004>
- Sesma, H. W., Slomine, B. S., Ding, R., McCarthy, M. L., y (CHAT) Study Group. (2008). Executive functioning in the first year after pediatric traumatic brain injury. *Pediatrics*, 121(6), e1686-e1695. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-2461>
- Sesma, H. W., Mahone, E. M., Levine, T., Eason, S. H., y Cutting, L. E. (2009). The contribution of executive skills to reading comprehension. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 15(3), 232–246. <https://doi.org/10.1080/09297040802220029>
- Simpson, A., y Riggs, K. J. (2007). Under what conditions do young children have difficulty inhibiting manual actions? *Developmental Psychology*, 43(2), 417–428. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.2.417>
- Taboada Barber, A., Cartwright, K. B., Hancock, G. R., y Klauda, S. L. (2021). Beyond the simple view of reading: the role of executive functions in emergent bilinguals' and english

- monolinguals' reading comprehension. *Reading Research Quarterly*, 56(S1), S45–S64. <https://doi.org/10.1002/rrq.385>
- Tirapú-Ustarroz, J., Bausela-Herrerías, E., y Cordero-Andrés, P. (2018). Modelo de funciones ejecutivas en niños basado en metaanálisis de los análisis factoriales que hemos encontrado en los últimos 27 años. *Revista de Neurología*, 67, 215-225. <https://doi.org/10.33588/rn.6706.2017450>
- Tirapú-Ustarroz, J., Cordero-Andrés, P., y Bausela-Herrerías, E. (2018). Funciones ejecutivas en población infantil: Propuesta de una clarificación conceptual e integradora basada en resultado de análisis factoriales. *Cuadernos de Neuropsicología*, 12(3), 1-16. <https://www.redalyc.org/journal/4396/439657072003/html/>
- Tirapú-Ustarroz, J.; Cordero-Andrés, P., Luna-Lario, P., y Hernández-Goñi, P. (2017). Propuesta de un modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales. *Revista de Neurología*, 64(2), 75-84. <https://doi.org/10.33588/rn.6402.2016227>
- Tirapú-Ustarroz, J., García-Molina, A., Ríos-Lago, M., y Ardila, A. (2012). *Neuropsicología de la corteza prefrontal y funciones ejecutivas*. Viguera.
- Tirapú-Ustarroz, J., Muñoz-Céspedes, J., y Pelegrín-Valero, C (2002). Funciones ejecutivas: Necesidad de una integración conceptual. *Revista de Neurología*, 34(7), 673-685. <https://doi.org/10.33588/rn.3407.2001311>
- Tremblay, P., y Dick, A. S. (2016). Broca and Wernicke are dead, or moving past the classic model of language neurobiology. *Brain and Language*, 162, 60–71. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2016.08.004>
- Uddin, L.Q. (2021). Cognitive and behavioural flexibility: neural mechanisms and clinical considerations. *Nature Review Neuroscience*, 22, 167–179. <https://doi.org/10.1038/s41583-021-00428-w>
- Vellutino, F., Tunmer, W., Jaccard, J., y Chen, R. (2007). Components of reading ability: Multivariate evidence for a convergent skills model of reading development. *Scientific Studies of Reading*, 11(1), 3-32. <https://doi.org/10.1080/10888430709336632>
- Verhoeven, L., y Perfetti, C. (2008). Introduction: Advances in text comprehension: Model, process and development. *Applied Cognitive Psychology*, 22(3), 293–301. <https://doi.org/10.1002/acp.1417>
- Welsh, M. (2002). Developmental and clinical variations in executive function. En D. L. Molfese y V. J. Molfese (Eds.), *Developmental variations in learning applications to social, executive functions, language and reading skills* (pp. 139-185). Lawrence Erlbaum Associates.
- Welsh, M., Friedman, S., y Spieker, S. (2008). Executive functions in developing children: Current conceptualizations and questions for the future. En K. McCartney y D. Phillips (Eds.), *Blackwell handbook of early childhood development* (pp. 167-187). Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9780470757703.ch9>
- Zelazo, P., Muller, U., Frye, D., y Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, 91-119. <https://doi.org/10.1111/j.0037-976x.2003.00260.x>
- Zhang, C., Bingham, G. E., y Quinn, M. F. (2017). The associations among preschool children's growth in early reading, executive function, and invented spelling skills. *Reading and Writing*, 30, 1705–1728. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9746-0>