

EDUCACIÓN Y NEUROCIENCIAS: EL FACTOR DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS. ¿QUÉ SABEMOS? ¿QUÉ NO SABEMOS? ¿QUÉ DEBEMOS APRENDER?

Ángelo Franco Pietra Rojas* y César Lorenzo Rodríguez Uribe**

*Máster en Ciencias de la Educación. Profesor-investigador en la Fundación Elun Educa en Santiago de Chile y en la Maestría de Gestión y Liderazgo en la Universidad Marista de Guadalajara. apietra@gmail.com

**Doctor en Pedagogía. Coordinador de la Maestría en Liderazgo y Gestión Educativa en la Universidad Marista de Guadalajara. cesar.rodriguez@umg.edu.mx

Recibido: 4 de marzo 2021

Aceptado: 15 de agosto 2021

Resumen

El presente artículo tiene como propósito ofrecer pistas para el análisis, reflexión y posibles aplicaciones derivadas de la investigación científica sobre las Funciones Ejecutivas (FE). Las FE (p. ej. Memoria de Trabajo, Flexibilidad Cognitiva y Control Inhibitorio) son actividades mentales que la persona despliega, dirigidas a la construcción de conocimientos y aprendizajes para desempeñarse eficazmente en distintos contextos y son fundamentales para el éxito escolar, laboral, salud física y mental. Esta revisión intenta entregar un panorama general respecto al desarrollo de las FE en torno a las neurociencias y la educación, con el fin de que aquellos lectores que no se encuentran familiarizados, puedan actualizar sus conocimientos en este campo e identificar qué debemos entender como profesores para una mejora en el aprendizaje de los estudiantes. La evidencia obtenida hasta el momento nos

muestra que los entrenamientos por computadores, artes marciales y algunos currículos escolares mejoran el desarrollo de las FE.

Palabras clave: neurociencias, funciones ejecutivas, currículum, educación básica; aprendizaje escolar.

Abstract

The purpose of this chapter is to offer clues for analysis, reflection and possible applications derived from scientific research on Executive Functions (EF). The EFs (eg Working Memory, Cognitive Flexibility and Inhibitory Control) are mental activities that the person displays, aimed at building knowledge and learning to function effectively in different contexts and are essential for success in school, working, health physical and mental. This review attempts to provide a general overview regarding the development of EFs around neurosciences and education, so that unfamiliar readers can update their knowledge in this field and what we should understand as teachers for a improvement in student learning. The evidence obtained so far shows us that computer training, martial arts and some school curricula improve the development of FE.

Keywords: neurosciences, executive functions, curriculum, basic education, school Learning.

¿Aprender es un instinto? En efecto, aprender, al igual que muchas otras cosas que hacemos cotidianamente, es algo que nuestro cerebro hace continuamente, lo queramos o no (Ruiz-Martín, 2020). Nuestra evolución nos ha dotado de un órgano que no sólo permite relacionarlos con las cosas que nos rodean, sino que también podemos adaptar y optimizar las respuestas aprendiendo con base en nuestras experiencias. Por lo tanto, el aprendizaje ocurre en el cerebro de la persona que se encuentra aprendiendo. Este punto es central, porque en el contexto escolar, el protagonista del aprendizaje es siempre el estudiante (Ruiz-Martín, 2020), incluso más, el aprendizaje se da sin necesidad de que exista enseñanza. En lo que se refiere al trabajo en la escuela, se puede decir que la enseñanza es el método más efectivo y utilizado para que ocurra el aprendizaje, esto sucede cuando el profesor dispone de las condiciones necesarias y proporciona o facilita diversas experiencias a sus estudiantes. Sin embargo, es importante destacar que el profesor no genera el aprendizaje, sino que solamente ofrece las condiciones óptimas para que éste se produzca e incentiva a los estudiantes para que puedan alcanzarlo.

Tener éxito en la escuela o en la carrera que deseamos emprender, no sólo depende de las experiencias de aprendizaje que se ofrece a los estudiantes, sino que también se requiere de flexibilidad, autocontrol y disciplina. Para el desarrollo

de todos estos aspectos fundamentales se encuentran las Funciones Ejecutivas (FE), que incluyen la capacidad de jugar mentalmente con las ideas, dar una respuesta considerada en vez de una impulsiva, ser capaz de cambiar de rumbo o perspectivas si es necesario, o simplemente mantenerse enfocado en una tarea (Santa-Cruz & Rosas, 2017). Estas habilidades son fundamentales para el desarrollo cognitivo, social y psicológico de una persona, el éxito en la escuela, la vida e inclusive en la salud física y mental. Comienzan a emerger a edad temprana (2 años), pero no se encuentran completamente maduras hasta la edad adulta, aunque las FE en la primera infancia son altamente predictivas para el desarrollo de la vida.

Las FE consisten en una familia de habilidades centrales interrelacionadas (Control Inhibitorio, Memoria de Trabajo y Flexibilidad Cognitiva) (Diamond, 2013; Miyake, y otros, 2000), a partir de las cuales se construyen las FE de orden superior como el razonamiento, la resolución de problemas y la planificación (Collins & Koechlin, 2012). Diamond (2016), de amplia reputación en el trabajo del desarrollo de las neurociencias cognitivas, ofrece una excelente propuesta de integración de los componentes de las FE y alguno de sus constructos relacionados.

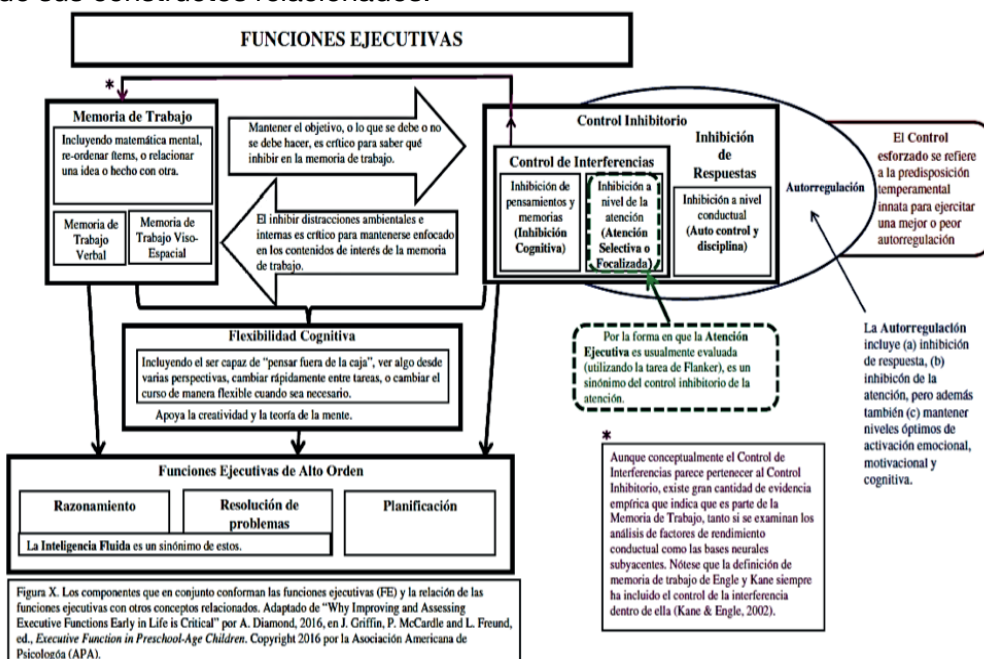


Figura 1: Los componentes que en conjunto conforman las Funciones Ejecutivas y la relación de las Funciones Ejecutivas con otros conceptos relacionados (Santa-Cruz & Rosas, 2017).

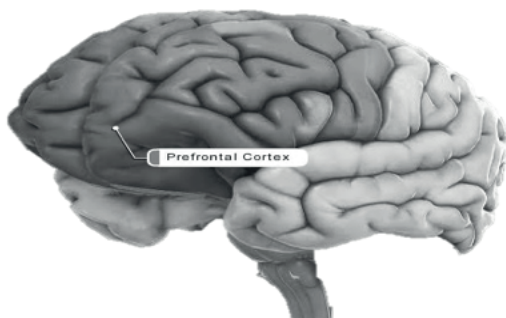


Ilustración 1: Corteza Pre-Frontal (CPF)

En términos neurobiológicos, las FE son el resultado de un largo proceso evolutivo, que comienza en el periodo perinatal, con un fuerte desarrollo durante la edad pre-escolar y alcanza su punto máximo durante la adolescencia y está apoyado en el desarrollo de la Corteza Pre-Frontal (CPF) (Santa-Cruz & Rosas, 2017), lugar del cerebro en que se alojan las funciones psicológicas superiores más importantes para un

buen funcionamiento cognitivo y social (Rueda, Posner, & Rothbart, 2005; Wiebe, y otros, 2011). La CPF corresponde a la porción más anterior del lóbulo frontal, en todas sus caras. Ocupa una gran porción de este lóbulo y del cerebro en general, siendo el área que más se ha expandido en la evolución de las especies (Rojas-Barahona, 2017).

Cuando hablamos del desarrollo de habilidades en el aula, ya sean cognitivas o sociales, estamos considerando lo que creemos indispensable que nuestros estudiantes deben aprender a lo largo de su paso por la escuela. A este lo llamamos Objetivos de Aprendizaje y/o Aprendizajes Esperados según el paradigma vigente. A su vez permiten trabajar Competencias y/o Metas de Aprendizaje y/o Capacidades. Esto es un aspecto formal que se halla en el currículo escolar y se encuentra vinculado a ciertos contenidos o materias de acuerdo a los niveles según la edad en aspectos progresivos. Sin embargo, al momento de enseñar una habilidad, o ponerla en práctica, lo que estamos realizando es que el estudiante realice una serie de procesos mentales en una situación diseñada por el profesor que permiten actuar de manera simbólica con la realidad (Loo, 2005). Por ejemplo, cuando trabajamos la habilidad de “analizar” lo que pretendemos que haga el estudiante básicamente es que identifique un elemento, establezca perspectiva de análisis, identifique cada uno de las partes que componen el elemento, los relaciona y por último los sintetiza. Esta ejecución, que se vincula con los contenidos presentados en el currículo escolar, la base para realizar cada uno de estos procesos son las FE, dado que no se pueden identificar, relacionar o sintetizar los elementos que la componen si no se encuentra prestando atención a lo que se debe hacer, adaptando posibles formas de respuesta o recordando los contenidos o conceptos anteriores que se han trabajado (Control Inhibitorio, la Flexibilidad Cognitiva o la Memoria de Trabajo).

El Control Inhibitorio implica resistir el impulso inicial o la atracción por hacer algo y, en cambio, actuar de manera más pertinente. Sin Control Inhibi-

torio estaríamos a merced de los estímulos externos, los impulsos internos o los hábitos del pensamiento que nos impulsan a realizar acciones de un lado a otro. El Control Inhibitorio nos permite elegir cómo reaccionamos y cambiar el comportamiento en lugar de ser “personas impulsivas” (Diamond, 2013). Es fundamental para evitar errores sociales o para permanecer en la sociedad civil basadas en reglas y normas para la convivencia.

La *Memoria de Trabajo* es más que tener en mente la información. Implica hacerlo mientras se realizan una o más operaciones mentales. Es necesario, por ejemplo, para reordenar los elementos que se tiene en mente o ver cómo se relacionan entre sí (Baddeley & Hitch, 1974) y también para recordar la pregunta o comentario mientras se sigue una discusión o por recordar lo que estaba a punto de hacer cuando surge algo que debe ser tratado primeramente (D’Esposito & Postle, 2015). La Memoria de Trabajo es fundamental para el razonamiento y la resolución de problemas que requieren tener mucha información en mente, explorar sus interrelaciones, y luego, quizás desarmar esas combinaciones y volver a armar los elementos de nuevas formas. Es muy necesaria para dar sentido a cualquier cosa que se desarrolle en el tiempo, ya que siempre requiere recordar lo que sucedió antes y relacionarlo con lo que está sucediendo ahora (por ejemplo, leer este texto después de tener una conversación, relacionar lo que se está leyendo con la aplicación que puede tener en sala de clases).

La *Flexibilidad Cognitiva* se refiere a la capacidad de ajustarse de manera “flexible” a las demandas o prioridades que cambian, para mirar lo mismo desde diferentes perspectivas (Allport & Wylie, 2000). Si una forma de resolver un problema no funciona, se necesita de la Flexibilidad Cognitiva para “pensar fuera de los márgenes”, es decir, para encontrar otras formas de resolver el problema o de abordarlo. Esta flexibilidad es necesaria para enfrentar los nuevos desafíos (como entrar a un nuevo trabajo por ejemplo) e imprevistos (cambio de actividades mientras se desarrolla una clase) y para aprovechar las oportunidades cuando surgen inesperadamente.

¿Qué sabemos en Neurociencias sobre las Funciones Ejecutivas aplicadas en el mundo escolar?

Las FE son predictivas en el rendimiento, la salud, el bienestar y la calidad de vida en el futuro, con mucho más certeza que el Coeficiente Intelectual (CI) o el nivel socioeconómico (Moffit y otros, 2011). Son altamente críticas para el desarrollo escolar y permiten predecir el desarrollo de la Comprensión de Lectura o las Matemáticas en los primeros niveles de escolaridad (Blair, 2002; Blair & Razza, 2007; Gathercole, Lamont & Alloway, 2006; Pietra & Rodríguez, 2019). También son predictores del éxito a lo largo de la escolaridad, desde el pre-escolar hasta la Universidad (Diamond & Ling, 2016; Diamond,

2016; Gathercole, Pickering, Knight & Stegmann, 2004; Gathercole, Lamont, & Alloway, 2006; McClelland, y otros, 2014).

Esta importancia de las FE no se detiene en la infancia (Diamond & Ling, 2016). Existe abundante evidencia de que las FE son cruciales para el éxito en la consecución y mantenimiento de un trabajo, así como para el crecimiento profesional (Bailey, 2007), hacer y mantener las amistades (Eakin, y otros, 2004), control del peso (Crescioni, y otros, 2011; Pietra, 2018), o para no transgredir la ley y convivir en sociedad (Moffit, y otros, 2011). También existe evidencia que los adultos con mejores FE son más felices y tienen una mejor calidad de vida (Moffit y otros, 2011).

La validación de intervenciones de FE tiene condiciones, para ello debemos ceñirnos estrictamente a condiciones científicas que nos permitan arrojar evidencia frente a esta temática. Para esto se siguen los parámetros propuestos por Diamond (2016), quien sugiere que, para aplicar métodos y estrategias que permitan mejorar las FE en el ámbito escolar deben considerarse los siguientes criterios: a) La evidencia tiene que ser publicada en una revista revisada entre pares; b) no puede ser únicamente correlacional porque la causalidad no puede determinarse con correlaciones; c) la evidencia no debe haber trabajado los efectos agudos (o efectos inmediatos después de realizar la actividad) porque las mejoras observadas probablemente sean transitorias; d) la evidencia debe mirar otros beneficios aparte de la mejora en la tarea definida durante la intervención, para una institución educativa es más importante saber si la mejora de una capacidad cognitiva se puede generalizar en otras tareas similares (para abarcar mayor cantidad de tareas); y e) debe tener grupos de comparación, este punto es relevante dado que sin grupo de comparación no hay forma de saber si las mejoras pueden haber ocurrido de todos modos sólo por tomar las medidas de evaluación o por una mejora normal del desarrollo de habilidades. Incluir un grupo de comparación es un requisito mínimo para cualquier intervención de las FE porque una actividad puede producir mejores resultados que ningún tratamiento simplemente por ser algo nuevo y diferente.

¿Qué sabemos hasta el momento? La evidencia más robusta respecto a la mejora de FE en estudiantes se encuentra en el trabajo en tres líneas muy importantes. La primera consiste en entrenamiento de las FE complementario al plan de estudios escolar mediante el uso de computadora y aplicaciones para celulares y Tablet. Está claro que la Memoria de Trabajo y el Razonamiento se puede mejorar en los estudiantes mediante el uso de las tecnologías, especialmente en juegos diseñados específicamente para estos (Diamond, 2012). Uno de los programas más investigados, y que se ha comprobado que tiene éxito de manera repetida, es el entrenamiento COGMED. Este consiste en ejercitar la Memoria de Trabajo y el Razonamiento (Bergman Nutley, Sö-

derqvist, Bryde, Thorell & Humphreys, 2011; Holmes, Gathercole & Dunning, 2009; Klinberg y otros, 2005), incluso aun cuando no se ha trabajado anteriormente. Este programa ha demostrado que las ganancias de las FE para las Matemática y la Lectura no son inmediatas sino que son evidentes a los 6 meses después del entrenamiento (Holmes, Gathercole & Dunning, 2009).

La segunda línea es lo que respecta a la actividad física. Muchos estudios han encontrado que el ejercicio aeróbico mejora las FE, sin embargo, en toda la evidencia se ve que las actividades que involucran los ejercicios con el desarrollo del carácter (como las artes marciales) o el desarrollo de atención plena (yoga) son las que tienen mayor impacto (Diamond & Ling, 2016). Estos efectos de ambas disciplinas se encuentran en múltiples contextos y en diferentes medidas.

Y por último, el desarrollo del currículo escolar, se ha demostrado que al insertar el trabajo de las FE en este espacio se mejora la capacidad de aprendizaje en los niños. Alguno de estos ejemplos son Montessori (Lillard & Else-Quest, 2006) y Tools of the Mind (Brodova & Leong, 2007) que comparten una serie de características en común. Los programas ayudan a los estudiantes a desarrollar sus FE y los desafía constantemente a que lo hagan; b) ayudan a reducir el estrés en el aula; c) no se avergüenza al estudiante; d) cultiva la confianza en sí mismo; e) adoptan un enfoque de aprendizaje colaborativo, activo y práctico; f) se acomoda al nivel de los estudiantes para progresar según su ritmo; g) enfatiza el lenguaje oral y escrito; y h) fomenta las habilidades sociales. Estas características también son válidas para diferentes programas que han sido diseñados como complemento al plan de estudio escolar y que sí demuestran una mejora en las FE: PATHS (Riggs, Greenberg, Kusché & Pentz, 2006) y CSRP (Raver, y otros, 2011), en ambos programas se asignan a estudiantes pre-escolares en situación de vulnerabilidad (económica y social) en la que al finalizar el año demuestran mejor desarrollo de las FE y que continúan desempeñándose mejor en las áreas de matemática y lectura durante los otros 3 años posteriores a la intervención (Raver y otros, 2011). Tanto Tools of the Mind como CSRP se encuentran destinados a ser usados en niños hasta los 6 años. Ninguno de los programas insertos en el currículo ha demostrado mejorar las FE o informa un beneficio en niños mayores de 8 años. La evidencia sostenida hasta el momento en un programa desarrollado por los autores en Lectura, Escritura y Comunicación Oral (Pietra, 2019) para estudiantes en condición de vulnerabilidad de 8 y 9 años, cuya ganancia de habilidades para la comprensión de lectura y el desarrollo de las FE se observan a los 6 meses de la intervención y especialmente en mujeres (Pietra & Rodríguez, 2019).

¿Qué no sabemos?

Está claro que las FE se pueden mejorar en todas las edades, sin embargo, no sabemos cuánto se pueden mejorar las FE. Una de las grandes interrogantes es: ¿el simple entrenamiento hace que aumenten las FE? o ¿los beneficios están estrechamente vinculados a las tareas en específico que se pueden realizar y/o sus respectivos contextos? Otra de las brechas existentes es ¿Cuánto duran los beneficios? Existe evidencia robusta de que pueden durar al menos 6 meses o 1 año, pero sabemos muy poco sobre qué esperar después de un año de la intervención. ¿Qué factores afectan la duración de los beneficios? Suponemos que el uso y desafío de las FE deben integrarse al desafío de una rutina regular o en sesiones periódicas de refuerzo, pero nadie ha mirado si estas sesiones ayudan, cuándo darlas o las frecuencias correctas de refuerzo.

¿Cuáles son los mejores métodos para mejorar las FE? ¿Están dentro del currículo escolar o fuera? Esta pregunta es muy importante para abordar, dado que se necesitan estudios dentro de las escuelas que varíen sistemáticamente la frecuencia y duración de la intervención de las FE. Hay pocos estudios hasta la fecha que aborden esta temática. Se necesitan de investigaciones que muestren diferentes actividades de intervención de las FE, como por ejemplo las deportivas que sean en solitario o no; o diferenciando el tipo de habilidades motoras, etcétera.

¿Apoyar otros aspectos de una persona como lo emocional, social o físico es clave para los beneficios? Es probable que sí, pero no lo sabemos con total certeza. Si el estrés de una persona se acumula en la vida (especialmente si no desarrollan formas para manejar el estrés) o si una persona no tiene experiencias que le brinden alegría u orgullo, se siente sola o simplemente no duerme lo suficiente, las FE de esta persona se verán afectadas incluso si una intervención las mejora temporalmente (Diamond, 2012), pero estas suposiciones deben probarse.

Hay una serie de actividades cuyos posibles beneficios vale la pena investigar en cuanto a su impacto en el desarrollo de las FE como participar en la banda de una orquesta o coro, la danza, circos juveniles o cuidado de animales (Diamond, 2010), también en deportes clásicos como el fútbol, atletismo o la natación. La clave de estas actividades se encuentra en el permanente desafío de al confianza en sí mismo y el sentimiento de pertenencia a un grupo objetivo que comparte las mismas metas. Para desarrollarlas, se necesitan horas y horas de práctica con el esfuerzo necesario para seguir mejorando.

¿Qué debemos aprender?

Claramente las FE se pueden mejorar en los estudiantes, especialmente desde los 4 años, sin especialistas e incluso sin el uso de la tecnología. Para mejorar las FE, hay que tener en cuenta que debe tener la misma efectividad que

programas que aborden la emoción y el desarrollo social. Los programas que tendrán mayor éxito en los estudiantes son aquellos que desafían continuamente las FE (Diamond & Ling, 2016). La investigación surgida hasta la fecha sugiere que las artes marciales y programas computacionales funcionan mejor en niños de 8 años en adelante, mientras que el trabajo inserto en programas de estudio curriculares han demostrado mejor eficiencia en niños hasta los 8 o 9 años (Diamond, 2016; Pietra, 2019). Es muy probable que muchas de las actividades que desarrollan las escuelas como actividades extra escolares como por ejemplo el coro, teatro, orquesta, cuidado de animales y deportes en general mejoran las FE en los estudiantes, sin embargo, a pesar de que la investigación es muy limitada al respecto, en la mayoría de las escuelas se da esta factibilidad de implementación. Esto también se encuentra en el tipo de actividades que se desarrolla al interior de la sala de clases como los juegos de roles, creación de material o presentación frente a sus compañeros.

De acuerdo a las diferentes intervenciones, programas y aproximaciones para mejorar las FE, alguna de las conclusiones que debemos tener presente de acuerdo a la evidencia obtenida son:

1. La participación de los padres siempre tiene incidencias positivas en el desarrollo de las FE en estudiantes (Rojas-Barahona, 2017), por sobre aquellas que no tienen presencia de un adulto responsable que demoran mayor cantidad de tiempo en desarrollarlas.
2. El profesor debe ser un participante activo en una intervención de FE, considerando que los estudiantes se involucran de mejor manera y se sienten más integrados en las actividades (Rojas-Barahona, 2017).
3. Las ganancias en las FE dependen estrictamente de la manera en que se llevan a cabo. En esto, influyen las características personales de quienes desarrollan intencionalmente las FE en los niños: si la persona se encuentra comprometida con el éxito y su eficacia o tiene algo que decir en la elaboración del programa, influye mucho en el resultado de la misma (Diamond, 2012; Raver, y otros, 2011).
4. Los estudiantes cuyo desarrollo de las FE es más bajo obtienen consistentemente más ganancia con un programa que mejore las FE (Holmes, Gathercole & Dunning, 2009; Klinberg, y otros, 2005), especialmente aquellos de mayor vulnerabilidad social (Diamond, 2016).
5. El entrenamiento temprano de las FE es una excelente forma para reducir la brecha existente entre el rendimiento académico y el nivel socioeconómico (Diamond, 2016).
6. Una vez iniciado el trabajo de FE en estudiantes, es conveniente continuar sistemáticamente con él, dado que una vez que se termina la práctica, los beneficios disminuyen (Klinberg, y otros, 2005).

7. El ejercicio aeróbico, o entrenamiento de resistencia, sin un componente cognitivo no produce beneficios en el desarrollo de las FE (Diamond & Ling, 2016).

A manera de resumen, contemplando las herramientas que pueden tener mayor éxito en la mejora de las FE en los estudiantes, el siguiente esquema (Figura 3) muestra un modelo hipotetizado sobre posibles intervenciones que mejoran las FE en estudiantes. En él se muestran rutas indirectas para trabajar como el juego, la felicidad, soporte emocional o generación de confianza que dan cuenta sobre esto. Pero también hay rutas directas (flecha roja) como un camino para mejorar las FE permitiendo en menor tiempo y recursos la reducción de trastornos asociados a las FE y/o la mejora de resultados en la Escuela:

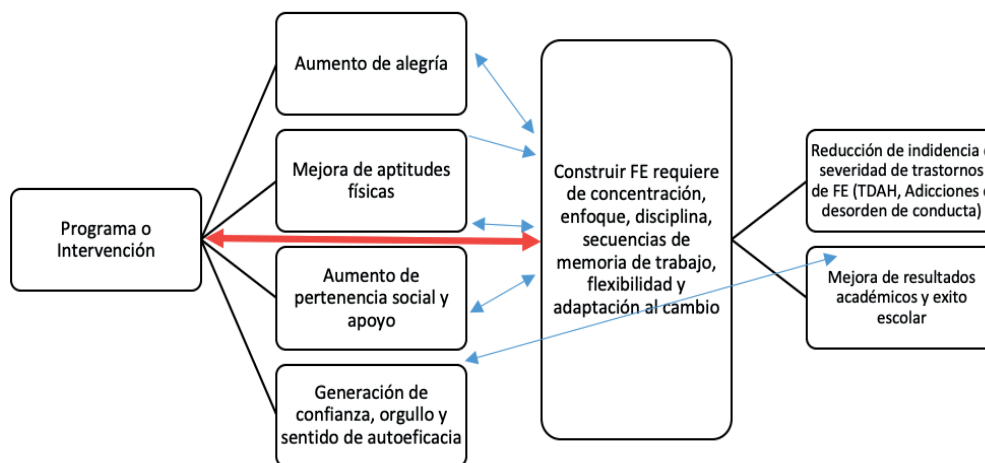


Figura 3: Esquema de desarrollo indirecto y directo de las FE.

Una de las mediaciones de las cuales poseemos evidencia directa, es la desarrollada por los autores de este estudio (Pietra & Rodríguez, 2019; Pietra, A., 2019) de carácter longitudinal durante 18 semanas que plantea la pregunta sobre los cambios que produce la atención focalizada, atención sostenida y Memoria de Trabajo al desarrollo cognitivo en la tarea escolar de la comprensión de lectura en 180 estudiantes de 7 a 9 años de alta vulnerabilidad social, contemplando 90 estudiantes del grupo experimental y 90 estudiantes del grupo control, asignados aleatoriamente y con equidad de género.

Se realizó una intervención de las FE, basados en el paradigma de Peg Dawson y Richard Guare (Dawson & Guare, 2010) para la intervención de las Funciones Ejecutivas en conjunto con la propuesta de Goldstein y

Naglieri (Goldstein & Naglieri, 2014) en la materia de Lenguaje y Comunicación, durante 18 semanas considerando un total de 4 horas semanales. La intervención del grupo experimental se basó en actividades propias de las FE insertas en los contenidos escolares al iniciar y finalizar la jornada de clases, contemplando un total de 5 minutos en cada una. Los docentes aplicaron formularios con la misma dificultad para todos los estudiantes del grupo control y mientras se progresaba en el tiempo se incrementaba el nivel de dificultad.

Los resultados indicaron una fuerte asociación de las FE (Atención y Memoria de Trabajo) en concordancia con la evidencia obtenida en otros estudios respecto a las capacidades de lectura (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, & Numtee, 2007). Estos hallazgos muestran que la adquisición, trabajo y mejoramiento de las habilidades claves para la comprensión de lectura se encuentran directamente vinculadas con las FE trabajado directamente por profesores dentro del plan de estudios.

En las mediaciones para potenciar el aprendizaje que debemos adoptar los profesores, ya sea con programas o intervenciones, directas o indirectas, hay una serie de propuestas que pueden aplicarse directamente en el aula, como algunas que ejemplificamos a continuación:

Tabla 1: Ejercicios de Memoria de Trabajo para aplicar en sala de clases (Amico, 2010).

MEMORIA DE TRABAJO	
NOMBRE DEL JUEGO	DESCRIPCIÓN
Generación de números o letras al azar	Cada niño debe dice en voz alta, en cualquier orden, números del 1 al 20 o letras del alfabeto. Cada uno debe decir una letra o número sin repetir las que hayan sido nombradas anteriormente, sin seguir ninguna serie numérica o alfabética.
Repetición en series de material verbal	Consiste en que el profesor lee en voz alta una lista de 20 palabras. Luego le pide a cada niño que repita las palabras sin repetir las que ya hayan sido expresadas por el resto de sus compañeros. Esto puede ser en orden serial o al azar.
Repetición de categorías	El profesor lee una lista de 20 palabras pidiendo a los estudiantes que golpeen la mesa cuando escuchen el nombre de un animal. Al final del ejercicio se les pide que repitan a todos los animales que hayan sido nombrados.
Correspondencia de figuras	El estudiante, apoyado con una matriz de 36 cartas (18 pares) busca las figuras idénticas emparejando adecuadamente.

Tabla 2: Ejercicios de Control Inhibitorio para aplicar en sala de clases (Tominey & McClelland, 2011).

CONTROL INHIBITORIO	
NOMBRE DEL JUEGO	DESCRIPCIÓN
Congelado	Es el principio de bailar al son de una música y se detienen cuando el profesor la apaga.
“A dormir...”	Los estudiantes simulan dormir cuando el profesor canta. Mientras se realiza el ejercicio, se pueden proponer diversas acciones cuando despierten, como por ejemplo actuar como un animal o resolver alguna suma.
Orquesta	Es la misma dinámica que un director de orquesta. Cuando el profesor mueve la varita rápido, los niños tocan el instrumento rápidamente, y viceversa, al realizarlo lentamente. Se pueden cambiar las instrucciones o acciones específicas.
Tambores	Los niños deben caminar rápido cuando el tambor suena rápido, caminar lento si se toca lento y congelarse cuando el tambor se detiene. Los profesores también pueden trabajar este ejercicio realizando pistas opuestas o con acciones específicas.

Tabla 3: Ejercicios de Atención para el trabajo en sala de clases (Healey & Halperin, 2015).

ATENCIÓN	
NOMBRE DEL JUEGO	DESCRIPCIÓN
Cópíame	Mirar una secuencia, luego repetir la secuencia de memoria
Puzles	Completar rompecabezas
Cuentas	Unir las cuentas de memoria en función de una secuencia vista anteriormente

En síntesis, cualquier programa de intervención en la Escuela, se pueden llevar a cabo en cualquier grupo curso en sala de clases. Los profesores debemos aprender y disponer de una serie de instrumentos y gama de actividades (dentro o fuera del currículo escolar) que permitan el desarrollo de las FE.

Neuromitos presentes en el espacio escolar

Desde finales del siglo XX hemos presenciado un constante interés por parte de la educación en tender puentes con las ciencias que investigan el aprendizaje. Sin

embargo, la distancia de comunicación entre los investigadores y los profesores ha provocado la aparición de una serie de mitos pseudocientíficos en las escuelas, y en especial en la proliferación de neuromitos. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) se tomó muy en serio este tema y publicó un informe en el 2002 (sí, hace 18 años) y advierte la proliferación de neuromitos relacionados con el aprendizaje de la comunidad educativa y con los crecientes riesgos que esto puede conllevar (OECD, 2002). En el año 2012 un grupo de investigadores se propuso analizar esta prevalencia en docentes (para este caso en Reino Unido y Holanda) demostrando que estos se encuentran sumamente extendidos en la comunidad de estos países (Dekker, Lee, Howard-Jones & Jolles, 2012), esto también se pudo ver en España (Ferrero, Garaizar & Vadillo, 2016).

Los inconvenientes presentes en la proliferación de neuromitos en educación son evidentes. Estos nos hacen creer que tomamos decisiones y dedicamos esfuerzos en factor de prácticas basadas en evidencia, cuando realmente esto no es así (Ruiz-Martín, 2020). Es más, resulta más complicado cuando las instituciones escolares realizan desembolsos económicos en empresas que ofrecen soluciones basadas en neuromitos lo cual, más allá de resultar indiferente, termina siendo perjudicial (Pasquinelli, 2012). Desde luego, esto no quiere decir que las prácticas educativas que cuenten con respaldo científico sean las únicas validas, sino que el interés radica en conocer cuáles son las evidencias científicas que fundamentan determinadas prácticas educativas, como las FE por ejemplo, y saber qué dice la ciencia sobre ellos.

- **Estilos de aprendizaje:** Existe la creencia que cada uno de nosotros tiene un estilo de aprendizaje distinto, como si nuestro cerebro contara con diversos mecanismos para aprender el mismo tipo de cosas (Ruiz-Martín, 2020). Ciertamente, esta idea de que el cerebro tiene formas más efectivas para aprender es muy interesante, y por cierto, tendría mucha repercusión para la educación. La evidencia obtenida hasta el momento no respalda la noción de estilos de aprendizaje (Pashler, McDaniel, Rohrer & Bjork, 2009; Coffield, Moseley, Hall & Ecclestone, 2004). En definitiva, los estudios no reflejan que tenemos estilos de aprendizajes diferentes que nos hagan mejores aprendiendo cuando recibimos la información de una u otra manera. Todos nos veremos beneficiados por las mismas estrategias, siempre y cuando nos sintamos motivados para llevarlas a cabo (Ruiz-Martín, 2020). No es que tengamos que ofrecer contenidos del currículum a los estudiantes a través de muchas vías, sino adecuar la naturaleza de éstos, utilizando las mejores formas y estrategias, para que los estudiantes construyan aprendizajes.
- **Periodos críticos y entornos enriquecidos:** Este es uno de los mitos con mayor prevalencia en las comunidades escolares. Esta concepción

se acompaña con la idea de que existen determinadas cosas que deben aprenderse durante los primeros años de vida, pues lo contrario hace perder la oportunidad para aprenderlas (Ruiz-Martín, 2020). Esta concepción nace de una mala interpretación respecto a algunas investigaciones científicas bien conocidas en el desarrollo y funcionamiento del sistema nervioso (Fuster, 2015). Esto combina la tergiversación de hallazgos claves de la neurociencias al respecto: a) capacidad del cerebro para modificar su estructura llamado neuroplasticidad; b) durante los primeros quince meses de vida, algunas regiones de la Corteza Cerebral muestra una proliferación inaudita de sinapsis, en la que a continuación se produce la poda sináptica; c) algunos circuitos neuronales necesitan de determinados estímulos para poder desarrollarse adecuadamente; y d) cuando las personas se crían en entornos ricos en estímulos, tienen mayores habilidades de aprendizaje. La clave de esta figura se encuentra en los detalles que se omiten o se sobre simplifican sus resultados.

• **Potencia cerebral:** ¿Has escuchado alguna vez que sólo empleamos el 10% de nuestro cerebro? Esto se ha atribuido incorrectamente a Albert Einstein. Sea como sea, este mito no tiene ninguna evidencia científica, al contrario, todo lo que conocemos sobre el cerebro actualmente es completamente incompatible con esta noción. Las técnicas de neuroimagen nos muestran que el cerebro se encuentra completamente activo la mayor parte del tiempo, incluso cuando dormimos (Fuster, 2009). En definitiva, este neuromito es insostenible a la luz de las evidencias.

• **Lateralidad cerebral y hemisferios dominantes:** El hecho de que las múltiples partes del cerebro trabajen conjuntamente para permitir llevar a cabo cualquier acción, nos lleva precisamente a desterrar este neuromito que es especialmente prevalente en la comunidad educativa (Ruiz-Martín, 2020). Es más, es uno de los mitos que están mayormente explotados por las empresas al servicio de propuestas educativas supuestamente basadas en el conocimiento del cerebro. Esta premisa aduce a que el hemisferio izquierdo es el responsable del pensamiento lógico, mientras que el derecho es el encargado de lo emocional. Además, se indica que las personas se pueden clasificar de acuerdo al hemisferio predominante para dar mayor facilidad a la adquisición de habilidades. De esta manera, se solapa directamente con el de los estilos de aprendizaje y no hay evidencias concluyentes respecto a este tipo de características.

La existencia de este tipo de mitos sobre el cerebro y el aprendizaje nos obliga a los profesores a advertir la necesidad de ser muy cautos con la información que nos llega a través de los medios de comunicación, conferencias, cursos y empresas de soluciones educativas. Tal como es la intención central

de este escrito, los hallazgos científicos en este campo debe acompañarse de prudencia y que no es nada de sencillo como pueda parecer (Ruiz-Martín, 2020).

Bibliografía

- Allport, A. & Wylie, G. (2000). Task switching, stimulus-response bindings, and negative priming. En S. Monsell, & J. Driver, *Control of Cognitive Processes: Attention and Performance XVII* (pp. 35-70). Cambridge: MIT Press.
- Amico, A. (2010). The assessment and training of working memory for prevention and early intervention in case of reading, writing and arithmetical difficulties in children. En E. Levin, *Working memory: capacity, developments and improvements techniques* (págs. 201-242). NY: Nova Sciencers Publishers.
- Baddeley, A. & Hitch, G. (1974). *Working Memory: In Bower GA. The psychology of learning and cognition*. New York: Academic Press.
- Bailey, C. (2007). Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1118, 122-141. doi:10.1196/annals.1412.011
- Bergman Nutley, S., Söderqvist, S., Bryde, L., Thorell, L. & Humphreys, K. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Dev. Sci.*, 14, 591-601. doi:10.1111/j.1467-7687.2010.01022.x
- Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American psychologist*, 57(2), 111.
- & Razza, R. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Dev.*, 78(3), 647-663.
- Brodova, E. & Leong, D. (2007). *Tools of the Mind: The Vygotskian approach to early childhood education* (Segunda ed.). Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E. & Ecclestone, K. (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review. *Learning and Skills Research Centre*.
- Collins, A. & Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning, and creativity: frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biol*, 10(3), e1001293. doi:http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.1001293.
- Crescioni, A., Ehrlinger, J., Alquist, J., Conlon, K., Baumeister, R., Schatschneider, C. & Dutton, G. (2011). High trait self-control predicts positive health behaviors and success in weight loss. *Health Psychol*, 750-759.
- Dawson, P. & Guare, R. (2010). *Executive Skills in Children and Adolescents. A Practical Guide to Assessment and Intervention* (Segunda ed.). New York: The Guilford Press.

- Dekker, D., Lee, N., Howard-Jones, P. & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology, 3*, 1-8.
- D'Esposito, M. & Postle, B. (2015). The cognitive neuroscience of working memory. *Ann. Rev. Psychol, 66*, 114-140.
- Diamond, A. (2010). The evidence base for improving school outcomes by addressing the whole child and by addressing skills and attitudes, not just content. *Early Educ. Dev, 21*, 780-793. doi:http://dx.doi.org/10.1080/10409289.2010.514522
- (2012). Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions. *Psychological Science, 21*(5), 335-341.
 - (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology, 64*(1), 135-168.
 - (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical. En P. Griffin, P. McCardle & L. Freund, *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research* (pp. 11-43). American Psychological Association.
 - & Ling, D. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience, 18*, 34-48. doi:https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005
- Eakin, L., Minde, K., Hechtman, L., Ochs, E., Krane, E., Bouffard, R. & Looper, K. (2004). The marital and family functioning of adults with ADHD and their spouses. *Journal of Attention Disorders, 8*, 1-10. doi:10.1177/108705470400800101
- Ericsson, K. & Towne, T. (2010). Expertise Wiley Interdisciplinary Reviews. *Cog. Sci, 1*, 404-416. doi:10.1002/wcs.47
- , Nandagopal, K., Roring & R. (2009). Toward a science of exceptional achievement: attaining superior performance through deliberate practice. *Ann. N.Y. Acad. Sci, 1172*, 199-217. doi:10.1196/annals.1393.001
- Escobar, P., Rosas, R., Ceric, F., Aparicio, A., P, A., Arroyo, R. & Urzúa, D. (2018). The role of executive functions in the relation between socioeconomic level and the development of reading and maths skills. *Cultura y Educación, 30*(2), 368-392.
- Ferrero, M., Garaizar, P. & Vadillo, M. (2016). Neuromyths in education: Prevalence among Spanish teachers and an exploration of cross-cultural variation. *Frontiers in Human Neuroscience, 10*, 496.
- Fuster, J. (2009). Cortex and memory: Emergence of a new paradigm. *Journal of Cognitive Neuroscience, 20*47-2072.
- (2015). *The prefrontal cortex*. London: Académic Press.
- Gathercole, S., Lamont, E. & Alloway, T. (2006). Working memory in the classroom. En S. Pickering, *Working memory and education* (págs. 220-238). Boston: Academic Press.

- , Pickering, S., Knight, C. & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: evidence from National Curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Appl. Cog. Psychol*, 8, 1-16. doi:http://dx.doi.org/10.1002/acp.934.
- Geary, D., Hoard, M., Byrd-Craven, J., Nugent, L. & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanism underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Dev*, 78(4), 1343-1359.
- Goldstein, S. & Naglieri, J. (2014). *Handbook of Executive Functioning*. New York: Springer.
- Healey, D. & Halperin, J. (2015). Enhancing neurobehavioral gains with the aid of games and exercise (ENGAGE): initial open trial of novel early intervention fostering the development preschoolers self-regulation. *Child Neuropsychology*, 21(4), 465-480.
- Holmes, J., Gathercole, S. & Dunning, D. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Development Science*, 12(4), 9-15.
- Hughes, C. & Ensor, R. (2008). Does executive function matter for preschoolers' problem behaviors? *Journal of abnormal child psychology*, 36(1), 1-14.
- Klinberg, T., Fernell, E., Olesen, P., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahstrom, K. & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-186.
- Lillard, A. & Else-Quest, N. (2006). The early years: Evaluating Montessori Education. *Science*, 313, 1893-1894.
- Loo, C. (2005). *Enseñar a Aprender. Desarrollo de Capacidades-Destrezas en el Aula*. Santiago: Arrayán.
- Mackey, A., Hill, S., Stone, D. & Bunge, S. (2011). Differential effects of reasoning and speed training in children. *Developmental Science*, 14, 582-590.
- McClelland, M., Cameron, C., Duncan, R., Bowles, R., Acock, A., Miao, A. & Pratt, M. (2014). Predictors of early growth in academic achievement: The head-toes-knees-shoulders task. *Frontiers in psychology*, 5.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howeter, A., Wager & T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe task: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
- Moffitt, A., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R., Harrington, H. & 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, 2693-2698. doi:10.1073/pnas.1010076108
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2002). *Understanding the brain: Towards a new learning science*. OECD.

- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D. & Bjork, R. (2009). Learning styles; Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3), 105-119.
- Pasquinelli, E. (2012). Neuromyths: why do they exist and persist? *Mind, Brain, and Education*, 6(2), 89-96.
- Pietra, A. (2018). Un mayor índice de masa corporal (IMC) se asocia con un déficit de memoria de trabajo en niños. *Paideia*, 63, 145-162.
- (2019). El desarrollo de la Atención, Memoria de Trabajo y Control Inhibitorio y su vinculación en el currículum escolar para estudiantes de enseñanza básica en contextos de vulnerabilidad. Zapopan, Jalisco, Mexico: Universidad Marista de Guadalajara.
- & Rodríguez, C. (2019). La Atención, una herramienta para el desarrollo de habilidades de comprensión lectora en el currículum escolar de Chile. En L. Lira, *Experiencias de Investigación Multidisciplinar* (pp. 503-528). Zapopan: Fondo Editorial Universitario.
- Raver, C., Jones, S., Li-Grining, C., Zhai, F., Bub, K. & Pressler, E. (2011). CSRP's impact on low-income preschoolers' pre-academic skills: Self-regulation as a mediating mechanism. *Child Development*, 82, 362-378.
- Riggs, N., Greenberg, M., Kusché, C. & Pentz, M. (2006). The mediational role of neurocognition in the behavioral outcomes of a social-emotional prevention program in elementary school students: Effects of the PATHS curriculum. *Prevention Science*, 7(1), 91-102.
- Rojas-Barahona, C. (2017). *Funciones Ejecutivas y Educación. Comprendiendo habilidades clave para el aprendizaje*. Santiago: Ediciones UC.
- Rueda, M., Posner, M. & Rothbart, M. (2005). The development of executive attention: contributions to the emergence of self-regulation. *Dev. Neuropsychol*, 28(2), 573-594.
- Ruiz-Martín, H. (2020). *Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza*. Barcelona: Graó.
- Santa-Cruz, C. & Rosas, R. (2017). Mapping of Executive Functions. *Studies in Psychology*. doi:10.1080/02109395.2017.1311459
- Tenorio, M., Arango, P., Aparicio, A. & Rosas, R. (2014). TENI: A comprehensive battery for cognitive assesment based on games and technology. *Child Neuropsychology*, 22(3), 276-291. doi:10.1080/09297049.2014.977241
- Thorell, L., Lindqvist, S., Bergman, N., Bohlin, G. & Klinberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Dev. Sci.*, 12, 106-113. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x
- Tominey, S. & McClelland, M. (2011). Red light, purple light: findings from randomized trial using circle time games to improve behavioral self-regulation in preeschool. *Early Education Development*, 22(3), 489-519.
- Wiebe, S., Sheffield, T., Nelson, J., Clark, C., Chevalier, N. & Espy, K. (2011). The structure of executive function in 3 year old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 436-452.