

Construcción Teórica Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas

Theoretical Neuropsychological Construction of Executive Functions

Emily Coello-Zambrano,¹ Carlos Ramos-Galarza^{1,2}

Resumen

Las funciones ejecutivas (FE) constituyen un amplio conglomerado de habilidades cognitivas que como su nombre indica, ejecutan acciones determinantes en la toma de decisiones y comportamiento humano. Son de índole cognitivo y socio-emocional, coordinan la información de entrada y salida para regular las conductas, pensamientos y afectos de una tarea a realizar. Alexander Luria plantea su conceptualización a inicios de la década de los setenta, siendo Muriel Lezak la encargada de su divulgación científica. En el presente artículo se realiza una recopilación bibliográfica sobre las FE, sus modelos teóricos más conocidos, su proceso de evaluación neuropsicológica, trastornos más comunes y los estudios más relevantes de los últimos años.

Palabras clave: Funciones Ejecutivas, flexibilidad mental, memoria de trabajo, corteza prefrontal, lóbulo frontal.

Abstract

Executive functions (EF) constitute a large conglomerate of cognitive abilities that, as their name indicates, carry out decisive actions in decision-making and human behavior. They are of a cognitive and socio-emotional nature, they coordinate the input and output information to regulate the behaviors, thoughts, and emotions of a task to be performed. Alexander Luria raises its conceptualization at the beginning of the seventies, being Muriel Lezak the one in charge of its scientific dissemination. In this article, a bibliographic compilation on EFs, their best known theoretical models, their neuropsychological evaluation process, the most common disorders and the most relevant studies in recent years is made.

Keywords: Executive functions, mental flexibility, working memory, prefrontal cortex, frontal lobe

Rev. Ecuat. Neurol. Vol. 31, N° 2, 2022

Introducción

Las funciones ejecutivas (FE) se definen como un sistema de alta complejidad, compuesto por distintos elementos, cuya interacción faculta la resolución de problemas, y el logro de objetivos a través de conductas adaptativas. Su estudio y conceptualización se otorgan a Alexander Luria, mientras que, su divulgación científica a la neuropsicóloga Muriel Lezak.¹

Existen varios modelos de FE que conceden mayor o menor importancia a los diferentes componentes de las mismas, aportando igual valor científico a su estudio. Como se ha mencionado, las FE no son una función unitaria, por lo cual su evaluación no se concreta con una prueba específica. Al constar de varios constructos, que se relacionan con otras funciones mentales, evaluar una sola función ejecutiva implica valorar componentes y factores que se entrelazan con diferentes capacidades como flexibilidad mental, atención sostenida o memoria de trabajo.¹

La presente investigación se realizó mediante la recopilación bibliográfica de artículos científicos y libros de li-

teratura clásica que abordan la temática de FE. Se tomaron en especial consideración estudios y propuestas teóricas que consten en la base de datos SCOPUS. Este trabajo aporta con bibliografía actualizada y recopilada para futuras investigaciones relacionadas con FE. A continuación, se podrá encontrar una construcción teórica de lo que se conoce actualmente como FE, el surgimiento del término y los principales estudios que intentan definir un concepto amplio para el mundo de las neurociencias, también se aborda las patologías más conocidas que se presentan en el lóbulo frontal y sus estudios más novedosos.

Funciones ejecutivas

La habilidad de filtrar información para lograr resolver con éxito una tarea, realizar conductas dirigidas a objetivos y anticipar las consecuencias de las acciones, son actividades que se contemplan dentro de las FE. El poder regular una conducta a través de la correcta toma de decisiones, permite llevar a cabo una acción en beneficio de la persona.

¹Facultad de Psicología. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador.

²Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos MIST, Carrera de Psicología, Universidad Indoamérica. Quito-Ecuador.

Correspondencia:

Ph.D. Carlos Ramos Galarza

Av. 12 de octubre y Roca. Quito, Ecuador.

E-mail: caramos@puce.edu.ec

Cuando surgen problemas complicados de mayor dificultad o novedosos para el ser humano, la actividad cerebral se vuelve más compleja, por lo cual, es indispensable que un sistema rector logre coordinar las actividades y acciones que permitan alcanzar una conducta dirigida al cumplimiento de objetivos, dicho sistema se denomina FE.¹

Las FE son un conglomerado de sistemas que controlan y supervisan la conducta, regulando de manera adecuada el logro de fines propuestos mediante la planificación de decisiones y acciones. Involucran distintos mecanismos esenciales al igual que ciertos componentes que constituyen elementos auxiliares.¹ Son habilidades de alto nivel involucradas en la generación, regulación, ejecución efectiva y reajuste de conductas que se realizan en función de cumplir objetivos.²

Los objetivos de las FE pueden ser de índole cognitiva así como socio-emocional, tomando siempre en consideración las consecuencias inmediatas y resultados de las conductas seleccionadas. Para Verdejo García et al.,² la principal característica de las FE radica en que son los mecanismos ejecutivos de coordinación de la información que procede de diferentes sistemas de ingreso, procesamiento y salida. De manera que, las FE se encargan de la regulación de la conducta a manifestarse, la regulación de pensamientos, afectos y recuerdos que suscitan una tarea adaptativa.

Desarrollo histórico de las Funciones Ejecutivas

Para Ardila et al., Alexander Luria, neuropsicólogo y médico ruso (1980), es el antecesor de la definición de FE al haber propuesto el estudio de tres unidades funcionales en el cerebro: alerta y motivación originadas en el sistema límbico del cerebro; recepción, procesamiento y almacenamiento de la información en las áreas corticales post rolándicas y programación; y el control y verificación de la actividad ubicada en la corteza prefrontal.³

Luria menciona que la tercera unidad se ve directamente involucrada en el papel ejecutivo y relaciona la actividad de los lóbulos prefrontales con la programación de la conducta motora, inhibición de respuestas inmediatas, abstracción, resolución de problemas, regulación verbal de la conducta, reorientación de la conducta de acuerdo a objetivos propuestos, integridad de la conducta y conciencia.^{2,4}

Tras la Segunda Guerra Mundial y el número de bajas que esta dejó a su paso, los eruditos de las neurociencias aprovecharon dicha situación para evaluar a las personas que sufrieron déficit focal y patologías del lóbulo frontal. Durante las décadas de 1970, 1980 y 1990 varios autores dedicaron sus obras al estudio de la corteza prefrontal debido a que inicialmente se creía el lóbulo frontal y la corteza prefrontal estaban estrechamente relacionadas con el déficit ejecutivo.³

A finales del siglo XIX y a lo largo del siglo XX, las investigaciones clínicas se encargaron de documentar

los diferentes trastornos conductuales ocasionados por patologías en el lóbulo frontal. El término “Síndrome de lóbulo frontal” fue acuñado por Feuchtwanger,⁵ al correlacionar la patología frontal con conductas que no se encontraban relacionadas con el lenguaje, la memoria o déficit sensoriomotores. Mientras que Goldstein incluyó la actitud abstracta como capacidad del lóbulo frontal.⁶

Muriel Lezak distinguida neuropsicóloga estadounidense, se dedicó al estudio y la práctica de la neurología en el hospital Veterans Administration en Portland, Oregon, en una época en donde era mal visto que las mujeres ejerzan en el campo de la ciencia, sin embargo, una alta motivación científica siempre ha inundado el espíritu de Muriel Lezak, lo cual le ha guiado para ser una de las neurocientíficas pioneras y más importantes en el estudio de las FE.^{7,8}

Siendo la neuropsicología un campo relativamente joven, Lezak se convierte en la primera mujer en utilizar el término FE para diferenciarlo de funciones cognitivas, que se asocian a la explicación cualitativa de las conductas humanas.⁸ Baddeley, agrupa dichas conductas en conjuntos cognitivos que contenían problemas de planeación y organización, desinhibición conductual, perseveración y disminución en la fluidez de iniciación.⁹ De manera que, en este modelo se añade cada componente del funcionamiento ejecutivo al conjunto de procesos cognitivos que abarcan la solución de problemas, dirección de la conducta hacia un fin, flexibilidad, planeación estratégica, control de la interferencia y la habilidad de comprometerse a actividades dirigidas a un objetivo.²

Phineas Gage: el caso ilustre para comprender las funciones ejecutivas

Phineas era un joven de 25 años de edad cuando se desempeñaba como un ejemplar trabajador en el rol de capataz en la apertura de rieles del ferrocarril. La historia cuenta que este personaje era un hombre respetuoso, cumplido, educado, con buena economía, en fin, un hombre que respetaba las normas sociales en su interacción laboral y familiar. No obstante, el 13 de septiembre de 1848 toda esa forma de actuar -propia de un cerebro conservado y en buen funcionamiento o en acción como diría Luria- cambió dramáticamente.^{10,11}

Gage vivía en Cavendish (Vermont, Estados Unidos), en una de las mejores tabernas del lugar y todos los días acudía a su trabajo en donde su acción se basaba en una acción rutinaria: perforar rocas, insertar dinamita, dejar todo en orden con una barra de hierro y ejecutar la explosión. Todo este proceso tuvo una complicación la tarde soleada que sufrió su accidente y se convertiría en uno de los casos más emblemáticos de la neurociencia.^{11,12}

La carga de dinamita explotó antes de lo previsto por Gage y la barra de hierro que era su instrumento de trabajo, se convirtió en una lanza que atravesó su pómulo izquierdo, destruyendo el cráneo y toda la masa encefálica

que encontró en su camino. Esta barra salió disparada y fue a parar varios metros lejos de donde se encontraba Gage. Sus compañeros encontraron este utensilio y todavía tenía rastros de sangre y de una sustancia grisácea que aparentaba ser parte de su cerebro.^{11,12}

Sorprendentemente, Gage no perdió el conocimiento y fue trasladado donde el famoso Dr. Harlow, quien lo atendió y siguió de cerca el caso por algún tiempo después de lo sucedido. A medida que Gage evolucionó (recuperó funciones perceptivas, lingüísticas, práxicas y otras habilidades mentales) y salió de riesgo médico, Harlow manifestaba sobre el nuevo Gage (figura 1), quien ahora había dejado emerger la bestia que todos llevamos dentro diciendo literalmente que en Gage se destruyó “el equilibrio entre sus facultades intelectuales y sus inclinaciones animales.”¹³

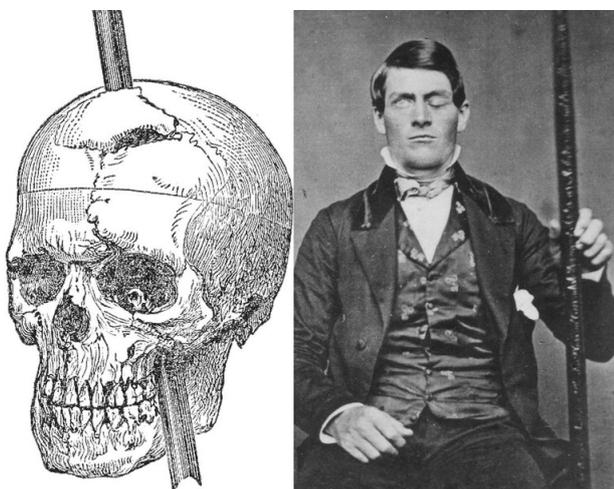


Figura 1. Fotografía de Phineas Gage¹³

El Gage respetuoso, trabajador, responsable, líder, en el cual sus jefes podían confiar nunca más volvió a aparecer en escena. El nuevo Gage se volvió impredecible, irreverente, expresaba las palabras más grotescas que se pudieran escuchar -algo que jamás hubiera sido parte del antiguo Gage-, expresaba poco o nada de empatía con sus colegas, totalmente incapaz de aceptar un consejo que pudiera irse en contra de sus deseos personales, presentaba una forma muy estricta con gran terquedad en su forma de actuar o tratar de resolver algún problema, a pesar de no siempre llegar a una solución correcta, era común escucharlo fantasear con un futuro para nada alcanzable, empezando proyectos que al mínimo esfuerzo que debía hacer, los dejaba abandonados, prácticamente, su desarrollo intelectual era como el de un niño, pero presentaba las pasiones animales más intensas de un adulto fuerte, es más las mujeres no podían acercarse a Gage, porque éste ya no era capaz de controlar los impulsos más bajos.¹³

A nivel cerebral, la corteza ventromedial pre frontal fue la más afectada en Gage. En la trayectoria de la barra de hierro hirviendo no se dañaron estructuras relacionadas con otras funciones neuropsicológicas como el lenguaje, la percepción, las praxias o la memoria, el mayor problema de Gage fue a nivel frontal y en relación a las funciones mentales más desarrolladas del cerebro humano, asociadas al funcionamiento de la estructura dañada en Gage y conocidas como FE.¹⁴

El personaje histórico reconocido en el campo de las neurociencias y específicamente en el estudio de las FE, es Phineas Gage, el cual según Harlow,¹⁵ se convirtió en la historia en el ejemplo distintivo de las patologías del lóbulo frontal y del trastorno de las FE. Tras sobrevivir al accidente, el comportamiento de Gage tuvo un cambio radical, fue descrito como irresponsable y profano, su personalidad fue descrita como la de un animal. Dicho caso se conoce generalmente como el ejemplo típico de las alteraciones en las FE. Se realizó una observación conductual externa, sin embargo, la patología se situaba a nivel cognitivo/emocional, lo cual no pudo ser documentado por falta de instrumentos en la época.¹⁶

Modelos de las FE

Como hemos visto en el apartado anterior, las FE consisten en un grupo de habilidades mentales que aportan en la planificación, monitoreo, ejecución y verificación de la actividad mental y comportamental. Constan de distintos modelos explicativos.¹⁷

Modelo de Norman y Shallice

Este modelo propone tres niveles de control de comportamiento (ver figura 2):

Control totalmente automático: nivel no ejecutivo en el cual actúan unidades cognitivas relacionadas a procesos cognitivos básicos como percepción, atención y memoria; esquemas que ejecutan las conductas rutinarias y dirimidor de conflictos, que valora la importancia de una acción.

Control sin dirección consciente: este segundo nivel cumple con las mismas características del primer nivel al estar conformado por unidades cognitivas mencionadas con anterioridad.

Control deliberado y consciente: en este nivel actúan las funciones ejecutivas en un sistema atencional supervisor. Dicho mecanismo funciona en situaciones que demanden planificación, monitorización, inhibición, y toma de decisiones enfocándose en el logro de un objetivo.¹⁸

Modelo propuesto por Luria

Durante los acontecimientos de la Segunda Guerra Mundial, y los años siguientes a la misma, un alto número de personas que fueron heridas en batallas, presentaban

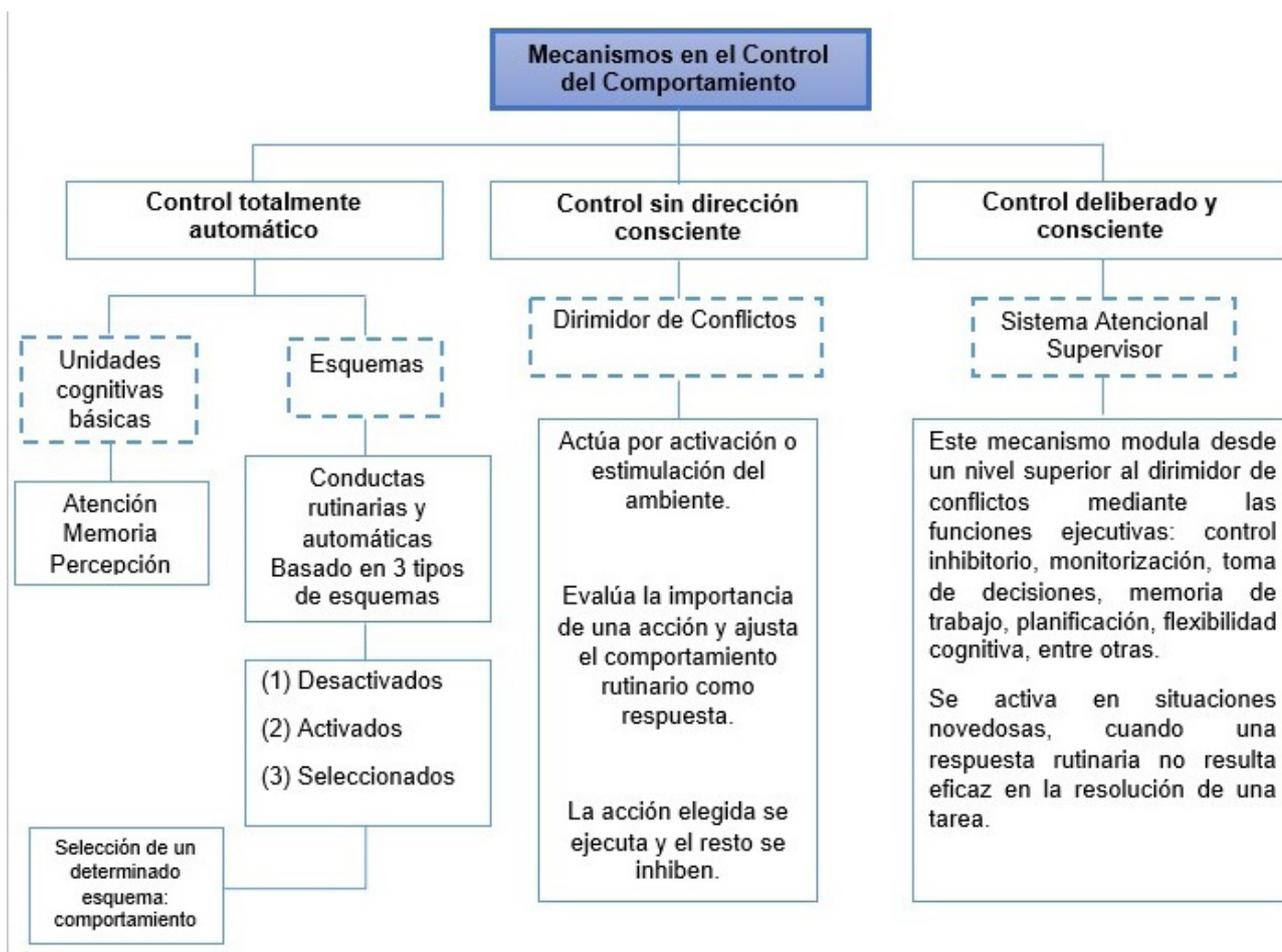


Figura 2. Modelo de Norman y Shallice (adaptado de Norman y Shallice, 1986)¹⁸

lesiones cerebrales que daban como resultado alteraciones cognitivas, fue así como los médicos e investigadores de la época se enfocaron en determinar procedimientos diagnósticos de las mismas así como procesos de rehabilitación.¹⁹ Luria¹⁰ en su teoría de bloques funcionales, más tarde conocido como modelo de funciones ejecutivas, expone un sistema funcional de alta complejidad, el cual actúa a partir de la interacción de diversos componentes cerebrales. Denominado como sistema global, consta de tres funcionales encargados de:

- Regular el nivel de tono y vigilia
- Recibir la información exterior del medio
- Planificación, ejecución y verificación de la actividad mental y comportamental de manera consciente.

Determinando que el tercer nivel, base de las funciones ejecutivas, era el encargado de formular metas, planeación, mantenimiento y realización de planes.

Modelo propuesto por Anderson

El modelo de Anderson²⁰ propone comprender a las funciones ejecutivas como habilidades mentales dispuestas en 4 tipos como se puede observar en la figura 3:

Modelo propuesto por Brown

En dicho modelo se propone a un conjunto de seis habilidades mentales que trabajan de manera inconsciente.²¹ Consta de 6 subcomponentes ejecutivos como se observa en la figura 4:

Modelo propuesto por Gioia

En dicho modelo propone al funcionamiento ejecutivo global organizado en tres dimensiones (ver figura 5):

Dicha organización se basa en el supuesto de que las funciones pueden separarse en sentido clínico, sin embargo, forman parte de un sistema general ejecutivo.²³

Evaluación neuropsicológica de las FE

Las FE constan de una compleja organización, convirtiéndolas en un reto para la medición y evaluación neuropsicológica. Para Verdejo-García et al.² la correcta forma de realizar una medida de las funciones ejecutivas debe constar de 3 criterios fundamentales:

1. Ser novedoso, presentar una situación inesperada.
2. Ser complejo al presentar objetivos que no puedan resolverse a través de mecanismos rutinarios.



Figura 3. Modelo propuesto por Anderson.²⁰



Figura 4. Modelo propuesto por Brown.²¹

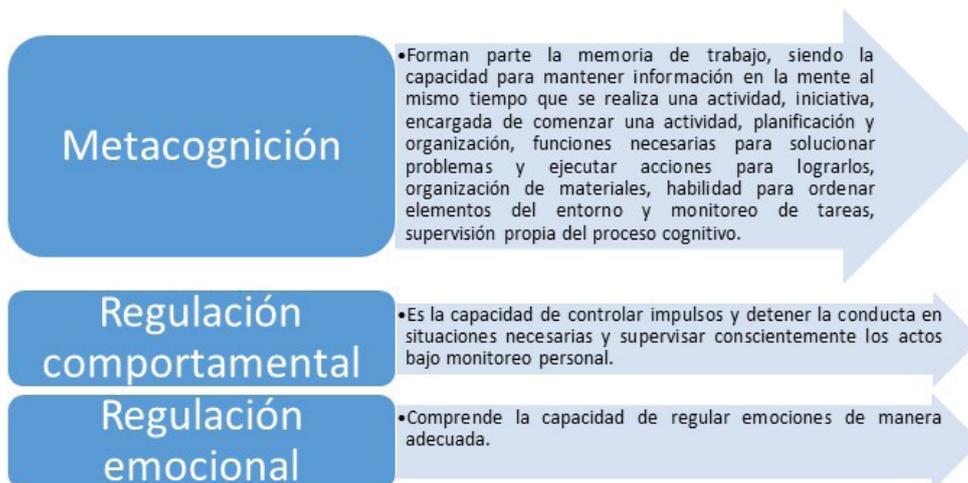


Figura 4. Modelo de Giogia.²²

3. Reflejar una estructura escasa, los objetivos deben enfocarse en la tarea pero no en cómo alcanzarlo, impulsando a la formulación de estrategias creativas para la resolución del problema. La evaluación de las FE debería ajustar los objetivos a los niveles explicativos del constructo, en especial a la medición de operaciones.

Instrumentos de medición de las FE

Al ser las FE un constructo de alta complejidad, se espera que los test y baterías dirigidos a su medición y evaluación cuenten con la misma descripción, según García-Molina et al.²³ diseñar un test que pueda valorar una única función ejecutiva es una tarea casi imposible debido a los múltiples aspectos emocionales y cognitivos involucrados en el funcionamiento ejecutivo diario, plantea que elaborar paradigmas para comprender y examinar distintos factores o subcomponentes de las FE está relacionado con el funcionamiento cotidiano de la persona.

Soprano²⁴ señala que la evaluación de las FE debe clasificarse en tres aspectos:

a) Pruebas específicas: como tareas de Go-no-Go, cartas de Wisconsin, Stroop, prueba ENFEN, etc.

b) Pruebas no específicas: que están involucradas en tareas propias de FE como escalas de Wechsler, subescalas de motricidad, funcionamiento ejecutivo de Luria-Inicial.

c) Pruebas de exploración diferida: estas pruebas normalmente son de tipo cuestionario que deben ser contestadas por personas que conocen al niño, en caso de evaluación infantil. Dentro de este grupo se encuentran pruebas como Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) de Gioia et al., Behavioral Assessment of the Dysexecutive System (BADS), y en poblaciones adultas el MetaCog de Meltzer.

Autores como Flores Lázaro et al.²⁵ proponen una batería neuropsicológica de evaluación para las FE basada en la teoría conceptual de Stuss et al.²⁶ sobre la división funcional de la corteza prefrontal en dos zonas generales: ventral y dorsal.

Dicha batería consta de validez de constructo al ser compuesta por pruebas originarias del campo de la neuropsicología, validez clínica al tener respaldo en la literatura clínica y especificidad de área ya que cada prueba seleccionada es sensible al daño frontal. Las pruebas que conforman la batería son:

Stroop: Formulada por Golden en 1994,²⁴ existen en la actualidad distintas versiones. Evalúa la capacidad de la persona para inhibir una respuesta automática y para escoger una respuesta desde un criterio arbitrario. Dentro de la evaluación se ven involucradas áreas frontomediales. La prueba consiste en una lámina con columnas de seis palabras cada una, todas las palabras llevan nombres de colores. Se plantean condiciones de conflicto y respuestas neutras.²⁴

Laberintos: La prueba Laberintos fue propuesta por Porteus en 1956,²⁴ como su nombre lo indica, está con-

formada por laberintos que incrementan el nivel de dificultad de manera progresiva con el objetivo de que la persona realice planeaciones anticipadas para cumplir la meta. Se caracteriza por evaluar la capacidad de la persona de controlar la impulsividad al respetar los límites planteados y planear la ejecución motriz. La evaluación involucra áreas frontomediales orbitofrontales y dorsolaterales.²⁴

Pruebas de cartas tipo Iowa: Siendo una adaptación de la prueba cartas de Iowa para niños de Bechara (2003) evalúa la capacidad para trabajar en condiciones desconocidas y generar aprendizajes de riesgo-beneficio, de manera que se seleccione opciones ventajosas para la persona, considerando el riesgo de cada opción. La prueba está dirigida a la evaluación de áreas frontales, orbitofrontal y sobre todo ventromedial.²⁷

Memoria de trabajo visoespacial autodirigida: propuesta por Petrides en 1982, la prueba consta de una lámina con figuras de objetos y animales, el objetivo es indicar con el dedo todas las figuras sin omisiones ni repeticiones, la principal condición de la prueba es superar el número total que una persona puede recordar de los ítems señalados. El test evalúa la habilidad de la persona para desarrollar estrategias eficaces y tareas de memoria de trabajo visoespacial.²⁷

Clasificación de cartas de Wisconsin: este test consta de una base de cuatro cartas con distintas figuras geométricas, que al mismo tiempo tienen números y colores. Al evaluado se le entregará un grupo de 128 cartas que deberán ser acomodadas una debajo de la otra y siguiendo un mismo patrón (color, forma o número), La prueba evalúa la capacidad de la persona de desarrollar criterios de clasificación y la flexibilidad para cambiar dichos criterios.²⁷

Torre de Hanoi: evalúa la capacidad de planeación de acciones que en secuencia conduzcan a una meta determinada. Conformado por una base de madera con tres estacas y fichas de tamaño variado, la tarea consta de tres reglas: sólo una ficha puede ser movida a la vez, las fichas de mayor tamaño deben estar debajo de las de menor tamaño y siempre que una ficha es movida debe ser depositada de nuevo.

Alteraciones de las FE

Bases neurobiológicas de las FE

En la literatura neuropsicológica se expone a la corteza prefrontal como base de las FE, debido a que tiene la posibilidad de recibir y enviar información a la mayoría de sistemas sensoriales y motores del cerebro. Se ubica en las superficies lateral, medial e inferior del lóbulo frontal y conforma un 30% de la corteza cerebral en su totalidad.²⁷

Estudios realizados a pacientes con daño en la CPF muestran distintos patrones clínicos relacionados con la localización y extensión de la lesión, de manera que se distinguen tres síndromes prefrontales identificados por la zona de afectación: síndrome prefrontal dorsolateral, sín-

drome prefrontal medial o del cíngulo anterior y síndrome prefrontal orbitofrontal.²⁷ Las lesiones provocadas en distintas áreas de Brodman pueden ocasionar los distintos síndromes citados a continuación.

Síndrome prefrontal dorsolateral

Conocido también con el nombre de síndrome disejecutivo, se caracteriza por una alteración de gran gravedad en las FE, lo que desemboca en un alto nivel de desorganización en el paciente. Se puede ver en sujetos con trastornos cognitivos, personas con rigidez cognitiva que se evidencia en la constante manifestación de conductas perseverativas. Existe deterioro de la atención selectiva y excluyente, control de interferencia deficitario, bajo rendimiento de la memoria de trabajo, planificación e integración de la conducta. Los sujetos que presentan dicho síndrome presentan poca iniciativa y abandonan las tareas que se está realizando sin cumplir los objetivos.²⁷ Como se ve en la figura 6 las áreas de Brodman afectadas son 46 y 10.

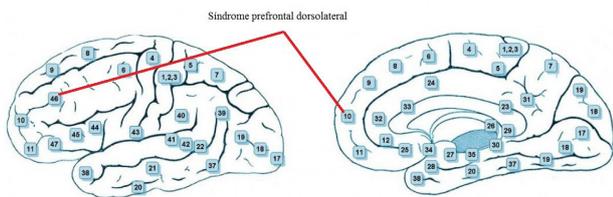


Figura 6. Síndrome prefrontal dorsolateral ubicado en las áreas de Brodman 46 y 10.²⁸

Síndrome prefrontal medial o del cíngulo anterior

Es diagnosticado en sujetos que presentan desmotivación, apatía, inercia y pasividad ante cualquier situación. Las áreas de Brodman afectadas son la 32 y 24 originando afección en el sistema atencional como se indica en la figura 7.²⁷

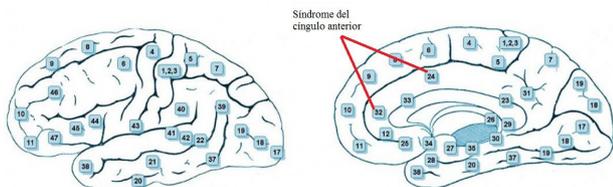


Figura 7. Síndrome prefrontal dorsolateral ubicado en las áreas de Brodman 46 y 10.²⁸

Síndrome Prefrontal orbitofrontal

Se caracteriza porque causa en la persona que lo padece una conducta desinhibida, impulsiva y, en ciertos casos, antisocial. Este síndrome destaca en pacientes con deficiencias en control inhibitorio. Se puede evidenciar hiperactividad, desorganización, conductas imitativas y

de utilización, déficit de atención, y poca preocupación por las reglas culturales y éticas. También manifiestan poca o nula preocupación por las consecuencias de sus acciones, lo cual puede desarrollar conductas sociopáticas.²⁷ Las áreas de Brodman afectadas en este síndrome son 47 y 11 como se puede evidenciar en la figura 8.

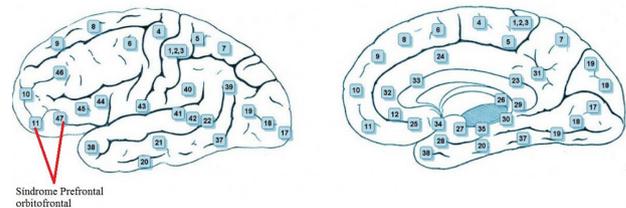


Figura 8. Síndrome prefrontal dorsolateral ubicado en las áreas de Brodman 46 y 10.²⁸

Investigaciones realizadas en FE

Las FE pueden ser estudiadas desde diferentes ámbitos al ser un conjunto de habilidades cognitivas, a continuación se presentan las investigaciones más relevantes de los últimos años (tabla 1):

Discusión

La presente investigación se construyó a partir de la recopilación teórica de varios artículos científicos y libros de literatura clásica sobre FE, en su mayoría dentro de la base bibliográfica de SCOPUS. El objetivo principal fue compilar los últimos aportes del área de neurociencias para futuras investigaciones, en donde conste un apartado completo que sirva como principal consulta sobre FE. Es necesario mencionar que el artículo presentado, no topa estudios específicos sobre FE sino su breve mención.

Como primera instancia se realizó un estudio histórico de las FE, el nacimiento del concepto y sus principales autores, y una corta revisión del caso Phienas Gage así también como los principales modelos teóricos que explican las FE, vinculados a diferentes procesos cognitivos, en donde se pudo encontrar que a pesar de haber transcurrido varios años desde su descubrimiento, sigue siendo un desafío definir a las FE como un constructo teórico único.

Se abarcaron los distintos métodos de evaluación que se han ido planteando a lo largo de los años, siendo principalmente tres: pruebas específicas; cuentan con especificidad sin embargo con menor validez ecológica dado a que no evalúan las FE en la vida cotidiana, pruebas no específicas; son aquellas que no cuentan con validez ecológica ni tampoco evalúan FE en la vida cotidiana y pruebas de exploración diferida mediante observación de dominio conductual, que como su nombre indica, tienen mayor validez ecológica ya que evalúan FE dentro de la cotidianidad del sujeto. La revisión tomó en consideración las patologías dentro del lóbulo prefrontal que afectan FE y finalmente se realizó una breve revisión de

Tabla 1. Investigaciones en funciones ejecutivas (2019-2020).

Investigación	Autor	Año	Resumen
Detrás de la escena: beneficios cognitivos de tocar un instrumento musical. Funciones ejecutivas, velocidad de procesamiento, inteligencia fluida y atención dividida ²⁹	Porflitt, F.I., Rosas-Díaz, R.R.	2019	Durante los últimos años la relación entre el desempeño cognitivo y el entrenamiento musical ha sido un amplio tema de investigación. Este estudio indaga sobre aspectos cognitivos como, FE, en poblaciones adultas y cómo de cierta forma, el entrenamiento musical mejora el rendimiento de las FE y otros aspectos de la cognición.
Funciones Ejecutivas en Estudiantes con Trastorno Específico del Lenguaje al Comienzo de la Escolarización Básica ³⁰	Ambiado-Lillo, M.M., Navarro, J.J., Ibáñez-Alfonso, J.A.	2020	Este estudio evalúa la relación entre FE y desarrollo del lenguaje en trastornos lingüísticos. Se utilizó una muestra de 44 participantes en edades de 6-7 años. Se encontró la posible presencia de disfunciones cognitivas generales implícitas al trastorno (Ambiado-Lillo et al. 2020).
Validación del Cuestionario Breve de Funciones Ejecutivas Webexec: Pruebas de rendimiento y síntomas psicológicos ³¹	Morea, A., Calvete, E.	2020	El objetivo de esta investigación es validar el cuestionario breve de FE Webexec en adolescentes españoles. Se encontró que dicho cuestionario es eficiente para evaluar la percepción de FE globales, al mismo tiempo que es sencillo, de fácil aplicación y corregible.
Funciones ejecutivas, conducta sexual de riesgo y uso de drogas lícitas e ilícitas en adolescentes: Una revisión sistemática ³²	Mendoza-Armenta, M., Valdez-Montero, C., Valle-Solis, M.O., Ahumada-Cortez, J.G., Gámez-Medina, M.E.	2020	Esta investigación busca determinar la relación que existe en las FE con conductas sexuales de riesgo y consumo de drogas ilícitas. Se encontró que las FE juegan un papel importante en la regulación de la conducta y toma de decisiones en adolescentes.
Desempeño en Funciones Ejecutivas de Adultos Mayores: Relación Con su Autonomía y Calidad de Vida ³³	Lepe-Martínez, N., Cancino-Durán, F., Tapia-Valdés, F., (...), Gonzalez-San Martín, I., Ramos-Galarza, C.	2020	Este estudio plantea determinar las FE que se deterioran con mayor frecuencia al pasar los años, el método utilizado es de revisión narrativa, en donde se indagó investigaciones que relacionen la calidad de vida de un adulto y las FE que presenten afectación.
Niveles de Hemoglobina y Anemia en Niños: Implicancias Para el Desarrollo de Las Funciones Ejecutivas ³⁴	Zegarra-Valdivia, J.A., Viza Vásquez, B.M.	2020	Esta investigación propone conocer los niveles de hemoglobina y la presencia de anemia en niños de áreas rurales y urbanas y comparar el desarrollo de FE en ambos grupos, para así determinar la existencia de deficiencias cognitivas.
Efecto del programa EFE-P en la mejora de las funciones ejecutivas en Educación Infantil ³⁵	Romero-López, M., Pichardo, M.C., Justicia-Arráez, A., Cano-García, F.	2020	Esta investigación se centra en presentar los resultados obtenidos tras aplicar un programa de entrenamiento en FE en la educación infantil, con el cual se pretende generar una intervención para la mejora de las FE en el ámbito académico.
Estudio cuasiexperimental de la toma de decisiones, regulación del comportamiento y metacognición en hombres ecuatorianos ³⁶	Pérez-Lalama, K., Urrutia, M., Mancheno-Durán, S., Balseca-Bolaños, D., Gamboa-Proañón, M.	2020	El objetivo de esta investigación es relacionar la toma de decisiones con la regulación del comportamiento, para lo cual se tomó una muestra de 33 hombres adultos. La investigación evidenció que los participantes tienen una tendencia a tomar decisiones de alto riesgo al inicio de una tarea, y menos riesgosas al progresar la tarea.
Análisis diferencial de las funciones ejecutivas en niños pertenecientes a familias desfavorecidas vs. niños con trastorno del espectro autista ³⁷	Mar Gómez-Pérez, M., Dolores Calero, M.	2020	Estudio realizado en un total de 89 niños en edades de 7 y 12 años, de los cuales 28 presentaban TEA, 26 provenían de familias desfavorecidas y 25 que mostraban un desarrollo típico. Se llevó a cabo una evaluación a través de distintas medidas de FE, en donde se encontró que los niños DF en comparación con los niños TEA, obtuvieron un desempeño mayor en todas las medidas. Los resultados resaltan la necesidad de crear programas de intervención diseñados para evaluar diferentes tipos de tareas.
Estimulación de las funciones ejecutivas y su influencia en el rendimiento académico en escolares de primero básico ³⁸	Bernal-Ruiz, F., Rodríguez-Vera, M., Ortega, A.	2020	Esta investigación tiene como objetivo estudiar los efectos de un programa que estimule las FE en cuanto a rendimiento académico. Se utilizó una muestra de 43 estudiantes de primero de básica en edades de 6 y 7 años. Se encontró que existe un efecto significativo al implementar el programa en la mejora del desempeño de las FE.

los estudios más relevantes sobre FE, vinculados a habilidades de aprendizaje tanto en niños y adultos.

Dado a que las FE son un campo relativamente nuevo para las neurociencias, queda mucho por investigar con respecto a posibles trastornos que se pueden presentar en el desarrollo infantil y que perjudiquen la vida adulta, o a su vez, patologías de la vida adulta que afecten la cognición y capacidad de organización del sujeto. Así también como estrategias de intervención y estimulación en afecciones de FE.

En cuanto a lo abordado con anterioridad, las FE, son un constructo teórico de alta complejidad encargadas de la organización y planificación, se ocupan de dirigir la conducta y autorregular la actividad cognitiva, se encuentran localizadas en el lóbulo frontal. Existen diversos métodos de evaluación de las FE enfocándose en su aplicación diaria.

Referencias

1. Portellano J. Introducción a la neuropsicología. 1.^a ed. Madrid: Mc Graw Hill, 2005.
2. Verdejo-García A, Bechara A. Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*. 2010; 22(2), 227-235.
3. Ardilla A, Ostrosky-Solís, F. Desarrollo Histórico de las Funciones Ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*; 2008; 8(1), 1-21.
4. Luria A. Higher cortical functions in man. 1.^a ed. New York: Basic; 1980.
5. Feuchtwanger E. Die Funktionen des Stirnhirns. Its. ed. Berlin: Springer; 1923
6. Goldstein K. The mental changes due to frontal lobe damage. *Journal of Psychology*. 1944; 17: 187-208. <https://doi.org/10.1080/00223980.1944.9917192>
7. Lezak M. *Neuropsychological Assessment*. 2nd. ed. New York: Oxford University Press; 1983.
8. Gibson L. Muriel Lezak: Brain Work. *The University of Chicago Magazine*; 2012. Disponible en <https://mag.uchicago.edu/science-medicine/brain-work>
9. Norman D. & Shallice T. Attention to action: willed and automatic control of behavior. *Consciousness and self-regulation*. 1986; 1-18. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1

10. Luria A. El cerebro en acción. 1st ed. Barcelona: Editorial Fontanella; 1974.
11. Aravena F. La vida entera de Phineas Gage. 1st ed. Chile: Ediciones B.; 2015.
12. Damasio A. El error de Descartes. 1s ed. Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello; 1994.
13. Vicmun. El histórico caso de Phineas Gage [Internet] [citado 29 marzo 2020]. <https://vicmun.com/stories/el-insolito-caso-de-phineas-gage/>
14. Ramos-Galarza, Carlos. Secuelas Neuropsicológicas en el Daño Cerebral Adquirido: Análisis de Casos. Universidad Tecnológica Indoamérica. 2018.
15. Harlow J. Recovery from the passage of an iron bar through the head. Massachusetts Medical Society. 1868; (2) 367-346.
16. Ardila A. & Ostrosky-Solís F. Desarrollo Histórico de las Funciones Ejecutivas. Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias. 2008; 8(1), 1-21.
17. Ramos-Galarza C., Ramos V., Jadán-Guerrero J., Lepe-Martínez N., Paredes-Núñez L., Gómez-García A., & Bolaños-Pasquel M. Conceptos Fundamentales en la Teoría Neuropsicológica. Revista Ecuatoriana de Neurología. 2017; 26(1), 1-8.
18. Norman D., & Shallice T. Attention to action: willed and automatic control of behavior. Consciousness and self-regulation. 1986; 1-18.
19. Echavarría L.M. Modelos explicativos de las funciones ejecutivas. Revista de Investigación en Psicología. 2017; 20(1). 237-247. <https://doi.org/10.15381/rinvp.v20i1.13367>
20. Anderson P. Assessment and development of executive function during childhood. Child Neuropsychology: A journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence. 2002; 8(2), 71-82.: <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
21. Tirapu-Ustárriz J., García-Molina P., Luna-Lario T., Roig-Rovira C. & Pelegrín-Valero. Modelos funcionales y control ejecutivo (II). Revista de Neurología. 2008; 46(12), 742-750. <https://doi.org/10.33588/rn.4612.2008252>
22. Gioia G., Isquith P., Retzlaff P. & Espy K. Confirmatory Factor Analysis of the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) in a Clinical Sample. Child Neuropsychology. 2002; 8(4),249-257. <https://doi.org/10.1076/chin.8.4.249.13513>
23. García-Molina A., Tirapu-Ustárriz J., & Roig-Rovira T. Validez ecológica en la exploración de las funciones ejecutiva. Anales de Psicología. 2007; 23(2), 289-299.
24. Soprano A. Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. Revista Neurológica. 2003; 37(11), 44-50. <https://doi.org/10.33588/rn.3701.2003237>
25. Flores Lázaro J. C., & Ostrosky-Shejef F. Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas. 1st. ed. Mexico: Manual Moderno; 2012.
26. Stuss DT, Levine B. Adult clinical neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. Annu Rev Psychol. 2002; 53:401-33. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135220>.
27. Delgado-Mejía I. & Etchepareborda M. Trastorno de las funciones ejecutivas diagnóstico y tratamiento. Revista Neurología. 2013; 57(1) 95-103. <https://doi.org/10.33588/rn.57S01.2013236>
28. Psicología y Mente. Las 47 Áreas de Broadman, y las regiones del cerebro que contienen [Internet]. 2020 [citado 15 octubre 2020]. <https://psicologiaymente.com/neurociencias/areas-broadmann>
29. Porflitt F.I., Rosas-Díaz R.R. Detrás de la escena: beneficios cognitivos de tocar un instrumento musical. Funciones ejecutivas, velocidad de procesamiento, inteligencia fluida y atención dividida. Estudios en Psicología. 2019; 40(2): 476-490. <https://doi.org/10.1080/02109395.2019.1601474>
30. Ambiado-Lillo M.M., Navarro J.J., Ibáñez-Alfonso J.A. Funciones Ejecutivas en Estudiantes con Trastorno Específico del Lenguaje al Comienzo de la Escolarización Básica. Revista Colombiana de Psicología. 2020; 29 (2). <https://doi.org/10.15446/rcp.v29n2.79390>
31. Morea A., Calvete E. Validación del Cuestionario Breve de Funciones Ejecutivas Webexec: Pruebas de rendimiento y síntomas psicológicos. Revista de Psicología Clínica en Niños y Adolescentes. 2020; 7(2):56-62. <https://doi.org/10.21134/rpcna.2020.07.2.7>
32. Mendoza Armenta, M., Valdez-Montero, C., Valle-Solís, M.O., Ahumada-Cortez, J.G., Gámez-Medina, M.E. Funciones ejecutivas, conducta sexual de riesgo y uso de drogas lícitas e ilícitas en adolescentes: Una revisión sistemática. Health and addictions: salud y drogas. 20 (1) 2020. <https://doi.org/10.21134/haaj.v20i1.483>
33. Lepe-Martínez, N., Cancino-Durán, F., Tapiavaldés, F., Gonzalez-San Martín, I., Ramos-Galarza, C. Desempeño en Funciones Ejecutivas de Adultos Mayores: Relación Con su Autonomía y Calidad de Vida. Revista Ecuatoriana de Neurología. 29 (1) 2020. <http://dx.doi.org/10.46997/revecuatneurol29100092>
34. Zegarra-Valdivia, J.A., Viza Vásquez, B.M. Niveles de Hemoglobina y Anemia en Niños: Implicancias Para el Desarrollo de Las Funciones Ejecutivas. Rev. Ecuat. Neurol. VOL 29 N° 1, 2020. <http://dx.doi.org/10.46997/revecuatneurol29100053>
35. Romero-López, M., Pichardo, M.C., Justicia-Arráez, A., Cano-García, F. Efecto del programa EFE-P en la mejora de las funciones ejecutivas en Educación Infantil. Revista de Psicodidáctica. 26 (1) 2020. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2020.08.001>
36. Pérez-Lalama, K., Urrutia, M., Mancheno-Durán, S., Balseca-Bolaños, D., Gamboa-Proañó, M.

- Estudio cuasiexperimental de la toma de decisiones, regulación del comportamiento y metacognición en hombres ecuatorianos. *Medwave* 2020; 20(3):e7855. <http://doi.org/10.5867/medwave.2020.03.7855>
37. Mar Gómez-Pérez, M., Dolores Calero, M. Análisis diferencial de las funciones ejecutivas en niños pertenecientes a familias desfavorecidas vs. niños con trastorno del espectro autista. *Anales de Psicología*. 36 (1) 2020. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.36.1.326531>
38. Bernal-Ruiz, F., Rodríguez-Vera, M., Ortega, A. Estimulación de las funciones ejecutivas y su influencia en el rendimiento académico en escolares de primero básico. *Interdisciplinaria*. 37(1) 2020. <http://dx.doi.org/10.16888/interd.2020.37.1.6>