

---

# Unidad y Diversidad de las Funciones Ejecutivas: El modelo de variables latentes de Miyake, Emerson y Friedman (2000) y Friedman y Miyake (2017)

***Unidad y Diversidad de las Funciones Ejecutivas: El modelo de variables latentes de Miyake, Emerson y Friedman (2000) y Friedman y Miyake (2017)***

***Unidade e diversidade das funções executivas: o modelo de variáveis latentes de Miyake, Emerson e Friedman (2000) e Friedman e Miyake (2017)***

---

RECIBIDO: 02 julio 2021

ACEPTADO: 15 septiembre 2021

David Quebradas <sup>a</sup>

Gabriel Arteaga <sup>b</sup>

a. Instituto de Psicología. Universidad del Valle, Cali-Colombia. <https://orcid.org/0000-0003-4278-5945> b. Instituto de Psicología, Universidad del Valle. Grupo de Investigación Clínica en Psicología, Neuropsicología y Neuropsiquiatría. Universidad del Valle, Cali-Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-3613-1059>

## RESUMEN

**Palabras Clave:** Funciones Ejecutivas (FEs), Inhibición, Actualización, Cambio, Variables Latentes, Corteza Prefrontal.

**Keywords:** Executive Functions (EFs), Inhibition, Updating, Shifting, Latent variables, Prefrontal Cortex.

**Palavras-chave:** Funções executivas (FEs), Inibição, Atualização, Flexibilidade Cognitiva, Variáveis Latentes, Córtex Pré-frontal.

Definir y evaluar las funciones ejecutivas (FEs) sigue siendo un problema. Su apariencia unitaria en determinados contextos y su diversidad en otros genera dudas sobre su definición, su operacionalización, su medición y estudio, cuestionando la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos a través de la evaluación neuropsicológica de las FEs. El *Modelo de Variables Latentes* de las FEs de Miyake et al. (2000) y Friedman y Miyake (2017) es una propuesta metodológica valiosa para resolver el problema presente. El modelo ha permitido explicar el patrón unitario y diverso de las FEs, desde su primera propuesta donde señalaba la *Inhibición, Actualización y Cambio* a nivel de variables latentes, hasta el modelo actual que resalta un *Factor Común de la Funciones Ejecutivas* y dos Factores Específicos *-Actualización y Cambio-*. Además, ha sido útil para responder los problemas conceptuales y de medida de las FEs (Miyake, A, Emerson, M. J y Friedman, N.P., 2000). El objetivo del presente texto es presentar de manera breve la propuesta de variables latentes de las FEs de Miyake et al. (2000) y de Friedman y Miyake (2017) para resolver el problema de la definición y evaluación de las FEs.

## ABSTRACT

**Correspondencia:** César Argumedos De la Ossa. Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367– Cuiabá-MT. Instituto de educación. Programa de posgraduación en Psicología (PPGpsi-UFMT). Email: [cargumedod@gmail.com](mailto:cargumedod@gmail.com)



Defining and assessing executive functions (EFs) remains unresolved. Their unitary appearance in certain contexts and their diversity in others raises doubts about their definition, their operationalization, their measurement, and study, putting into question the validity and reliability of the results obtained through the neuropsychological assessment of EFs. The Latent Variables Model of EFs by Miyake et al. (2000) and Friedman and Miyake (2017) is a valuable methodological proposal to solve the present problem. The model has allowed explaining the unitary and diverse pattern of EFs. From its first proposal where it pointed out *Inhibition, Updating and Shifting* at the latent variable level, to the current model that remarks a *Common Factor of the EFs* and two Specific Factors -*Updating and Shifting*-. In addition, it has been useful both in answering conceptual and measurement problems of EFs (Miyake, A, Emerson, M. J and Friedman, N.P., 2000). The aim of the present text is to briefly present the proposal of latent variables of EFs by Miyake et al. (2000) and Friedman and Miyake (2017) to solve the definition and assessment problem of EFs.

## RESUMO

Definir e avaliar as funções executivas (FEs) segue sendo um problema. Sua aparição unitária em determinados contextos e sua diversidade em outros gera dúvidas sobre sua definição, sua operacionalização, sua medição e estudo, questionando a validade e confiabilidade dos resultados obtidos através da avaliação neuropsicológica das FEs. O Modelo de Variáveis Latentes das FEs de Miyake et al. (2000) e Friedman e Miyake (2017) é uma proposta metodológica valiosa para resolver o problema presente. O modelo tem permitido explicar o padrão unitário e diverso das FEs, desde a sua primeira proposta onde sinalizava a Inibição, Atualização e Flexibilidade Cognitiva\* a nível de variáveis latentes, até o modelo atual que resalta um Fator Comum das Funções Executivas e dos Fatores Específicos – Atualização e Flexibilidade . Além disso, tem sido útil para responder os problemas conceituais e de medida das FEs (Miyake, A, Emerson, M. J e Friedman, N.P., 2000). O objetivo do presente texto é apresentar de maneira breve a proposta de variáveis latentes das FEs de Miyake et al. (2000) e de Friedman e Miyake (2017) para resolver o problema da definição e avaliação das FEs.

## Introducción

"Las funciones ejecutivas (FEs) son procesos cognitivos de alto nivel, a menudo asociados con los lóbulos frontales, que controlan los procesos de nivel inferior al servicio de la conducta dirigida a metas. Incluyen habilidades como la inhibición de la respuesta, el control de la interferencia, la actualización de la memoria de trabajo, y el cambio entre tareas. Las FEs muestran un patrón general de funciones compartidas pero distintas, un patrón descrito como "unidad y diversidad". (Friedman y Miyake, 2017)

Muriel Lezak definió como Funciones Ejecutivas "aquellas capacidades que permiten a una persona involucrarse exitosamente en un comportamiento independiente, con propósito y beneficio propio" (Lezak, M. 1995, p. 42). Como consecuencia, durante mucho tiempo, cada proceso que parecía ser un proceso altamente cognitivo e involucrado en un comportamiento dirigido a una meta fue considerado una FE; la planificación, la anticipación, la flexibilidad, el control inhibitorio, la resolución de problemas, la memoria de trabajo, la toma de decisiones y así sucesivamente, fueron ejemplos de ello (Goldman-Rakic, P. S., 1996, Fuster, J., 2001, Miller, y Cohen, 2001, Koechlin y Summerfield, 2007).

La definición de los FEs fue demasiado amplia, lo que generó muchas ideas erróneas sobre las FEs. Por ejemplo, una de las mayores ideas erróneas fue que las FEs fueron entendidas como un sinónimo de las funciones del lóbulo frontal. No obstante, la inconmensurabilidad fue evidente cuando las funciones ejecutivas como la anticipación, la iniciación, la planificación, el cambio de tareas, el ajuste de comportamientos y la toma de decisiones no lograron reducirse sólo a los lóbulos frontales, menos a una parte concreta como la corteza frontal dorsolateral (Stuss y Alexander, 2007, Stuss, D., 2011, Damasio, A., 1994, Bechara et al. 1994, 1997, Goldberg. E., 2009). Por fortuna, las investigaciones citadas demostraron que ambos términos no eran verdaderamente intercambiables debido a que las FEs sólo describían una parte de las funciones relacionadas con los lóbulos frontales, señalando también que, la participación de otras estructuras posteriores del cerebro es importante para la buena actividad de las denominadas FEs.

No obstante, nadie pudo imaginar lo fácil que sería el surgimiento de tantas confusiones entre las Funciones del Lóbulo Frontal y las FEs o el Síndrome del Lóbulo Frontal y la Disfunción Ejecutiva. Desde la definición del *Síndrome Disejecutivo* hecha por Baddeley en 1986 (Baddeley, A. D. 1986, Baddeley y Wilson, 1988), el deterioro de la capacidad de perseguir un objetivo, mantener la atención, inhibir comportamientos automáticos y poco adaptativos, planificar el futuro y guiar nuestras acciones de manera adaptativa, ha sido reducido a las funciones de los lóbulos frontales y ha vuelto ser distribuido a lo largo de distintas cortezas, ha sido explicado por el mal funcionamiento de la memoria de trabajo y también por la afectación de distintos procesos. Actualmente, los problemas conceptuales mencionados parecen estar resueltos, pero el problema de la definición de algunos atributos -*unidad y diversidad*- y la medición -*validez y confiabilidad*- de las FEs parece que todavía no están resueltos por completo (Miyake, A, Emerson, M. J. y Friedman, N.P., 2000, Anderson, V., Jacobs R. y Anderson, P. J., 2008, Karr, J. E. et al. 2018).

La mayor parte del trabajo que se ha realizado en las últimas décadas en relación con las FEs se centra en estudios de pacientes con disfunciones cerebrales, debidas diferentes tipos de etiología de daño cerebral, que afectan particularmente los lóbulos frontales; desde pacientes con lesiones en las cortezas frontales hasta enfermedades neurodegenerativas (Stuss y Alexander, 2000, Petrides, M., 2005, Bechara & Damasio, 2005, Gleichgerrcht, E. et al 2010, Kertesz, A., 2011, Ibañez y Manes, 2012, Ossenkopppele R. et al. 2015, Karr, J. E. et al. 2018, Baez, S. et 2019). Caso contrario, el trabajo realizado por Miyake y Friedman se ha enfocado en estudios de diferencias individuales de sujetos normales, buscando comprender la organización de las FEs y resolver dos preguntas fundamentales ¿Cómo y qué procesos cognitivos superiores controlan y regulan los diferentes procesos cognitivos básicos para llevar a cabo conductas dirigidas a metas de manera exitosa? (Miyake et al. 2000, 2012, Friedman et al. 2004, 2006, 2008, 2011, 2017)

El marco de trabajo de Miyake y Friedman no ha sido el marco regular para estudiar las FEs. En su primera propuesta en el 2000, en lugar de estudiar las FEs centrados en las *variables manifiestas*<sup>1</sup> como la predicción, planificación, categorización y resolución de problemas, optaron por centrarse en tres FEs frecuentemente descritas en la literatura de neuropsicología: "a) cambio entre tareas o sets mentales, b) actualización y supervisión de las representaciones de la memoria de trabajo, y c) inhibición de las respuestas dominantes o automáticas" (Miyake, A. et al., 2000, p54)<sup>2</sup>. Señalando, que Miyake et al. (2000) decidieron estudiar estas tres FEs a nivel de *variables latentes*, lo que significó utilizar un método estadístico para extraer lo que era común entre las tareas seleccionadas para evaluar estas tres FEs. Todo esto para examinar la unidad y diversidad de las FEs con la ayuda del análisis de variables latentes (VL) y comprender cómo el cambio de tareas y sets mentales (*Shifting*), la actualización (*Updating*), e inhibición (*Inhibition*) contribuían al desempeño en distintas tareas de FEs y cómo se podía separar cada una de estas variables de las demás.

## Los Problemas Conceptuales y de Medida de las Funciones Ejecutivas

Una definición precisa de las FEs es lo que siempre se ha reclamado desde la primera definición de Lezak (1995), pero en cambio lo que se ha obtenido son un conjunto de propuestas que buscan integrar todos los modelos en uno (Anderson, V., Jacobs R. y Anderson, P. J., 2008, Tirapu, J., García, A., Ríos, M. y Ardila, A., 2011). Los intentos por tener "una" teoría de las FEs sólo ha terminado en una especie archivo comprimido de FEs. En la medida, que la dificultad de construir una teoría coherente de FEs no es menor, pues como ya habían señalado Miyake et al. (2000): 1) Muchas definiciones tienden a señalar una larga lista de subfunciones que constituirían las FEs -inhibición, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva, cambio de tarea, anticipación, planeación, memoria de trabajo etc.-, 2) Es frecuente el uso de diferentes términos para la misma función (i.e. Flexibilidad Cognitiva/Cambio de Tarea), o un mismo termino para dos funciones distintas (i.e. Inhibición: Inhibición de respuestas automáticas e inhibición de información irrelevante), y 3) No hay un consenso sobre el carácter unitario o diverso de las FEs, es decir si este es un constructo general que abarca subfunciones (planeación, anticipación, secuenciación, cambio de tarea, etc.) o son funciones distintas e independientes (Miller y Cohen, 2001, Burgess y Simons, 2005, Tirapu, J. et al. 2011).

---

<sup>1</sup> En contraposición a las variables latentes (no observables, sino inferidas a través de modelos estadísticos), las variables manifiestas son variables observables que en principio se pueden medir directamente y a partir de tareas individuales.

<sup>2</sup> "(a) shifting between tasks or mental sets, (b) updating and monitoring of working memory representations, and (c) inhibition of dominant or prepotent responses" (Miyake, A et al., 2000, p54).

Pero los problemas alrededor de las FEs no son sólo de carácter conceptual, esto sin duda trae consecuencias graves sobre la medición de las FEs. Aunque en la práctica clínica pareciera que las FEs se pudieran evaluar con un conjunto de tareas como el Test de Selección de Tarjetas del Wisconsin (WCST por sus siglas en inglés), la Torre de Hanoi o la Torre de Londres, el Test del Trazo (particularmente la parte B), y otras medidas de fluidez, existe un fuerte cuestionamiento por la falta de precisión que tienen todas estas tareas para medir lo que dicen medir.

Las tareas para evaluar las FEs o tareas frontales como se les conoció en algún momento, por lo menos al WCST y a las Torres de Hanoi y de London (Kolb y Whishaw, 1996, Shallice, 1988, Shallice, T. y Burgess, P. W. 1991, Simon, 1975), siempre han tenido una debilidad respecto a su validez de constructo. Primero, porque gran parte de lo que pretendían evaluar no dependían enteramente del buen funcionamiento de los lóbulos frontales, y segundo, estas tareas nunca han tenido las características para evaluar una función ejecutiva de manera exclusiva. El desempeño en estas tareas depende tanto de procesos cognitivos superiores como de procesos cognitivos no ejecutivos (Como la percepción visual, componentes motores, etc.).

Además, se debe señalar que adicional al problema de validez de constructo, la baja confiabilidad de las tareas en sí misma es otro obstáculo más en la medición de las FEs. El desempeño en tareas de FEs puede variar debido a que los sujetos que presentan la misma tarea pueden adoptar una estrategia distinta. Sin mencionar, que la pérdida de la novedad debido al proceso de aprendizaje de la tarea puede afectar el desempeño y disminuir la sensibilidad de esta para evaluar el funcionamiento de los procesos cognitivos superiores (Miyake et al. 2000)

Qué son las FEs y qué tareas deberían usarse para ser evaluadas, son problemas que tienen su origen desde los inicios de la investigación sobre el funcionamiento de los lóbulos frontales y la comprensión FEs. La propuesta de Miyake et al. (2000) y Friedman y Miyake (2017), en la que los autores tratan de enfrentar tanto los inconvenientes de validez de constructo, falta de especificidad y baja confiabilidad de las tareas de FEs, es sin duda un camino (metodológico) sencillo y claro para brindar distintas respuestas provisionales a estas dos preguntas.

### **El Modelo de Variables Latentes de Miyake et al. (2000): Cambio, Actualización e Inhibición**

Como se ha visto hasta el momento, la definición de las FEs no ha sido nada fácil, sus características compartidas y sus diferencias han hecho que su operacionalización sea bastante compleja. Las FEs como la anticipación, la planeación y la resolución de problemas, requieren un conjunto de procesos cognitivos ejecutivos y no ejecutivos, que pueden verse afectados de manera específica o general. Estas funciones cognitivas de alto nivel presentan una gran dificultad para ser operacionalizadas de manera precisa, sin contar que no hay una tarea específica que pueda evaluarlas sin evitar el ruido de los procesos no ejecutivos (Impureza de las Tareas). Por esta razón, Miyake et al. (2000) decidieron escoger las funciones de *cambio*, *actualización* e *inhibición*; teniendo presente también, que hay un buen número de tareas simples que pueden medir de manera precisa cada una de estas tres FEs, y tareas convencionales de FEs en las que también pueden ser observadas y medidas. Es bien conocido, que la WCST permite evaluar el *cambio* de tarea y set mental (la capacidad de cambiar de un principio de clasificación a otro -Color, Forma, Número-) tanto como la capacidad de *inhibición* de respuestas inapropiadas. Ahora bien, de acuerdo con los autores el *Cambio* debe ser entendido como la capacidad de desvincular los procesos cognitivos de una tarea irrelevante y dirigirlos hacia una tarea importante, no sólo como la capacidad de ir de una tarea a otra, o la habilidad del alternar la atención. Por otra parte, la actualización y supervisión de las representaciones de la memoria de trabajo (*Actualización*), que es asociada estrechamente con la memoria de trabajo, debe entenderse como una función que requiere codificación y la supervisión de la información nueva que es relevante para la tarea que se lleva a cabo; lo que implica más que sostener información de manera pasiva, un proceso activo de comparación y clasificación de información que identifica qué información es relevante o no (*Temporal Tagging*) en virtud de la tarea (Miyake et al., 2000). Por último, la *Inhibición* debe ser entendida como la inhibición deliberada de respuestas dominantes, automáticas o condicionadas cuando es necesario, y no como inhibición de información irrelevante. Un ejemplo de esto de acuerdo con los autores, es la inhibición que se lleva a cabo en una tarea como la Tarea de Colores de Stroop, en la que los sujetos necesitan inhibir la tendencia automática y dominante de la lectura de palabras para nombrar el color de las letras.

Ahora bien, teniendo presente estas definiciones de *Cambio*, *Actualización* e *Inhibición*, los autores seleccionaron un conjunto de tareas sencillas que cumplieran con las características necesarias para evaluar estas funciones ejecutivas, evitando tanto los problemas de impureza de la tarea, validez de constructo, como los problemas de baja confiabilidad. De

este modo, se utilizaron tareas relativamente simples que midieran de manera exclusiva las FEs ejecutivas elegidas, tareas en la que era evidente la naturaleza de los procesos implicados en el desempeño de los sujetos, y en las que la confiabilidad de los resultados no se viera tan afectada por las diferentes estrategias de resolución que pudiera adoptar un participante (ver imagen 1).

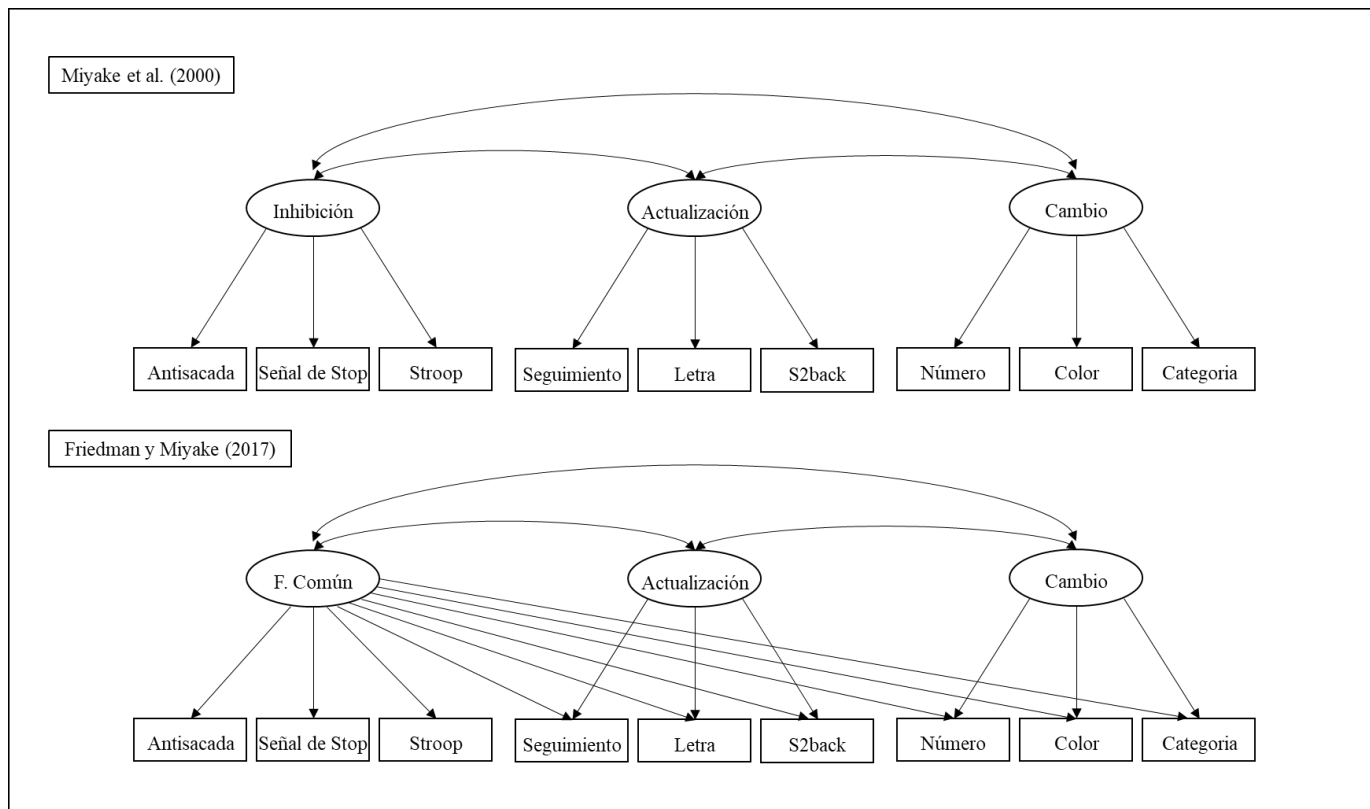
Descripciones de las nueve tareas utilizadas en el análisis de variables latentes.	
Tarea	Descripción
<b>Tareas de “Cambio” (“Shifting” Tasks)</b>	
Tarea de Más-Menos	Los participantes realizaron operaciones matemáticas sencillas en tres listas de números de dos dígitos. Añadían 3 a cada número de una lista, restaban 3 en una segunda lista y alternaban entre la suma y la resta de 3 en la tercera lista
Tarea de Número-Letras	A los participantes se les presentó un número y una letra emparejados y alternaron entre categorizar el número como par o impar y categorizar la letra como consonante o vocal
Tarea Local-Global	A los participantes se les presentó en cada ensayo una figura geométrica (por ejemplo, un cuadrado) en la que las "líneas" estaban formadas por pequeñas figuras (por ejemplo, triángulos). Su tarea consistía en alternar entre nombrar el número de líneas en la figura global o la de las figuras locales, más pequeñas; dependiendo del color de las figuras (Azul-Global/Negro-Local).
<b>Tareas de “Actualización”</b>	
Tarea de Seguimiento (Keep Track Task)	Se presentó a los participantes una serie de palabras y se les pidió que recordaran las últimas palabras que pertenecían a las categorías objetivo (por ejemplo, el último animal, el último metal) cuando terminara la presentación.
Tarea de Vigilancia de Tonos	A los participantes se les presentó una serie de tonos que eran de tono alto, medio o bajo. Se les instruyó para que llevaran las cuentas mentales para los tres tipos de tonos, y presionaran un botón apropiado cuando se presentara el cuarto tono de cada tono en particular.
Tarea de Memoria de Letras	A los participantes se les presentó una serie de letras de longitud variable al azar y se les pidió que recordaran las últimas cuatro letras presentadas en cada serie.
<b>Tareas de “Inhibición”</b>	
Tarea de Stroop	A los participantes se les presentaron palabras de colores impresas en diferentes colores (por ejemplo, AZUL en color rojo). Posteriormente se les instruyó para que nombraran el color de las palabras presentadas lo más rápido posible y no la palabra escrita.
Tarea de Antisacada	Los participantes vieron un punto de fijación, seguido de una señal visual en un lado del monitor de la computadora. A continuación se presentó brevemente un estímulo objetivo (una flecha que apunta en una dirección determinada) en el lado opuesto del monitor, y se pidió a los participantes que informaran de la dirección de la flecha presentada. Esta secuencia de presentaciones se produjo con bastante rapidez, y los participantes tuvieron que inhibir la tendencia natural a mirar la señal visual.
Tarea de Señal de Parada (Stop-Signal Task)	Los participantes fueron entrenados primero para categorizar rápidamente las palabras presentadas en la pantalla de la computadora. Luego, después del entrenamiento, se instruyó a los participantes para que siguieran realizando la categorización pero que no respondieran cuando se presentara un tono emitido por la computadora.

**Imagen 1.** Tomada de Miyake, A., Emerson, M. J., y Friedman, N. P. (2000). Para mayor detalle de las tareas ver Miyake et al. (2000)

## El Modelo de Variables Latentes de Friedman y Miyake (2017): Un Factor Común de las Funciones Ejecutivas y dos Factores Específicos -Actualización y Cambio-

Algo que se debe señalar acerca de los modelos de VL de Friedman y Miyake (2000 y 2017) es que son, en primera medida, modelos descriptivos que permiten agrupar las tareas con las que se pretende evaluar las FEs a partir de factores como *cambio*, *actualización* e *inhibición*; señalando que este último factor será reemplazado por un *factor común de las FEs* (ver imagen 2). Factor común que será entendido como la capacidad de identificar un objetivo, mantener la representación de ese objetivo e implementar los ajustes necesarios, a partir de las claves que pueda ofrecer el medio y los sesgos del propio objetivo, para conseguir la meta propuesta. De ahí, que este último sea entendido como algo más que memoria a corto plazo o memoria de trabajo, puesto que no es sólo el mantenimiento del objetivo, sino también la evocación e implementación del objetivo propuesto en el momento adecuado para direccionar el comportamiento (Friedman y Miyake, 2017); un factor común que al igual que cualquier otra habilidad específica, refleja diferencias individuales (Friedman et al., 2008; Gustavson, Miyake, Hewitt, y Friedman, 2015; Miyake y Friedman, 2012)

Cabe señalar, que el cambio de los autores respecto a un factor específico de inhibición de las FEs, se dio progresivamente desde la propuesta de un factor común de las FEs heredable, genético, que explicaba las diferencias individuales de las FEs, hasta la dificultad que tuvieron para extraer este factor de inhibición de manera específica de múltiples conjuntos de datos de tareas de FEs (Friedman et al. 2008, Friedman et al. 2011, Friedman y Miyake, 2017, Miyake y Friedman, 2012). Pese a que algunos autores como Valian (2015) hayan considerado que la inhibición es el factor común de las FEs, Friedman y Miyake (2017) consideran actualmente que la demanda que todas las tareas de FEs comparten, es *la capacidad de mantener e*



**Imagen 2.** Modelo de tres factores de las FEs de Miyake et al. (2000). Primer modelo de variables latentes constituido por la *Inhibición*, *Actualización* y *Cambio*. Modelo de Anidamiento de las FEs Friedman y Miyake (2017). Actualización del primer modelo donde se considera: 1) un Factor Común de las FEs, que explicaría el carácter unitario de las FEs, y 2) dos factores específicos -Factor específico de Actualización y un Factor específico de Cambio- que explicarían el carácter diverso de las FEs. Cabe señalar que existen otras propuestas de la estructura del modelo de Miyake et al. (2000) en relación con las diferentes etapas de la vida, y el análisis factorial confirmatorio para evaluar la relación entre las variables manifiestas que se utilizan con mayor frecuencia en la investigación de las FEs y los factores propuestos por los autores en un primer momento y posteriormente (Friedman et al., 2008, 2011, 2017). Para una revisión sistemática de la investigación de variables latentes de las FEs ver el trabajo de Karr et al. 2018.

implementar los ajustes necesarios en virtud de un objetivo; incluso en las tareas de inhibición en las que el principal objetivo es evadir las respuestas automáticas e información contradictoria.

Respecto a los factores específicos de cambio y actualización, los autores no realizan algún cambio significativo de su primera propuesta. El *factor específico de cambio* continúa reuniendo las tareas que implican esa capacidad de seleccionar y usar las reglas o metas correctas rápidamente, reemplazando un objetivo por otro. Señalando que la rapidez con la que se realiza el reemplazo de metas u objetivos puede reflejar una diferencia individual que explique su varianza (Miyake y Friedman, 2012).

Por último, el *factor específico de actualización* sigue reuniendo las tareas que requieren actualización constante de información en la memoria de trabajo. Dejando claro, que a diferencia de las tareas de cambio donde el o los objetivos son constantemente actualizados, en las tareas de actualización se necesita actualizar sólo parte de la información, mientras que otra debe ser conservada, y que, a diferencia del *factor específico de cambio*, su varianza no estaría relacionada con la rapidez, sino con la precisión.

## Unidad y Diversidad de las Funciones Ejecutivas

Desde su artículo seminal *“The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis”* en el 2000, hasta el artículo del 2017 que tiene el mismo inicio de título, Miyake y Friedman han sostenido que las FEs comparten una característica en común (Unidad), pero también características que permiten diferenciarlas una de otra (diversidad). Así en un primer momento, el interés de la investigación fue especificar el grado de relación de las FEs de cambio, actualización e inhibición, y cómo contribuía cada una de estas en el desempeño de tareas ejecutivas más complejas (Miyake et. al 2000). De manera similar, en los trabajos posteriores, el interés siguió recayendo en

las diferencias individuales de las FEs, la correlación de las FEs anteriormente propuestas, y su grado de independencia. Un trabajo que se llevó a cabo desde: 1) una perspectiva genética (Friedman et al. 2008), 2) el desarrollo del autocontrol y su relación con las FEs (2011), y 3) un nivel genético, comportamental, y la organización y diferenciación de patrones de actividad cerebral de las cortezas prefrontales, cortezas posteriores, particularmente parietales, y ganglios basales (Friedman et al. 2017).

Miyake et al. (2000) señalaron desde el inicio, que los factores escogidos tenían una correlación alta entre ellos<sup>1</sup>, pero que también eran ortogonales. Posteriormente el modelo de tres factores se transformó en un modelo bifactorial, donde el FC de las FEs podía predecir el desempeño de todas las tareas de cambio, inhibición y actualización, capturando esa característica de unidad de la FEs. Mientras, por otra parte, los factores específicos de actualización y cambio se correlacionaban con sus respectivas tareas.

Cabe señalar, que el trabajo realizado por Friedman y Miyake (2017) tiene un valor especial, porque deja un marco de unidad/diversidad de las FEs donde la unidad de las FEs no es capturada sólo por un valor de correlación, sino por un constructo, el FC de las FEs. Añadiendo también, un conjunto de hipótesis importantes sobre la organización cerebral de las FEs, lejos de un modelo localizacionista estricto y reduccionista, que ancle las FEs simplemente a las cortezas prefrontales. Desde la propuesta de utilizar el modelo red-neural de la Corteza-Prefrontal Ganglio-Basal de la Memoria de Trabajo (Prefrontal-Cortex Basal- Ganglia Working-Memory -PBWM-) desarrollado por O'Reilly y Frank (2006) para comprender los mecanismos cerebrales que subyacen a las diferencias individuales de las FEs (Miyake y Friedman 2012), hasta el uso de estudios de neuroimágenes y pacientes con lesión cerebral, los autores han señalado la importancia de las estructuras subcorticales y posteriores del cerebro en el funcionamiento de las FEs (Friedman y Miyake 2017).

Por último, a partir de lo anteriormente mencionado, los autores han resaltado que los patrones de actividad cerebral de las estructuras correlacionadas con las FEs varían entre individuos, y pese a que en las lesiones cerebrales se pueda observar el patrón unidad/diversidad de las FEs, los datos de las investigaciones no se correlacionan fácilmente con los datos encontrados en los estudios de diferencias individuales de las FEs en sujetos sanos

### **Un conjunto de hipótesis a modo de respuesta (provisional)**

¿Qué son las FEs? y ¿Qué tareas deberían usarse para ser evaluadas? fueron los problemas que consideramos podían ser resueltos, al menos de manera provisional, con la propuesta de Miyake et al. (2000) y Friedman y Miyake (2017), en la que los autores definen de manera clara el concepto de FEs, operacionalizando las FEs a partir de un FC y dos factores específicos que pueden ser evaluados de manera sencilla y sin el ruido de los procesos cognitivos de nivel inferior.

De acuerdo con los autores del modelo de variables latentes de las FEs, las FEs son procesos cognitivos de alto nivel, que controlan los procesos de nivel inferior al servicio de la conducta dirigida a metas, mostrando un patrón de unidad/diversidad. Patrones que son capturados, por el FC de las FEs y los factores específicos de Cambio y Actualización. Estos últimos que serían independientes y explicarían la diversidad de las FEs, y que al igual que el FC de las FEs su variabilidad estaría asociada factores genéticos. Señalando que, de estos factores específicos, sólo el factor de Actualización tendría una alta correlación con constructos como la Inteligencia Fluida y Cristalizada, del mismo modo que la suma del FC de las FEs y el factor de Actualización con la escala de Inteligencia (Miyake et al. 2000, 2012, Friedman et al. 2008, 2011, 2017). Respecto a las FEs más complejas como la planeación, los autores señalan que esta sería la suma del FC de las FEs y los factores específicos con un grado de participación diferente.

Teniendo presente lo anterior, después del trabajo realizado podemos recoger un conjunto de hipótesis de trabajo en relación con la definición de las FEs y las recomendaciones que debemos tener en cuenta a la hora de evaluarlas, de acuerdo con los autores. Respecto a la definición el conjunto de hipótesis es claro, a saber, que las FEs:

---

<sup>1</sup> Cambio/actualización .56, cambio/inhibición .42 y actualización/inhibición .63; teniendo presente que ningún coeficiente de correlación fue 1, se pudo asumir que los factores no eran el mismo constructo. De acuerdo con el análisis factorial confirmatorio, la relación entre estas variables latentes se estima a partir de la correlación que hay entre ellas. Así, una correlación > 0 podría sugerir algún tipo de unidad, mientras que una correlación < 1 sugeriría algo de diversidad, y un coeficiente igual a 0 sugeriría que son completamente independientes.

- 1) Presentan grandes diferencias individuales y son altamente heredables. De ahí, que sea apropiado considerar el estado premórbido de las FEs después de una lesión, en la medida que algunos desempeños en tareas de FEs podrían deberse no sólo a la lesión, sino a estas diferencias individuales.
- 2) Tienen un patrón de unidad/diversidad.
- 3) Operan sobre procesos cognitivos de nivel inferior que generan ruido en su evaluación, por lo que es necesario múltiples medidas del mismo constructo para obtener medidas más puras.
- 4) No son lo mismo que la inteligencia, aunque algunos factores puedan predecir el desempeño de los sujetos en las escalas de inteligencia.
- 5) Tienen patrones de actividad cerebral que reflejan las diferencias individuales, por lo que es muy probable que al hacerse estudios grupales no se observen los mismos patrones.

Por otra parte, respecto a la evaluación de las FEs, hace más de 20 años que Miyake, Emerson y Friedman (2000) habían dejado claro los pasos a seguir para la evaluación de las Funciones Ejecutivas:

1. Dejar de asumir que las tareas "frontales" y las tareas "ejecutivas" significan lo mismo.
2. Comprender qué función(es) cognitiva(s) específica(s) evalúa cada "tarea frontal".
3. Usar medidas múltiples para cada función ejecutiva y agregar los resultados cuando sea posible.
4. Usar tareas más simples.
5. Controlar las estrategias de resolución de problemas cuando sea apropiado.

(Miyake et al. 2000)

## Conclusiones

La reflexión sobre la definición y medición de las FEs, es un ejercicio epistemológico y metodológico de gran importancia tanto para los investigadores interesados en la comprensión del desarrollo, cambio y deterioro de las FEs, como para los profesionales clínicos que desean entender, medir e intervenir los trastornos producto del compromiso de las FEs. De ahí, la importancia de la investigación de variables latentes de las FEs realizado por Miyake et al. (2000) y Friedman y Miyake (2017) que ha permitido obtener una definición sencilla de las FEs y comprender sus características de manera clara.

El modelo de variables latentes, ha permitido entender el patrón unitario y diverso de las FEs, además de dejar claro la importante relación entre los procesos cognitivos superiores y básicos. Así mismo, el trabajo realizado a partir de sujetos normales ha generado un conjunto de hipótesis de trabajo sobre las FEs que resaltan el papel de las diferencias individuales, el peso de las variables genéticas en el desarrollo de las FEs, su diferenciación de constructos psicológicos como la inteligencia y su relación, así como patrones de actividad cerebral que reflejan las diferencias individuales.

Sin duda, la investigación de las FEs llevada a cabo por Miyake y Friedman también ha incitado nuevas preguntas sobre el desarrollo, cambio y deterioro de las funciones cognitivas superiores. Así, lo que queda es utilizar el conjunto hipótesis recogido para comprender los procesos que regulan nuestro pensamiento y comportamiento, y de los que depende toda conducta dirigida a una meta.

## REFERENCIAS

- Anderson, V., Jacobs R. y Anderson, P. J. (Eds.) (2008), *Executive functions and the frontal /lobes: A lifespan perspective*. Nueva York: Psychology Press.
- Baez, S., Pinasco, C., Roca, M., Ferrari, J., Couto, B., García-Cordero, I., Ibañez, A., Cruz, F., Reyes, P., Matallana, D., Manes, F., Cetcovich, M., & Torralva, T. (2019). Brain structural correlates of executive and social cognition profiles in behavioral variant frontotemporal dementia and elderly bipolar disorder. *Neuropsychologia*, 126, 159–169.
- Baddeley, A., & Wilson, B. (1988). Frontal amnesia and the dysexecutive syndrome. *Brain and Cognition*, 7, 212-230.
- Burgess, P.W., & Simons, J.S. (2005). Theories of frontal lobe executive function: clinical applications. In *Effectiveness of Rehabilitation for Cognitive Deficits*. Halligan P.W. & Wade D.T. (Eds.). New York: Oxford Univ, pp. 211–31.
- Bechara, A. & Damasio A. R. (2005). The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*. 52, pp 336–372.
- Bechara et al. (1997). Bechara, A., Damasio, H, Tranel, D., Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, Vol. 275, pp. 1293-1295.
- Bechara A., Damasio A. R., Damasio H. and Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition* 50, 7–15.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. Grosset/ Putnam, New York



- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (p. 102–134). Cambridge University Press.
- Friedman, N.P. & Miyake, A. (2017). Unity and Diversity of Executive Functions: Individual Differences as a Window on Cognitive Structure, *Cortex*, 86:186-204.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101–135.
- Friedman, N. P., Haberstick, B. C., Willcutt, E. G., Miyake, A., Young, S. E., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2007). Greater attention problems during childhood predict poorer executive functioning in late adolescence. *Psychological Science*, 18, 893–900.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Robinson, J. L., & Hewitt, J. K. (2011). Developmental trajectories in toddlers' self-restraint predict individual differences in executive functions 14 years later: a behavioral genetic analysis. *Developmental psychology*, 47(5), 1410–1430.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17, 172–179.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Young, S. E., DeFries, J. C., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 201–225.
- Fuster, J. M. (2001). The prefrontal cortex — An update: Time is of the essence. *Neuron*, 30, 319–333.
- Golberg, E. (2009). *The New Executive Brain*. Frontal Lobes in a Complex World. Oxford University Press, Inc., New York.
- Goldman-Rakic, P. S. (1996). The prefrontal landscape: Implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 351, 1445–1453.
- Gleichgerricht E., Torralva, T., Roca, M., Manes, F. (2010). Utility of an abbreviated version of the executive and social cognition battery in the detection of executive deficits in early behavioral variant frontotemporal dementia patients. *J Int Neuropsychol Soc*, 16:687-694
- Gustavson, D. E., Miyake, A., Hewitt, J. K., & Friedman, N. P. (2015). Understanding the cognitive and genetic underpinnings of procrastination: Evidence for shared genetic influences with goal management and executive function abilities. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144, 1063–1079.
- Ibañez, A., & Manes, F. (2012). Contextual social cognition and the behavioral variant of frontotemporal dementia. *Neurology*, 78, 1354–1362.
- Karr, J. E., Areshenkoff, C. N., Rast, P., Hofer, S. M., Iverson, G. L., & Garcia-Barrera, M. A. (2018). The unity and diversity of executive functions: A systematic review and re-analysis of latent variable studies. *Psychological bulletin*, 144(11), 1147–1185.
- Kertesz, A. (2011). Frontotemporal dementia (FTD). *Acta Neuropsychologica*, 9(2),103-114
- Koechlin, E., & Summerfield, C. (2007). An information theoretical approach to prefrontal executive function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 229–235
- Kolb, B., & Whishaw, I.Q. (1996). *Fundamentals of human neuropsychology* (4th ed.). New York: Freeman.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167–202.
- Miyake, A., Emerson, M. J., & Friedman, N. P. (2000). Assessment of executive functions in clinical settings: Problems and recommendations. *Seminars in Speech and Language*, 21, 169–183.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21, 8–14.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Ossenkoppelle R, Pijnenburg YA, Perry DC, Cohn-Sheehy BI, Scheltens NM, Vogel JW, et al. The behavioural/dysexecutive variant of Alzheimer’s disease: clinical, neuroimaging and pathological features. *Brain* 2015; 138: 2732–49
- O’Reilly, R.C., & Frank, M.J. (2006). Making working memory work: A computational model of learning in the frontal cortex and basal ganglia. *Neural Computation*, 18:283–328.
- Petrides, M. (2005). Lateral prefrontal cortex: Architectonic and functional organization. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360, 781–795
- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. New York: Cambridge Univ. Press.
- Shallice, T., & Burgess, P.W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114, 727–741.
- Simon, H. A. (1975). The functional equivalence of problem solving skills. *Cognitive Psychology*, 7, 268–288.
- Snyder, H. R., Miyake, A., & Hankin, B. L. (2015). Advancing understanding of executive function impairments and psychopathology: Bridging the gap between clinical and cognitive approaches. *Frontiers in Psychology*, 6:328. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00328.
- Stuss, D.T. (2011). Functions of the frontal lobes: Relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 759–765.
- Stuss, D.T. & Alexander, M.P (2007). Is there a dysexecutive syndrome? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. 362: 901-15
- Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*, 63, 289–298.
- Tirapu, J., García, A., Ríos, M. y Ardila, A. (Eds.) (2011). *Neuropsicología del córtex prefrontal y de las funciones ejecutivas*. Barcelona, España: Viguera.
- Valian, V. (2015). Bilingualism and cognition. *Bilingualism: Language and Cognition*, 18, 3–24.