

CAPÍTULO 7

Un acercamiento al concepto de las funciones ejecutivas (revisión de literatura)¹¹

An approach to the concept of executive functions (literature review)

Oscar Armando Erazo Santander

Universidad Santiago de Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-3380-2048>

✉ oscar.erazo01@usc.edu.co

Abraham Heriberto Mora Jimenez

Universidad Santiago de Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0001-6520-5961>

✉ abrahmoraj@usc.edu.co

Resumen. Un acercamiento, al concepto de las funciones ejecutivas, trata de sensibilizar a profesionales en ciencias sociales y de la salud mental, en el modelo neuropsicológico de las funciones ejecutivas. Se describen, en el primer apartado, los preceptos teóricos y conceptuales del proceso cognitivo, en el segundo, se referencian las diferentes funciones que hacen parte de este selecto grupo y se enfatiza en la planeación, control inhibitorio, flexibilidad y toma de decisiones.

El tercero, nombra la neuropsicología y las relaciones existentes entre áreas, circuitos y sistemas anatómicos del sistema nervioso central y su proyección con el funcionamiento ejecutivo. El cuarto, muestra de forma breve las propuestas teóricas, que explican la operacionalidad, revisando modelos de tipo conductual,

¹¹ Capítulo derivado del proyecto, “Programa de entrenamiento en funciones ejecutivas, para el mejoramiento de la dimensión cognitiva, afectiva y conductual, en niños y niñas de 8 a 10 años escolarizados, en instituciones educativas vulnerables”, presentado por Oscar A. Erazo S. Ph.D. Docente investigador del Programa de Psicología de la Universidad Santiago de Cali. Grupo de Investigación Fonoaudiología y Psicología. Financiado por la Dirección General de Investigaciones de la USC, aprobado por convocatoria DGI-003-2020, radicación 448-621120-1567 proyecto en desarrollo.

Cita este capítulo / Cite this chapter

Erazo Santander, O. A. y Mora Jimenez, A. H. (2022). Un acercamiento, al concepto de las funciones ejecutivas (revisión de literatura). En: Erazo Santander, O. A. (eds. científico). *Alcances en neurociencias cognitivas. Modelo para la fundamentación de la línea de investigación en neurociencias y neurodesarrollo.* (pp. 127-164). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

cognitivo y neuropsicológico, el quinto, nombra los cambios, modificaciones y diferencias ocasionados por la maduración y el desarrollo, con origen de tipo genético, pero con reflexiones sobre la influencia de la estimulación ambiental y el sexto, describe las deficiencias por procesos madurativos y trastornos generados por lesión.

Palabras clave: neuropsicología, función ejecutiva, desarrollo de las funciones ejecutivas, dificultades en funciones ejecutivas.

Abstract. An approach, to the concept of executive functions, tries to sensitize professionals in social sciences and mental health, in the neuropsychological model of executive functions. Describing, in the first section, the theoretical and conceptual precepts of the cognitive process, in the second, referring to the different functions that are part of this select group and emphasizing planning, inhibitory control, flexibility and decision-making.

The third names neuropsychology and the relationships between areas, circuits and anatomical systems of the central nervous system and its projection with executive functioning. The fourth briefly shows the theoretical proposals, which explain the operability, reviewing behavioral, cognitive and neuropsychological models, the fifth, names the changes, modifications and differences, caused by maturation and development, with genetic origin, but with reflections on the influence of environmental stimulation and the sixth, describes the deficiencies due to maturation processes and disorders generated by injury.

Keywords: neuropsychology, executive function, development of executive functions, difficulties in executive functions.

Sobre la función ejecutiva

Las funciones ejecutivas (FE), son un modelo neuropsicológico, producto de la acción y complejidad del sistema nervioso central (SNC), la corteza prefrontal y redes que conectan áreas corticales y subcorticales, siendo una operación que sucede después de la percepción y antes de la acción (Ardila, 2013; Aran y López, 2013; Marino, 2010).

La denominación de FE, no designa un proceso cognitivo, sino un conjunto de propiedades y habilidades, entre las que se cuenta al control inhibitorio, planeación, memoria de trabajo, atención, flexibilidad y toma de decisiones (Alameda-Bailen, Salguero-Alcañiz, Merchan-Clavellino y Paino-Quesada, 2014; Barkley, 2011; 2012; Canto, 2010; Cardona y Tamayo, 2015; García, 2012); su opera-

cionalidad le permite a los sujetos, tener autonomía, adaptabilidad, consciencia y empatía (Fernández-Olaria y Flórez, 2017; Robalino, 2013).

El reconocimiento del funcionamiento ejecutivo se inicia con los estudios que buscan comprender la funcionalidad del lóbulo frontal a inicios del siglo XIX (García, 2012), pero su apogeo conceptual, se da en el siglo XX con los trabajos de Luria, quien para los 80, describía un sistema nervioso central, decodificado funcionalmente en tres áreas. La primera de tipo alerta y motivacional (sistema límbico y reticular), la segunda de recepción, procesamiento y almacenamiento de información (áreas corticales y post-rolandicas) y la tercera de programación, control y verificación de actividad (corteza prefrontal).

El avance, en los estudios del desarrollo neurológico y mental, les permitió a autores como Lezak en 1983, definir las diferencias profundas, entre los procesos de tipo cognitivo y las funciones ejecutivas, nombrando a estas últimas, como de mayor jerarquía y en 1986 Baddeley, explica que la FE no es un dominio, sino, un conjunto de funciones y habilidades (Ardila y Ostrosky-Solis, 2008). Con la llegada de la neuroimagen en los 90 los límites de la corteza prefrontal (CPF) se extienden, y se descubre que no son exclusivas de esta región, sino, que tienden redes que comprometen estructuras corticales y subcorticales (sistema límbico y tálamo). La referencia conceptual, permite concluir que las FE, son un conjunto de habilidades neuropsicológicas, en las que se implican diferentes áreas y redes neuroanatómicas y variados procesos mentales, que concluyen en la acción de habilidades cognitivas, de importancia y jerarquía, en la definición e implicancia del ser humano (Ardila, 2013; García, 2012).

Las funciones ejecutivas y sus procesos

En las últimas décadas se ha considerado a la memoria de trabajo, la planificación y el control inhibitorio, como la base del funcionamiento ejecutivo. Pero la literatura ha referenciado, que estas tres habilidades son la estructura base para el desarrollo de múltiples funcionalidades y habilidades, como la atención sostenida (concentración), la flexibilidad, la fluidez verbal y motriz y la toma de decisiones (Aran y López, 2013; Orjales, 2000; Ruiz, 2013; Stelzer, Cervigni y Martino, 2010) y en la última década, se ha referenciado la cognición social, teoría de la mente, entre otras (Flórez y Ostrosky-Solís, 2008).

La memoria de trabajo (MT), es un subtipo de memoria a corto plazo que se mantiene (sostenimiento de información por breves espacios de tiempo), para ser procesada en línea, permitiendo acciones como aprendizaje, lectura, solución de problemas y desarrollo de procesos con proyección futura. Para Baddeley (1990 citado en García-Molina, Enseñat-Cantallos, Tirapu-Ustarroz

y Roig-Rovira, 2009) la MT tiene tres componentes. Un retén fonológico que administra información fonológica y del lenguaje, una agenda viso espacial con información viso constructiva, y un administrador central que define la acción y coordina los recuerdos (Pistoia, Abad-Mas y Etchepareborda, 2004; Stelzer, et al. 2010).

La planeación, es un proceso que integra la formación de secuencias y desarrollo de pasos intermedios, para el logro de metas a corto, mediano y largo plazo (Tsukiura, Fujii, & Takahashi, 2001 citado en Flores y Ostrosky-Solis, 2008); su funcionalidad permite dirigir la acción cognitiva y conductual, en procesos de programación futura, indirecta o inversa (González y Morales; 2017) y en todos los casos cumple el objetivo de anticipar los resultados y medir las consecuencias (Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006). Es un proceso de alta complejidad, en tanto requiere de la acción, de otras funciones como la MT, flexibilidad, inhibición, atención y toma de decisiones (Dale y Grady, 2013).

La inhibición es la capacidad para controlar el desarrollo de comportamientos automáticos o impulsivos, modificándolos, por acciones cognitivas de tipo consciente y planificada (Flores y Ostrosky-Solis; 2008). Su regulación, implica el control de tres procesos, el primero con implicación automática, regula las sensaciones y la atención, el segundo de tipo motivacional, se centra en la actuación de los pensamientos, recompensas y lenguaje y el tercero, ejecutivo, con regulación de procesos metacognitivos, motores y relaciones con la MT. Esta regulación le permite al sujeto, evitar la interferencia en la acción de una tarea en curso, pudiendo suprimir información que para el momento sea inútil (Slachetvsky, 2005 citado en González y Morales, 2017), además inhibe respuestas dominantes y ejecuta propuestas alternas (Gamboa, Monico y Triana, 2018).

La atención y su regulación, comprende, el control de la atención sostenida y selectiva, logrando la concentración y enfoque por periodos de tiempo. Junto con la flexibilidad, el proceso genera estrategias para cambiar o modificar, esquemas de resolución de problemas; cuando estos son ineficientes o existe una modificación del contexto, además, junto con el control inhibitorio, permite la organización de respuestas rápidas y automáticas, por acciones contingentes y fluidas (Flórez- Lazaro, 2016).

La fluidez, es la velocidad para procesar información, con la utilización de procesos cognitivos (búsqueda, actualización y producción de información). Inicia con la aparición del estímulo, organización cognitiva y ejecución de una respuesta. En la fluidez verbal, se hace uso de estructuras fonológicas, verbales, semánticas y búsqueda de palabras, que requieren de la activación del área de broca, en la fluidez motora, hay acción de áreas visoespaciales, constructivas y con implicación del lóbulo parietal.

La toma de decisiones (TD), es la capacidad para escoger una opción, en un ramillete de alternativas. La escogencia, implica consecuencias de adaptabilidad o de acción contraproducente para el sujeto. Hasta antes de las propuestas de Damásio, se consideraba a la TD, como un proceso racional, sin embargo, las explicaciones desde la neuropsicología refieren de un proceso, regulado por la acción de sensaciones, emociones y sentimientos y las cuales generarían una predisposición para el logro de una escogencia de decisiones conscientes (Damásio, 2009; García, 2012).

La predisposición de tipo emocional, antes que racional, emerge de la tesis del marcador somático (Bechara y Damásio, 2004), refiriendo la propiedad del SNC, para identificar estímulos con consecuencias positivas y negativas, a nivel biológico y según sus sensaciones. De esta forma el organismo, clasificaría a través de sensaciones agradables o desagradables, los estímulos provenientes del ambiente y según su clasificación, haría la TD, importante en términos de sensación, pero no en racionalidad.

Las respuestas, se desarrollarían a nivel biológico y molecular, por lo tanto, el sujeto, no tendría capacidad, para darse cuenta de estos procedimientos (Cardona y Tamayo, 2015; Gordillo, Arana, Salvador y Mestas, 2011; Michelini, Acuña y Godoy, 2016), permitiendo explicar las decisiones con consecuencia nociva o inútil, que tendrían un alto valor de sensación y recompensa, pero serían negativas para la adaptabilidad, como sucede en comportamientos obsesivo – compulsivos o de adicción (Alcázar-Corcoles, Verdejo-García, Bouzo-Saiz y Besos-Saldaña, 2010; Barez y Fernández, 2007; Canto, 2010; Cardona y Tamayo, 2015; Martínez-Lorca y Alonso-Sanz, 2003; Michelini, et al. 2016; Verdejo, Aguilar de Arcos y Pérez-García, 2004).

El avance en la construcción teórica y explicativa, sobre las FE, ha llevado a proponer a diversos autores, la existencia de otras funcionalidades, las cuales y al igual que las anteriores se caracterizan por ser de tipo jerárquico y que al parecer podrían estar en un nivel superior de las acciones cognitivas, como sucede en la función de abstracción, nombrada como la capacidad para percibir un amplio espectro de estimulación física y química, y que ayudaría en la comprensión y posterior procesamiento de la información. Su deficiencia se expresa en la pobre imaginación y desarrollo de capacidades intelectuales (Flórez y Ostrosky-Solis, 2008).

Shimamura (2000) y Stuss y Levine (2002) nombran a la metacognición, como un proceso con capacidad de generar monitoreo y control de otros procesos cognitivos, e implicando un modelo en niveles, en donde la metacognición sería un proceso superior. También está la mentalización, con la capacidad para pensar en lo que otra persona podría estar pensando (Shallice, 2001, citado en Flórez y Ostrosky-Solis, 2008) y en donde su deficiencia genera inhabilidades para la

empatía, interacción social, cognición social y procesos de lenguaje pragmático (Stuss y Levine, 2002).

Sobre la existencia y desarrollo de habilidades en el funcionamiento ejecutivo, no es apresurado concluir la posible continuidad en el nombramiento de nuevos procedimientos que permitan comprender, la amplia gama de posibilidades del desarrollo cognitivo. Una muestra de ello, son las propuestas de Barkley (2012) y Jiménez (2013), quienes refieren la existencia de dos tipos de FE. Las nombradas por los autores como FE frías, centradas en objetivos de conciencia y racionalidad, como la atención, MT, metacognición y planeación y relacionadas con la acción de la CPF dorsolateral y las FE cálidas, en los que se incluyen procesos con intervención, de sensación y emoción, como sucede en la toma de decisiones, regulación y control de conducta, motivación y desarrollo social, con vinculación de los procesos de la CPF ventro medial y órbita frontal.

Neuropsicología de las funciones ejecutivas

Las FE son una proyección de diversos sistemas neurológicos, entre los que se incluyen: 1) regiones neurológicas como la frontal, prefrontal y subcortical, 2) circuitos, 3) cito arquitectura y 4) la acción molecular y de neurotransmisores.

1.1.) La región frontal y prefrontal, es un área caracterizada por una alta interconexión, con regiones sensoriales y límbicas, lo cual le permite obtener recursos para el desarrollo de procesos cognitivos y del movimiento organizado (Bausela, 2005; Capilla-Gonzales, Fernandez-González, Campo, Maestu, Fernández-Lucas, Mulas y Ortiz, 2004; Flórez-Lazaro, 2016; Gómez, 2014). El área frontal, se encuentra ubicada por encima de la cisura central y a lado de la cisura de Rolando, presentando surcos de tipo superior e inferior y surcos pre central y central (Megina, 2012); contiene a la corteza premotora – motora y corteza prefrontal (CPF).

La corteza motora ocupa la mayor extensión de la circunvolución pre central, es amplia por arriba y estrecha por abajo, siendo el origen de las fibras del sistema piramidal que provienen de las neuronas motoras gigantes de Betz. La corteza motora primaria, también contribuye con fibras hacia el tracto córtico espinal y recibe fibras del núcleo ventrolateral del tálamo y el cerebelo; su principal neurotransmisor es el glutamato. Su acción es complementada por las múltiples conexiones que se estructuran con el giro post central del parietal, describiendo el desarrollo de procesos de táctiles y espaciales (Broche-Pérez, Herrera y Omar-Martinez, 2016).

La corteza premotora, es la región anterior de la zona motora (seis de Brodmann, por delante de la cuatro), con extensión a los giros frontales superior y medio. Su objetivo es la iniciación del movimiento voluntario, planificado, pro-

gramado y secuenciado en movimientos sucesivos, controlando continuamente las funciones motoras opuestas del cuerpo y en paralelo a las funciones regulares (Contreras, Catena, Cándido, Perales y Maldonado, 2008). Anterior a esta zona, está el campo visual motor central, encargado del control voluntario de los movimientos de los ojos, la lesión en esta zona produce la desviación del ojo, conjugada hacia el lado opuesto y en las que intervienen diversas áreas (8, 6, 4, 9, 46 de Brodmann) (Bausela-Herrera, 2012; Contretas, et al. 2008).

1.2) La CPF se ubica en la región anterior de la corteza premotora, abarca las áreas 9, 10, 11, 12 y 13 de Brodmann y ocupa el 30% de la corteza cerebral (Barez y Fernández, 2007) es una región de asociación terciaria y supra modal, porque no procesa estímulos sensoriales directos, sino, el desarrollo de sus productos. Está dividida en, corteza dorso lateral (áreas 9, 10, 46), corteza orbitofrontal (áreas 11, 12, 47) y corteza ventromedial (áreas 9, 10), las cuales están interconectadas con áreas subcorticales, por medio la corteza cingulada (áreas 24, 25, 32). (Tirapu-Ustarroz, et al. 2002; Tirapu-Ustarroz, García-Molina, Luna-Lario, Roig-Rovira y Pelegrin-Valero, 2008).

La corteza órbito frontal (COF) está ubicada en la porción inferior de las áreas 24, 25 y 32 y los sectores mediales 10, 11 y 12 de Brodmann. Su activación es somática, provocada por la información de la corteza sensorial de manera directa o con intermediación del tálamo. La porción medial de la COF se especializa en la decodificación de recompensas mientras que las porciones laterales evalúan castigos; por ejemplo, las acciones de reforzamiento primario, como el sabor es codificado por regiones posteriores, pero refuerzos secundarios como el dinero, tienen relación con la anterior. Su deficiencia, compromete las relaciones con la ínsula y el sistema límbico (hipocampo, amígdala), expresadas en deficiencia en la regulación de emociones, incapacidad para alterar decisiones a pesar de obtener resultados desventajosos, problemas de empatía y teoría de la mente (Martínez-Selva, Sánchez-Navarro, Bechara y Román, 2006).

La CPF ventro medial, integra los procesos entre la COF y corteza dorso lateral (CDL), evoca y actualiza estados emocionales durante y después de la toma de decisiones, actualiza las lecciones aprendidas y utiliza la información para guiar la acción con proyección futura. Integra información proyectándola hacia la amígdala, hipotálamo y núcleo del tronco cerebral. Su deficiencia se expresa en la no activación del marcador somático ante situaciones desventajosas, expresando funciones cognitivas normales, pero con deficiencias en conducta social, TD, procesamiento emocional y motivacional (Flores y Ostrosky-Solis, 2008; Verdejo, 2006).

La CPF dorso lateral, desarrolla funciones de memoria de trabajo, al permitir mostrar imágenes y procesos de lenguaje para la toma de decisiones; entre mayor sea la información, se tiene más posibilidades de generar procesos adapta-

tivos. Individuos con lesiones en esta área, pierden la posibilidad de tener claridad sobre la opción a elegir y desarrollan comportamientos impulsivos o sin inhibición, escogiendo acciones desventajosas y perdiendo facultades de atención, control y regulación de conducta (Cardona y Tamayo, 2015; Mariño, Castro y Torrado, 2012).

1.3) Las relaciones con la región subcortical incluyen a la corteza cingulada anterior, tálamo, amígdala, ganglios basales y cerebelo, entre otras (Broche-Pérez, et al. 2016; Martínez-Selva, et al. 2006). Por ejemplo, la relación con la amígdala implica las conexiones con CVM y COF lo que permite la decodificación emocional, la participación de mecanismos de castigo (interacción estriado ventral asociación estímulo – recompensa o castigo), aprendizaje de miedo condicionado y respuesta vegetativa de evitación; su deficiencia anula reacciones electro dérmicas ante respuestas de premios o castigos (Martínez-Selva, et al. 2006).

Con el cerebelo participa el circuito cortico–subcortical, junto con las estructuras prefrontales, que permiten procesos atencionales y TD, organizan la incertidumbre y predicción y junto con el prefrontal derecho y los ganglios basales del cerebelo; generan representaciones internas de distancias geográficas y eventos temporales, permitiendo aprender experiencias y ayudando en las decisiones (Gordillo, et al. 2011); mejora la MT, el procesamiento lingüístico, análisis de información espacial y condiciones de equilibrio y movimiento.

2) La fluidez de estos procesos cognitivos, motores y emocionales, es posible por la existencia de cinco circuitos, que comprometen la acción de la CPF y áreas subcorticales entre los que están:

a) circuito motor, originado en área motora y premotora del córtex frontal y parietal de tipo somato sensorial, proyectado hacia el putamen, pálido dorso lateral y núcleo ventromedial del tálamo, con retorno al córtex frontal. Su disfuncionalidad podría generar enlentecimiento motor. b) circuito óculo motor, con origen en áreas de control ocular del córtex frontal, con proyección hacia el cuerpo del núcleo caudado. Continúa a través del pálido dorso medial y de ahí al área ventral anterior del tálamo, para luego volver al lóbulo frontal. Su alteración produce fijación ocular.

c) circuito frontal dorso lateral, parte del córtex dorso lateral, proyectándose hacia la cabeza más dorso lateral del núcleo caudado y de ahí hacia el pálido dorso lateral, núcleo dorso medial y ventral anterior del tálamo, desde donde vuelve a proyectar al córtex dorso lateral; su disfunción produce sintomatología similar al síndrome disejecutivo (Bausela, 2007a; Blanco-Meléndez y Vera de la Puente, 2013; Dale y Grady, 2013).

d) circuito frontal orbito lateral; se origina en el córtex orbital lateral del prefrontal y se proyecta hacia el núcleo caudado y el pálido dorso medial, de ahí a los núcleos ventral anterior y medial dorsal del tálamo, para volver al córtex frontal orbital (García-Molina, et al. 2009) modulando el ajuste personal y social e inhibición de interferencia de estímulos externos e internos (autocontrol); y

e) circuito cingular anterior; se proyecta hacia el estriado ventral (límbico), tubérculo olfatorio y zonas del caudado y putamen ventromedial. El retorno se realiza a través del pálido rostro lateral y el núcleo dorso medial del tálamo, hacia el córtex cingular anterior. Su lesión se asocia a la presencia de apatía, reducción de iniciativa y mutismo a cinético y está implicado en la motivación y atención (Blanco-Meléndez y Vera de la Puente, 2013; Dale y Grady, 2013; Gazzaley y Espósito, 2013; Portellano, 2005).

3) La cito arquitectura de la corteza frontal describe la existencia de seis capas. La capa uno con pocos cuerpos celulares, conformada por fibras largas blancas que corren a través de la superficie horizontal, relacionando las áreas de la corteza con otras áreas. Las capas dos y tres con conexiones horizontales de proyección a pequeñas neuronas piramidales de áreas vecinas de la corteza. En la capa cuatro termina la mayoría de las fibras de entrada que contienen una alta porción de células estrelladas y la cinco y seis, presentan proyecciones de salida hacia las regiones subcorticales, con neuronas piramidales de axones descendientes largos. También presentan neuronas involucradas en circuitos corticales intrínsecos (Capilla-Gonzales, et al. 2004; Catala-Barcelo, 2002; Grafman, 2013); además la CPF tiene cito arquitectura de conexión para límbica, primaria, unimodal y hetero modal (Flórez, Ostrosky y Lozano, 2012; Jodar-Vicente, 2004; Marino, 2010; Orgar y Gorno-Tempini, 2007).

4) La acción molecular de diversos neurotransmisores interfiere en el proceso sináptico, comprometiendo la activación, inhibición y regulación de las diferentes redes que conectan las estructuras del funcionamiento ejecutivo y teniendo como dominancia, los neurotransmisores de serotonina, dopamina, noradrenalina, entre otros. (Corominas, Roncero, Bruguera y Casas, 2007; Flórez, y Ostrosky, 2012; Fernández-Olaria y Flórez, 2017; Miller y Cummings, 2013).

La serotonina o 5HT es una síntesis del triptófano hidroxilasa, la cual es transportada por la vesícula del mono amina, y metabolizada por el enzima mono amino oxidasa. Las células encargadas de esta síntesis se ubican en el núcleo dorsal y central superior del rafe el cual tiene proyecciones con la CPF (Papazian et al., 2006), su acción se asocia en la sensibilidad al reforzador, aprendizaje por reforzamiento, extinción, TD, emociones, cognición, función motora, ritmo circadiano y endocrino, conducta alimenticia, sexual y sueño. Su disminución, se asocia a alteraciones del control de impulsos y conductas de violencia.

La dopamina se activa por el sistema dopaminérgico, que incluye el área tegmental ventral y sustancia negra con proyección hacia el núcleo caudado, putamen del cuerpo estriado, estructuras límbicas y CPF. Existe relación entre la CPF y el núcleo accumbens, sus neuronas son nigroestriadas, mesocorticales y tuberhipofisales, su influencia permite la motivación, control emocional y cognición. Su deficiencia se expresa en problemas de MT e inhibición. La noradrenalina, es una síntesis de hidroxilación de dopamina y de la enzima dopamina β hidroxilasa, se relaciona con la atención sostenida, desempeño de tareas go-no-go, flexibilidad y MT (Orgar y Gorno-Tempini, 2007; Pedrero-Pérez, Ruiz-Sánchez de León, Rojo-Mota, Morales-Alonso, Pedrero-Aguilar, Lorenzo y Gonzales, 2016).

La regulación entre los sistemas de dopamina y serotonina, permite el balance de los procesos neuropsicológicos excitatorios e inhibitorios (Landa, Fernández-Montalvo y Tirapu, 2004), su deficiencia tiene como consecuencia el desarrollo de comportamientos cognitivos, afectivos y conductuales inadecuados y asociados a trastornos de personalidad, estado del ánimo y regulación de la conducta (Contreras, Ceric y Torrealba, 2008; Papazian, et al. 2006).

5) la proyección sistémica y organizada del SNC, permite el desarrollo oportuno de las FE. Como ejemplo, se tiene la memoria de trabajo, la cual es consecuencia de la activación de la CPF dorsolateral, ventrolateral y parietal superior, pero con diferencias según la información (verbal o espacial) o procesamiento (mantenimiento o manipulación). El mantenimiento, está asociado a la CPF ventrolateral izquierda y la manipulación a la CPF dorsolateral derecha (Tirapu- Ustarruz, et al. 2008).

La toma de decisiones es un producto de las redes fronto-estriatales, amígdala, corteza cingulada anterior y corteza orbitofrontal (Stelzer, et al. 2010; Najul y Witzke, 2008). Su acción, según Damásio (citado en Martínez-Selva, et al. 2006) implica a la CVM en la definición de información sensorial, mnésica y emocional, la amígdala, para la monitorización e inhibición de respuesta y la corteza cingulada, y la corteza dorso lateral para la acción de la MT.

En complementación Bechara, explica que existe la posibilidad de desarrollar dos sistemas de conexión. El primero de tipo impulsivo con función de la amígdala, indicando placer o dolor y generación de respuestas motrices, viscerales rápidas y un segundo reflexivo basado en la CPF ventromedial, sensible a las consecuencias con uso de memoria para suscitar respuestas emocionales que guíen decisiones (Martínez-Selva, et al. 2006).

El control inhibitorio, es una consecuencia de la red de circunvoluciones frontal medial e inferior, frontal-límbica, porción anterior de la ínsula y lóbulo parietal inferior del hemisferio derecho. En estudios con pruebas go-no-go, es frecuente

la activación de la CPF ventrolateral y dorsolateral, corteza cingulada anterior, lóbulo parietal superior izquierdo, temporal derecho y porción derecha del cerebelo (Miller, 2007). Neurológicamente se considera a la CVM, como su centro de acción (Papazian, et al., 2006), sin embargo, su funcionalidad depende de la maduración de toda la CPF y la estructuración de redes con el cíngulo, cuerpo estriado y tálamo (González y Morales, 2017). En sujetos con diagnóstico de trastornos por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) se ha identificado la reducción de la CPF ventrolateral derecha (Puentes, Jiménez y Pineda, 2015).

La atención según Posner & Rothbart (2009 citados en Stelzer, Cervigni y Martino, 2010) tiene la existencia de tres sistemas, a) el sistema de alerta, asociado al tálamo, las cortezas frontal y parietal e integradas a neurotransmisores como la norepinefrina, b) sistema de orientación, de tipo visual con la región superior e inferior del lóbulo parietal, los campos frontales de la visión y ciertas áreas sub-corticales (colículo superior y núcleo pulvinar y reticular del tálamo) e integrado al sistema colinérgico asentado en el prosencefalo y c) la red de control ejecutivo vinculada a la corteza cingulada anterior, CDL y sistema dopaminérgico del área tegmental ventral (Amici & Boxer, 2013; Bausela, 2014).

Además las FE, tendrían procesos de lateralización; por ejemplo, la toma de decisiones tiene mayor implicación con la CPF izquierda, relacionándose con el lenguaje y permitiendo una mejor representación interna, con guía de conductas activas de recompensa y castigo, a diferencia la CPF derecha estaría implicada en la función viso espacial, representaciones externas o ambientales y permitiendo afrontar nuevas situaciones (Contreras, Ceric y Torrealba, 2008; Gómez-Beldarrain y García-Monco, 2006).

Modelos del funcionamiento ejecutivo

La operacionalidad del funcionamiento ejecutivo, se describe en cuatro propuestas que son, la conductual, cognitiva, neuropsicológica de origen ruso y americana, y de operacionalidad cognitiva (Bausela, 2014; Tirapu-Ustarroz y Luna-Lario, 2013). La conductual, considera que el FE es un proceso aprendido a través de condicionamiento clásico y operante, sin embargo, en esta propuesta existen dos escuelas, la primera considera que el aprendizaje, es producto de la interacción entre el estímulo y la respuesta, sin acción de la estructura mental (conductismo metafísico) y la segunda, refiere la acción del estímulo y la respuesta, con inclusión de procesos cerebrales como mecanismos de aprendizaje (conductismo metodológico) (Ribes, 1982, citado en Jiménez, 2013).

La propuesta cognitiva, considera que la FE es producto de la interacción entre el ambiente y la mente. Posición que se divide en promotores del procesamiento

de la información, que asumen la metáfora del computador, con procesos cognitivos secuencializados y jerarquizados, y los conexionistas, que consideran la integración de modelos matemáticos y neurales, en donde el SNC es subyacente a los procesos cognitivos, actuando como, a) procesador y mediador de acciones inferiores y superiores (memoria de trabajo de Baddeley, sistemas atencionales de Normal y Shallice o redes atencionales de Posner) o b) sinónimo de meta cognición con procesos de planificación, supervisión y auto regulación (teoría de la mente, control y complejidad cognitiva).

El modelo neuropsicológico ruso de Vygotsky, Luria y Leontiev, comprende a las FE como resultado de la interacción adaptativa del sujeto y el ambiente biológico y social, permitiendo la estructuración y funcionalidad de un SNC en tres unidades, 1) unidad energética, encargada de la regulación del tono, vigilia y estados mentales, regulando la formación reticular ascendente y descendente de la corteza cerebral, 2) unidad de recepción y elaboración de la información exteroceptiva de las áreas primarias temporal, occipital y parietal y 3) programación y control de movimiento y acciones voluntarias desarrolladas en la CPF (Luria, 1985, citado en Jiménez, 2013).

Por su parte el modelo americano, da crédito a las acciones especializadas de la CPF, como la orbito frontal responsable de la regulación emocional, toma de decisiones, personalidad, o la dorsolateral, encargada del comportamiento, lenguaje, razonamiento y organización temporal y medial de la voluntad, la espontaneidad, la apatía, la ética y la moral.

Autores como Tirapu-Ustarroz et al. (2008), promueven el desarrollo de propuestas que explican la operacionalidad y funcionalidad, nombrando al menos la existencia de dos modelos. El primero de sistema simple, denominado así, porque intenta definir un solo proceso o habilidad de FE, como, la teoría de información contextual de Cohen o inteligencia fluida y un segundo, de procesos múltiples, con el objetivo de explicar la funcionalidad de diversas funciones e intentando establecer las relaciones de integración y de la acción; un ejemplo de sistemas simples, son nombrados en los siguientes modelos.

El modelo jerárquico de Stuss y Benson (citado en Tirapu-Ustarroz, et al. 2008; Rebollo y Montiel, 2006) describe un proceso jerarquizado en tres niveles, 1) autoconciencia (evalúa y monitoriza la experiencia), 2) control ejecutivo (anticipación, objetivos, formulación y planificación) y 3) función de, a) impulso (iniciar y mantener actividad mental y motriz) y b) organización temporal (mantener secuencia, control de acciones, anticipación).

El modelo de niveles de conciencia de Zelazo (citado en, Aran y López, 2013), describe la forma para generar reglas de resolución de problemas, iniciando por acciones de representaciones primitivas (objetos intencionales), procesados en ni-

veles de conciencia que concluyen en resultados complejos jerárquicos de control del pensamiento y acción.

El modelo de la teoría de complejidad cognitiva y control (CCC), nombra la existencia de un macro constructo para la resolución de problemas en cuatro procesos, 1) representación del problema, 2) selección del plan de acción, 3) ejecución del plano y 4) evaluación (Aran y López, 2013; Tirapu-Ustarroz, et. Al. 2008); el modelo de sistemas jerárquicos de competencia de Marcovith y Zelazo (2006, citado en Aran y Lopez, 2013) nombra la existencia de dos sistemas, a) sistema de hábito que depende de la experiencia y b) sistema de representación mental, que permite la reflexión sobre el comportamiento. Los dos sistemas compiten para guiar el comportamiento y solo es con la reflexión cuando un comportamiento define el procedimiento a seguir.

El modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch, describe como se sostiene, manipula y transforma la información a través de tres componentes, a) bucle fonológico (almacén fonológico, repaso articulatorio, habla interna, lenguaje y sintaxis), b) agenda viso espacial (imágenes viso espaciales, percepción, orientación y direccionalidad de movimientos espaciales) y c) ejecutivo central (estrategia, operación de control, representaciones de memoria de largo plazo, inhibición, marcado temporal y codificación contextual) (Bausela, 2005; García, 2012).

El modelo de sistema atencional supervisor (SAS) de Norman y Shallice (citado en García, 2012), explica su activación por anticipación, planificación y monitorización e intervención de la memoria de trabajo y la atención. En donde se integra el mecanismo de programador de contienda, que evalúa y ajusta el comportamiento rutinario y el sistema atencional supervisor, que lo hace ante procedimientos novedosos, como la toma de decisión planificada y la inhibición de procesos tradicionales.

El modelo de marcador somático de Damásio y Bechara (citado en Tirapu-Ustarroz, et al. 2008; García, 2012), referencia la dinámica en toma de decisiones a través del aprendizaje innato y adquirido, que marca experiencias como positivas o negativas construidas por las sensaciones corporales. El marcador aprendido identificaría la estimulación procesada por estructuras subcorticales (tallo cerebral, prosencéfalo basal, amígdala, cíngulo anterior e hipotálamo) y otorgaría una valoración positiva o negativa emocional, transfiriendo la información hacia la corteza, organizándolas en actividades cognitivas y ejecutivas.

En los modelos múltiples, Tirapu-Ustarroz et al. (2008) incluyen propuestas teóricas, que nombran la integración de diferentes modelos simples, pero que son utilizados para explicar la complejidad del FE, estableciendo relaciones y formas de organización; un ejemplo, es la propia propuesta del autor, el cual incluye la descripción del modelo de memoria de trabajo de Baddeley, funciones

jerarquizadas de Stuss y Benson, el sistema atencional supervisor de Shallice y la hipótesis del marcador somático de Damasio.

El proceso iniciaría con la estimulación captada por el sistema sensorial y perceptual que accede a la memoria declarativa y la memoria a largo plazo, generando respuestas automáticas y con la intervención del sistema atencional supervisor. Estos procedimientos activarían el funcionamiento complejo del programador de contienda, integrando la memoria de trabajo y el marcador somático, permitiendo la activación o inhibición de redes de organización automática y compleja dependiente de la toma de decisiones.

Otro modelo múltiple, es el de Barkley (2011) quien referencia a la inhibición como centro de los procesos ejecutivos, realizando auto regulación, autocontrol y demora en las decisiones, permitiéndole el control de la respuesta prepotente, interrupción de una respuesta y control de interferencia, estas acciones mejoran la memoria de trabajo no verbal-verbal, la internalización del lenguaje, la autorregulación del afecto- motivacional – arousal y la reconstitución (Aran, 2011).

La teoría de los modelos factoriales, explica la estructura de las FE a partir de subcomponentes. Su confiabilidad es el resultado de técnicas estadísticas basadas en el análisis factorial y correlacional que aborda dimensiones integradas, en la actualización (monitorización, manipulación, actualización y memoria de trabajo), inhibición y alternancia (cambio de manera flexible de operaciones mentales) (Aran y López, 2013; Bausela, 2014; Flórez y Ostrosky, 2012).

La búsqueda, por la explicación y la operacionalidad de un proceso ejecutivo, puede ser tan compleja, que el mismo dominio puede generar su propia línea de investigación paradigmática, como sucede con el proceso de TD, en el cual se identifican cuatro escuelas de fundamentación conceptual. La primera define las condiciones neurológicas que desarrollan la estimulación – activación – decisión y conducta, la segunda, profundiza la acción de tipo cognitivo, basada en el análisis del aprendizaje – estructuras mentales – formas de escogencia – definición y desarrollo de conducta, la tercera busca la integración de las dos estructuras (Jiménez, 2013) y la cuarta estudia la coherencia y adaptabilidad de las decisiones en relación al individuo y los contextos (Contreras, Catena, Candido, Perales y Maldonado, 2008; García, 2012; Verdejo-García, y Bechara, 2010).

Un ejemplo, es el nombrado por Cardona y Tamayo (2015), el cual describe a la TD, como producto de los estímulos activadores de procesos de percepción y desencadenamiento de acciones, con activación memorística. La memoria que contiene recuerdos de tipo semántico, físico y procedimental, en conjunto con el raciocinio y la conciencia escogería los recuerdos que permitirían la TD ante la incertidumbre. La escogencia de esta memoria ejecutaría conductas coherentes. Canto (2010) y Arellanes – Hernández, Díaz-Negrete, Wagner-Acheagaray y Pé-

rez-Islas (2004) agregan que la memoria escogida tendría contenido sobre consecuencias positivas y de bajo riesgo, permitiendo acciones cognitivas y fluidas, un ejemplo son los sesgos cognitivos, que permiten respuestas rápidas ante la incertidumbre (Mogedas y Alameda, 2011).

Por su parte, Barkley (2012) considera que la auto regulación es el proceso encargado de definir las decisiones y permitir el retraso en la ejecución de una meta. Esta habilidad, sería un producto de la autodirección e internalización del habla, esta última, regularía los procesos cognitivos y acciones conductuales, expresadas en la intimidad de la conciencia. El logro del control cognitivo, retraso de metas y acciones, concluyen en auto regulación de acciones sensoriomotoras auto dirigidas y coordinadas por comportamientos guiados por la conciencia.

Para Ernst y Paulus (2005 citado en Arbaiza, 2014) la TD, es una FE de mayor complejidad implicando procesos cognitivos y neurológicos, divididos en tres etapas. La primera denominada evaluación y selección de preferencias, incluyendo la selección de estímulos con posibilidad de planificación de comportamiento y activando redes neuronales que soportan la MT (CPF, corteza cingulada anterior), integrando la incertidumbre (hipocampo, giro temporal superior) y activando las estructuras emocionales (CPF ventro medial, amígdala e ínsula anterior), se hace la selección de preferencias según rasgos físicos de características previas de resultados (valencias positiva y negativa), notabilidad (intensidad-magnitud), probabilidad (certeza), tiempo (demora), valores relativos, número de opciones, experiencias previas y contextos internos – externos de decisiones ya tomadas.

La segunda etapa, implicaría la selección y ejecución de una acción – meta, dependiendo de la competencia entre las acciones que tienen que ser suprimidas e inhibidas y monitorizadas como la corrección de errores, tiempo de acción, planificación, corrección de anormalidades en acciones iniciadas prematuramente (impulsividad), acciones incompletas (fragmentaciones de comportamiento), demora o acción poco motivada (retraso psicomotor) e implicando áreas como el estriado dorsal y ventral, el núcleo accumbens, modulación de aspectos motivacionales de acción y área motora suplementaria. La tercera sería de experiencia y evaluación del resultado, clave para ajuste y adaptación de los valores e implicando la acción de la amígdala, núcleo accumbens, COF e ínsula.

Por último, se referenciará la propuesta del marcador somático (Damásio, 2009; Mogedas y Alameda, 2011), el cual es un dispositivo de predisposición, que se adquiere en forma de aprendizaje como resultado de la interacción entre el estímulo y la respuesta neurológica; cuando esta experiencia genera condiciones castigantes o de pérdida, la respuesta corporal genera sensaciones químicas y anatómicas de desagrado, pero si la experiencia es positiva o ganancia, la res-

puesta corporal son sensaciones de placer y recompensa. A este aprendizaje de respuesta biológica y del sistema cerebral de forma predisponente es lo que se denomina marcador somático.

Por lo tanto, cuando el estímulo activa el SNC, el organismo ya ha generado una respuesta que, si tiene valencia positiva, incrementa la generación de sensaciones y motiva procedimientos neurológicos y cognitivos, pero si es de valencia negativa predispone al cerebro a desarrollar comportamientos de evitación. Por lo tanto, ante la decisión hecha por el marcador somático, el cerebro continúa el desarrollo de comportamientos cognitivos y conductuales ya definidos, pero sin conciencia activa de estos procedimientos. Esta acción es definida como intuición.

A nivel neurológico, la respuesta es producto de una asociación entre áreas subcorticales y corticales de desarrollo progresivo. Inicia con la activación de núcleos subcorticales, tallo cerebral, cerebelo, región meso límbica, amígdala, corteza cingulada anterior y núcleo caudado, generando respuestas innatas que incluyen estados corporales, procesos biorreguladores y emociones. La activación hacia la COF y CVM, actuaría en zonas de convergencia, asociando la conducta y la emoción (Canto, 2010; Damásio 2009, Dante, 2006) su proyección, hacia la CDL permitiría operaciones mentales especializadas, como imágenes sensoriales, MT, razonamiento y organización de la conducta (Barez y Fernandez, 2007; Mogedas y Alameda, 2011; Tirapu-Ustarroz, Cordero-Andrés, Luna-Lario y Hernaez-Goñi, 2017).

Un ejemplo de activación basado en emociones, está en el sentimiento del miedo, que ante un estímulo identificado por el marcador somático, genera respuestas corporales que rápidamente evolucionan a comportamientos y en donde el individuo, no es consciente del procedimiento, solo, hasta cuando ya ha terminado el comportamiento (Bechara y Damásio, 2004); en personas con lesiones en áreas órbito o ventro medial, generan comportamientos con miopía del futuro, una incapacidad, que no permite predecir los castigos o consecuencias negativas, dejando a merced el organismo, ante decisiones con respuestas de recompensa, a pesar de las consecuencias graves futuras, como sucede en el comportamiento impulsivo o la adicción (Alameda-Bailen et al. 2014; Claro, 2010).

Maduración y desarrollo de las FE, la diferencia entre los sujetos

Desde el nacimiento y hasta la segunda década de vida posnatal, el cerebro muestra modelos de secuencias particulares, incluyendo procesos de arborización dendrítica, sinaptogénesis, desarrollo axonal, mielinización, desarrollo de sistemas de neurotransmisión y parcelación. Moldeándose, en forma de proto mapa con predisposición genética y respondiendo a predeterminados marcadores molecu-

lares intrínsecos, pero también como proto córtex, de tipo ontogenético, dependiendo de las proyecciones del tálamo, activadas por la estimulación ambiental. Un ejemplo, es el desarrollo de los surcos primarios en donde la cisura de Silvio es esculpida como una respuesta genética, pero los surcos secundarios, como el surco frontal inferior dependen del contexto (Roselli & Matute, 2010, citado en Florez y Ostrosky, 2012).

La maduración y el desarrollo de las FE son un producto de las modificaciones continuas del SNC, que se definen por, a) maduración de áreas específicas como la CPF - dorso lateral, b) especialización interactiva y organización de diversas regiones corticales y c) aprendizaje de habilidades (Flórez-Lazaro, Castillo-Preciado y Jiménez-Miramonte, 2014; García-Molina, et al. 2009) y neuro plasticidad (Portellano, 2005).

En la adolescencia, la maduración de vías nerviosas de sustancia blanca, inicia su desarrollo en un patrón de eje vertical, iniciando en las estructuras subcorticales y continuando hacia estructuras corticales; en la corteza mantiene una dirección horizontal (inicio en zonas primarias, hacia zonas de asociación) con cambios en el mismo hemisferio (maduración interhemisférica) y después con conexión interhemisférica (Roselli & Matute, 2010 citado en Flórez y Ostrosky, 2012; Fernández-Olaria y Flórez, 2017; Florez-Lazaro, Castillo-Preciado y Jiménez-Miramonte, 2014).

La mielinización, se modifica en forma secuencial y en dos formas, a) por citoarquitectura, desde la zona sensorial a la motora, con proyección y asociación (primaria, secundaria y terciaria) y b) por áreas centrales, mielinizando áreas polares y zonas posteriores primero que las anteriores.

Según García-Molina et al. (2009) y Ruiz (2013) los estudios que utilizan resonancia magnética describen que a la edad de los 10 años la CPF derecha tiene mayor organización de axones, que la CPF izquierda, pero en la adolescencia la CDL en diferencia a la COF y debido a la poda sináptica, se muestra una disminución en la densidad neuronal, la cual es continua hasta la adultez, implicando la especialización de redes como producto de tareas ejecutivas y reducción de sustancia gris. Se especializan áreas corticales, redes y estructuras de forma jerarquizada y cito arquitectónica, según su relevancia y en un proceso denominado parcelación. En estudios con neuroimagen se identifica que a la edad de 7 años y ante tareas ejecutivas existe actividad en áreas frontales y subcorticales, pero en la adolescencia esta actividad se reduce y focaliza, mostrando la especialización de las áreas comprometidas (Fernández-Olaria y Flórez, 2017; Robert et al. 2013; Sastre-Riba, Merino-Moreno y Poch-Olive, 2007; Flórez y Ostrosky, 2012). Se producen cambios en procesos de neurotransmisión, receptores y redes. En los receptores hay etapas de aparición, aumento y declinación en densidad, por ejemplo, los receptores de gaba, declinan en las primeras semanas del nacimien-

to y los de acetilcolina antes, pero pasado este momento, se mantienen hasta los 10 años, al igual que los sitios de enlace por poda sináptica.

Según la cantidad, Bonci & Susan (2013) nombran que los primates, muestran incremento de serotonina hasta la sexta semana posnatal con incrementos leves hasta la adultez, pero con la dopamina el desarrollo es lento, aumentando con la edad, permitiendo el crecimiento hasta la adolescencia de axones con tiroxina hidroxilasa (enzima metabólica de dopamina) y fibras dopaminérgicas, en diferencia de inervaciones de serotonina y fibras gabaérgicas que alcanzan valores de adulto, en la segunda semana posnatal.

Mostrando que los sistemas gabaérgicos y serotoninérgicos maduran primero, en diferencia del dopaminérgico que madura de forma tardía (Robert, Benoit y Caci, 2013); de igual forma en mamíferos de etapa infantil, existe mayor densidad de norepinefrina y noradrenalina, influyentes en el desarrollo de sustancia blanca en la CPF.

La alta activación de dopamina y en especial, en ciertas etapas del desarrollo como la adolescencia, tiene relación con la estimulación del núcleo accumbens y su regulación a neurotransmisores de serotonina. Sin embargo, la irregularidad en estos neurotransmisores genera deficiencias en procesos cognitivos, ejecutivos y del comportamiento relacionados con el desarrollo de la CPF dorsolateral, pero su organizada activación permite el desarrollo de conexiones entre la región subcortical y cortical (Catala-Barcelo, 2002; Capilla-Gonzales, et al. 2004).

El desarrollo tardío y la diferencia entre los sujetos

El desarrollo de las FE implica procesos hasta la segunda década de vida. Existen periodos de mayor desarrollo y mielinización, entre el nacimiento y los dos años, los siete y nueve años y por último en la adolescencia entre los 16 a los 19 años (Roselli & Matute, 2010, citado en Florez y Ostrosky, 2012); los resultados de estos procesos terminan con la modificación del SNC y con cambios que muestran unas FE, cada vez más calificadas. Pero si bien estos procesos, podrían describirse de forma progresiva y lineal, la evidencia ha indicado, que este funcionamiento es diferencial, teniendo que identificarse procesos que maduran de forma muy temprana, temprana, intermedia y tardía (Florez y Ostrosky, 2012).

Entre los procesos que se desarrollan de manera muy temprana, están los que inician con la maduración de la COF, expresada en la regulación de toma de decisiones y aprendizaje de marcadores somáticos, identificable desde los cuatro años, con un máximo a los ocho y manteniéndose en similares valores hasta la adolescencia. Su medición, es un logro del test de cartas de Bechara para la TD y aprendizaje de marcadores somáticos.

En la etapa temprana, es identificable el control inhibitorio medido con el test stroop, identificado desde los cuatro años con un punto máximo a los nueve. En procesos como la automatización de la lectura, el inicio se registra a los siete, implicando la maduración de la CVM y el ingreso al uso de las reglas con óptimo desempeño a los nueve, describiendo flexibilidad y maduración entre la COF y CVM (Dale y Grady, 2013; Florez y Ostrosky, 2012); la MT visual, se mide desde los nueve, con un máximo a los once años, siendo congruente por la complejización de procesos que identifican objetos, personas, escalas y siendo una muestra de la maduración de la CDL.

La etapa intermedia, se desarrolla desde los 12, hasta un máximo de 20 años, mostrando avances en la flexibilidad mental, utilizada en inhibición de programas automáticos y creación de estrategias inteligentes y relacionada con las conexiones de la CDL izquierda, la solución de laberintos, movimientos contra intuitivos y procesos de torres de Hanoi; llega a un punto máximo a los quince y el procesamiento de riesgo y beneficio, asociada al marcador somático, mejora con la regulación de sentimientos y TD consientes, asociados a la maduración de la COF y CDL; también mejora la memoria de trabajo viso-espacial, verbal y numérica, con avances en procesos y secuencia inversa y por la maduración de la CDL (Fuenmayor y Saavedra, 2015).

En los seres humanos, como se ha descrito, el mejoramiento de las funciones ejecutivas se inscribe en un proceso de desarrollo biológico, cronológico y con cambios progresivos de tipo cognitivo y conductual. Es frecuente identificar diferencias, como sucede en el desarrollo tardío, caracterizado por la demostración de un proceso ejecutivo, que llega a un máximo después de un lapso de dos décadas de vida ya que su madurez, es diferencial a los otros procesos cognitivos.

Por ejemplo, la maduración de la fluidez verbal, mostrada en su punto máximo a los 16 años y producto de la especialización de la CPF dorsolateral izquierda y área de broca, con modificaciones en la sustancia blanca por el desarrollo escolar (Florez y Ostrosky, 2012) o el pensamiento abstracto que mejora progresivamente desde los 11, hasta llegar a un proceso formal a los 20; se han identificado puntos máximos a los 25 años (Araujo; 2012, citado en Blaco-Melendez y Vera de la Puente, 2013), demostrado por la capacidad de clasificación, inducción y abstracción, además por la integración del sentido figurado y meta cognición, mostrando madurez de la CVM (Papazian, et al. 2006; Florez y Ostrosky, 2012; Flórez-Lazaro, et al. 2014).

La inhibición tiene un inicio de desarrollo temprano, debido a su involucramiento en casi todas las FE, es definida por la medición desde el primer año, con prueba de A no B o respuesta demorada y a los cinco años, con el test tipo stroop, muestra un máximo de desarrollo, entre los nueve y los doce años; sin embargo, este com-

portamiento es variable hasta los veinte (Papazian, et al. 2006; Puentes, Jiménez y Pineda, 2015).

Similar, condición se da en la planeación, la cual, a los tres años, es identificable con metas y propósitos simples, a través de torres de Hanoi y Londres y solo hasta los trece, los resultados son similares a los del adulto. Pero en pruebas de torres de México, el proceso, se describe desde los nueve, siendo progresiva, entre los 10 y 16 y seis años; sin embargo, existen sujetos, que, en esta etapa, no muestran avance progresivo, sino de estancamiento o incluso de regresión, mostrado descenso en esta función, y mostrándose con estrategias arriesgadas, hasta los 29 años (Roselli & Matute, 2010, citado en Flórez y Ostrosky, 2012).

En la toma de decisiones, su identificación se inicia entre los 4 y los 5 años, con progreso y estabilización a los 8 y casi hasta llegar la adolescencia (Flórez-Lazaro, Castillo-Preciado y Jiménez-Miramonte, 2014) con comportamientos de juego reflexivo, no impulsivo (Tirapu-Ustarroz, et al. 2017) y propiedades de acción social adaptativa (García, 2012). Sin embargo, en la adolescencia, los resultados se modifican hacia comportamiento ineficiente, toma de riesgos, desinhibición y tendencia a la recompensa. Resultados que se mantienen entre los 12 y los 25 años (Rosselli, Jurado y Matute, 2008; Michelini, et al. 2016).

Posiblemente, estos cambios, que son progresivos, y que de forma sorpresiva, se modifican indicando regresión o el desarrollo de procesos de forma diferencial, sean el producto de cambios biológicos, hormonales y de mayor acción de la dopamina en el cerebro (Roselli & Matute, 2010, citado en Florez y Ostrosky, 2012), también por la inmadurez en la adolescencia y por la falta o aumento de redes que conectan la estructura subcortical (sistema límbico) y cortical (CPF), lo cual permitiría el control de los procesos socioemocionales (Tirapu-Ustarroz y Luna-Lario, 2013).

Esta variabilidad diferencial, también se muestra en procesos según el género, por ejemplo, los procesos de sinaptogénesis, poda, mielinización y aumento de zona gris, en las mujeres, se muestra a los 11 años, pero en los hombres solo aparece hasta los 12 y existen cambios en la generación de conexiones entre la CPF y la estructura límbica y relacionados con el mejoramiento del pensamiento y la inteligencia, que son descritos entre los 15 y 18 años, con variabilidad según el género (Piaget e Inhelder, 2005).

La diferenciación de los procesos madurativos, la cual es una expresión de un funcionamiento neuropsicológico diferencial entre los sujetos (Oliva, 2007) y que para algunos es tardío, algo demostrado por la demora en la acción óptima del FE, tiene su origen en los procesos de estimulación y la acción ambiental (Michelini, et al. 2016) y en los que intervienen las acciones de escolaridad, familia y sociedad (Dante, 2006; García, 2012; Gordillo, et al. 2011).

El positivo funcionamiento de las FE, dependen de los procesos de maduración, los cuales no son exclusivos de procesos biológicos, sino, por interacciones de procesos ambientales. La deficiencia de alguno llevaría a la generación de consecuencias en las FE (Fernández-Olaria y Flórez, 2017; Flórez y Ostrosky, 2012; Rosselli, Jurado y Matute, 2008); está notable interacción, es nombrada por Luria (1977, citado en Moreno y Bonilla, 2013) al referir que los procesos neuropsicológicos, son el resultado de estructuras corticales altamente especializadas, pero con dependencia ambiental, y al ser ésta última una variable de difícil control, es común encontrar un desarrollo no lineal, con características neuropsicológicas fuertes y débiles.

Un ejemplo de estas acciones, se muestra en estudios de tipo relacional, entre las pautas de crianza y la inteligencia, en donde se identifica que las pautas de tipo maltratante y violenta en los niños aumentan los niveles de catecolaminas, utilizados para la conducta de evasión, defensa y ataque; su síntesis elevada reduce la liberación de dopamina y norepinefrina, utilizada en el desarrollo de redes en regiones temporales, posteriores y subcorticales, acción que llevaría a reducir el desarrollo del SNC y a mostrar sujetos con una merma en procesos de motivación e inteligencia (Jodar-Vicente, 2004).

Similar situación, se identifica en hijos de madres en condición de pobreza, deficiente interacción (González y Morales, 2017) y deficiencia alimentaria, relacionados con reducción en habilidades de planeación, inhibición y toma de decisiones; por el contrario, los estudios que muestran a madres con mejores niveles educativos, estratos económicos altos y con mayor posibilidad de interacción, lenguaje y juego con sus hijos, muestran un mejor desempeño cognitivo de sus hijos (Musso; 2010).

El estancamiento de los procesos madurativos en las FE, no solo generan la disfunción en la habilidad, sino, que afectan el desarrollo en general, como lo refiere Suarez (2010) al describir a pacientes suicidas –entre el 2007 y 2009– de la sala de emergencia del Hospital Universitario Moncaleano Hernando Perdoma, quienes al tener múltiples problemas personales y sociales que se asociaban a deficiencias para controlar impulsos y resolver problemas; cuando los infantes han experimentado hechos traumáticos de violencia, se muestran alteraciones de plasticidad inadecuada en la COF, con implicación en la generación de agnosia moral (Abad-Mas, Ruiz-Andrés, Moreno-Madrid, Sirera-Conca, Cornesse, Delgado-Mejía y Etchepareborda, 2011; Jiménez, 2013; López, 2008).

La referencia, sobre la existencia de dificultades en las FE, sin explicación neurológica pero inherente a la acción madurativa, es lo que llevó a plantear a McCarthy (1974, citado en Moreno y Bonilla, 2013) al menos 100 comportamientos con deficiencias, sin implicación de daño cerebral, como son problemas psicomoto-

res, inestabilidad emocional, problemas de orientación, trastornos de atención, impulsividad, trastornos de memoria y raciocinio, dificultades de aprendizaje, etc. o la existencia en la escuela de estudiantes con deficiencias en atención y control de conducta, que solo son modificadas hasta llegar a la juventud (Erazo, 2013; Vayas y Carrera, 2012) conclusiones similares a las reportadas por Aran y López (2013), Fuenmayor y Saavedra (2015), Landa, et al. (2004) y Sandoval y Ostrosky (2012).

Cuando esto sucede no se puede hablar de una ausencia de la función, sino de una función inmadura (Matute, Chamorro, Inozemtseva, Barrios, Rosselli y Ardila, 2008; Puentes, Jiménez y Pineda, 2015), no implicando patología o trastorno neurológico y siendo un fenómeno de alta frecuencia (Moreno y Bonilla, 2013). Para algunos teóricos, este hecho, es definible como, desarrollo tardío, centrado en la existencia de una reducción en el procesamiento de información, y referenciado por la no consecución de ciertos hitos alcanzables a edades tempranas o intermedias (Hooper, Luciana, Conklin & Yarger, 2004, citado en Flórez y Ostrosky, 2012).

Las diferencias en las FE entre los sujetos son susceptibles de medirse, en condiciones de un rango normal, pero con clasificaciones de desempeño bajo, intermedio y alto. Para el caso de los sujetos con rango normal, pero con desempeño bajo, se nombran condiciones de factor de riesgo y si bien su desempeño es normal, su condición en operabilidad ante las necesidades de la vida diaria, no muestra esta regularidad. Por ejemplo, Tapert, Baratta, Abrantes y Brown, (2002), quienes en un estudio longitudinal realizado por ocho años y con 66 adolescentes, identificó que las leves deficiencias en inhibición, atención y comportamiento impulsivo en adolescentes tienen relación con comportamientos de mayor impulsividad y deficiencia en la regulación emocional y TD en la juventud y adultez (Riaño-Hernández, Guillen & Buena-Casal, 2015).

Similar condición identificó Díaz, Arellanez, Rodríguez y Fernández (2015) en estudios experimentales y con modelos de análisis de regresión múltiple e incluyendo la medición de la actividad cerebral y describiendo que los adolescentes con menor actividad en la CPF ventro medial y reducción de las FE, tienen tendencia a deficiencias cognitivas, problemas de conducta y consumo de drogas (Villegas, 2014). Llevando a plantear que la población con evaluación de FE normal, pero en condición de tipo bajo, es una población en riesgo y con posibilidades de generar procesos cognitivos y comportamentales inadecuados para su sano desarrollo. Aspecto para tener en cuenta en los programas de salud mental de promoción y prevención.

Deficiencias en las funciones ejecutivas

Las deficiencias en las FE son una consecuencia producida por daños en la CPF y sus sistemas. El origen puede ser, lesiones neurológicas o problemas de madurez, en este último caso, se referencian los retrasos por condición genética y hereditaria y las deficiencias leves, por ausencia de estimulación (Flórez, Ostrosky-Solís & Lozano; 2008; Gómez, 2014).

Históricamente, el caso más emblemático es el de Phineas Gage, producto de un accidente laboral, en donde una varilla de hierro le atravesó parte de la región orbital y ventro medial de la CPF, concluyendo en la transformación de su personalidad, pasando de ser un individuo responsable, con juicio moral y adaptable, a un individuo impulsivo, agresivo y con decisiones desventajosas (Barroso y Leon-Carrión, 2002; Cardona y Tamayo, 2015).

Las deficiencias en las FE con origen en lesiones, se nombra síndrome disejecutivo, caracterizado por una serie de síntomas, con intensidad variable y dependiente del lugar y tamaño de la lesión (cortical – subcortical), edad del sujeto y las desconexiones entre las áreas involucradas (Fuenmayor y Saavedra, 2015).

Para Bausela (2007b) y Grafman (2013), las lesiones ubicadas en la CPF dorso lateral, son de tipo plurimodal, con afectación en diversas funciones, como son, la generación de programas motores y la actividad motriz alterna (incapacidad para iniciar o terminar un comportamiento, ejemplo, se le pide hacer círculos, le cuesta empezar o terminar), ecopraxia, trastornos de conciencia (reacciona al estímulo, pero no se guía por un plan, ejemplo, si ve un vaso de agua se lo bebe), dificultad para resolver problemas y estrategias para el aprendizaje, pérdida de flexibilidad mental, perseveración, disminución de fluidez verbal (imitación, ecolalia), alteración del recuerdo temporal (memoria de trabajo) y trastornos pseudodepresivos (Abad-Mas, et al. 2011; Flores y Ostrosky-Solís, 2008; Lopera, 2008; Vayas y Carrera, 2012). También alteraciones en el comportamiento como inatención, apatía, desmotivación, dependencia al ambiente, afectación en ordenación temporal (dificultad para clasificar acontecimientos transcurridos en el tiempo), dificultad para seguir la secuencia verbal o motora, valorar riesgos y cuando la lesión, es en el hemisferio izquierdo es común la depresión (Barez y Fernández, 2007).

La lesión en la CPF ventromedial, compromete el circuito que integra, el área cingular y el sistema límbico, causando la suspensión en la comunicación entre las áreas emocionales y de procesamiento cognitivo, cohibiéndolas de información emotiva para la realización de metas y distorsionando la toma de decisiones, por la insuficiencia en la conexión de estados somáticos de recompensa y castigo, ocasionando incapacidad para prevenir beneficios o perjuicios y alterando el marcador somático. Frecuentemente y en la evaluación neuropsicológica, no muestra

deficiencias en actividades cognitivas con inclusión de racionalidad, pero si, en la expresión emocional y experimentación de sentimientos (Bechara & Damásio, 2004; Perales, Nogueira-Cruz, Cruz-Quintana, Laynez-Rubio, Verdejo-García y Pérez-García, 2014), afectando las acciones sociales como la mentalización, cognición social, meta cognición, aprendizaje social (comportamiento de riesgo, robo, violencia y adicción) (Flores y Ostrosky-Solís, 2008), labilidad emocional, malas elecciones de amigos y actividades que llevan a pérdidas financieras y sociales, no aprendiendo de sus errores, reduciendo la apatía, iniciativa, alexitimia, hipolalia y restricción del lenguaje (laconismo, monosilábica) con trastorno pseudodepresivo y pérdida de supervisión atencional (Bausela-Herrera, 2012).

Los daños en la CPF orbito frontal, ubicada en zonas de región polar, mesial y orbital, describe trastornos pseudopsicopáticos, cambios de personalidad, desinhibición, irritabilidad, agresividad, ecopraxia (introducción involuntaria de gestos), incapacidad para seguir normas, conducta emocional inadaptada, euforia, hipomanía, síndrome acinetico, moría (jocosidad sin motivo aparente), desinhibición social e impulsividad (Abad-Mas, et al. 2011; Jiménez, 2013; Lopera, 2008).

El daño, altera las condiciones de evaluación efectiva de reforzadores primarios, como la expresión de la cara, tacto, gusto y textura, no logrando integrar los estímulos con representaciones de recompensas y castigos (Barez y Fernández, 2007; Broche-Pérez, et al. 2016); esta deficiencia genera desinhibición, conductas inapropiadas, dificultad para comprender señales sociales, dependencia ambiental (moría, se divierte con situaciones sin sentido o incapacidad de entender un chiste), desorden de auto regulación y depresión (Lopera, 2008).

Los daños en la COF izquierda, se muestran con errores en pensamiento verbal (error perceptual, pobre generación no verbal, defectos de memoria no verbal), juicio moral pobre, perseveración y deficiencia en procesos cognitivos, pero en la COF derecha, hay cambios emocionales, defecto verbal (afasia extrasilviana motora, pobre generación verbal, memoria verbal), hipomanía e hiperreactividad (moría) e irrespeto a las normas (Sastre-Riba, 2006; Villegas, 2014).

Las deficiencias, por madurez en la CPF y de origen hereditario, son trastornos de difícil especificación física (Ardila y Ostrosky-Solis, 2008), pero por su sintomatología, permiten su clasificación, la cual ha sido organizada por la Asociación Psiquiátrica Americana (2014) denominándola como trastornos del desarrollo neurológico y especificando al trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), trastornos específicos del aprendizaje (dislexia – discalculia), trastornos motores (Tourette o parálisis cerebral), trastornos de lenguaje y comunicación, discapacidad intelectual (síndrome de Down) y trastorno de espectro autista e incluyendo trastornos de tipo psiquiátrico (trastorno bipolar, obsesivo compulsivo) (Gómez, 2014).

En los procesos madurativos, son nombradas las condiciones de sujetos, que, a pesar de su desarrollo cronológico, no logran alcanzar un óptimo estado de funcionamiento ejecutivo. Sea este, por una condición de deficiencia estimulativa y neuroplasticidad o porque se encuentra en procesos de desarrollo, como sucede en la adolescencia, en donde es común encontrar deficiencias en las FE originadas por la ausencia, a un de redes que permiten integrar la CPF y regiones subcorticales, como la amígdala y ganglios basales (Arbaiza, 2014; Oliva, 2007; Ruiz, 2013).

También en la adolescencia y debido al proceso del crecimiento, hay un aumento de esteroides, segregado por las gónadas, que lleva a la disminución de la actividad del sistema dopaminérgico y reduciendo la producción de dopamina. La baja producción de dopamina hace que el individuo tenga necesidad de aumentar experiencias ambientales, que compensen esta deficiencia, como sucede en el síndrome de déficit de recompensa, o en la tendencia motivacional para búsqueda de experiencias riesgosas y extremas. Estas últimas, se conocen como generadoras de cargas altas de dopamina.

La desregulación, de neurotransmisores y la ausencia de redes de conexión adecuadas, permite identificar la alta intensidad y activación de zonas subcorticales como el sistema límbico, que en inicio originarían conductas de tendencia reforzante y no castigante de tipo extremo o riesgoso y la baja activación de la CPF que generaría las deficiencias para la regulación y control de los procesos cognitivos y de las FE (De Lorenzo, 2012).

La regulación del control inhibitorio es un proceso necesario en todas las FE y que, por teoría del desarrollo, se conoce su madurez desde los primeros años de vida, pero que en algunos sujetos es irregular, indicando la escogencia de TD centradas en el reforzamiento inmediato (Alcazar-Corcoles, et al. 2010). Se diferencia del trastorno por déficit de atención e hiperactividad, en tanto la impulsividad, de este trastorno tiene origen en la incapacidad para regular el comportamiento, independiente de la consecuencia. Es diferente, en el comportamiento impulsivo, donde la recompensa inmediata es el motivador de la conducta, incluso, con conocimiento de consecuencias futuras, como sucede en las conductas sexuales, sin protección o inicio de consumo de drogas en adolescentes (Adán, 2012; Rivalola, Pilatti, Godoy, Brussino y Pautassi, 2016; Contreras, et. al. 2008; De Lorenzo, 2012; Riaño-Hernández, et al. 2015; Sánchez-Sarmiento, et al. 2013).

Entre la gama de comportamientos con deficiencias en el FE y en especial el control inhibitorio, se integran la toma de decisiones centrada en la búsqueda de sensaciones (Riaño-Hernández, Guillen, & Buela-Casal, 2015), descrita como la tendencia del sujeto a buscar experiencias con alta estimulación para activar su arousal y desempeño neuro-cerebral (Perales, et al. 2014), explicando las condiciones de extroversión e introversión, la primera con necesidad de estimulación continua y la

segunda con tendencia a la regulación de baja intensidad (Flórez y Ostrosky-Solis, 2008; Martínez-Lorca y Alonso-Sanz, 2003; Oliva, 2007; Orjales, 2000).

También está el aprendizaje de inversión afectiva, que es la capacidad para modificar el aprendizaje de una consecuencia, pasando de recompensa a castigo o castigo a recompensa. Un ejemplo son las apuestas, la conducta de juego-uno, que por lo general genera consecuencias de recompensa (ganar apuesta), pero la segunda o tercera conducta, se asocia con consecuencia negativa o castigo (pierde apuesta). La contingencia entre las consecuencias y la acción de las FE, permitirían al sujeto aprender a regular la conducta y a modificar el primer aprendizaje, pasando de la recompensa inicial, al castigo final, y pudiendo regular su TD futura. Sin embargo, en los sujetos con la deficiencia, genera el aprendizaje, pero continúa realizando la conducta esperando la recompensa inicial, a pesar del conocimiento del castigo (Contreras, Catena, Cándido, Perales y Maldonado, 2008); para Damásio, esta condición es denominada miopía hacia el futuro, refiriendo a la incapacidad para predecir consecuencias (Adán, 2012; Alcázar, et al. 2010; Mogedas y Alameda, 2011; Meilan, Pérez y Arana, 2000).

Estas deficiencias serían el producto de la desconexión entre la CPF ventromedial y estructuras subcorticales como la amígdala, que permite interconexión entre la cognición (aprendizaje) y la emoción (consecuencia), no permitiendo la regulación del comportamiento basado en las consecuencias (Barkley, 2012; Jiménez, 2013). En pacientes con trastorno de consumo de sustancias psicoactivas, la desconexión se identifica con la baja conciencia del problema y la repetición de la conducta con refuerzo inmediato, pero consecuencias negativas futuras (Verdejo, et al. 2004).

Los estudios enfocados en la adicción a sustancias psicoactivas o a productos no químicos como alimentos, compras o juegos de azar, se enfocan en explicar el desarrollo de comportamientos obsesivos y compulsivos con satisfacción inmediata, a pesar de las consecuencias futuras (Celma y Abella, 2012; Luengo, Romero, Gómez, Guerra y Lence, 2012; Sánchez, Arroyo y Azcona, 2014; Villalba y Verdejo-García, 2012) y en donde se referencia la desconexión entre el sistema límbico y la CPF, pero con incremento de interconexiones entre el sistema límbico y el área motriz (Megina, 2012), similar a las deficiencias generadas por las lesiones en regiones orbito frontal, ventromedial y dorso lateral (Abad-Mas, Ruiz-Andrés, Moreno-Madrid, Sirera-Conca, Cornesse, Delgado-Mejía y Etchepareborda, 2011; Caña, Michilini, Acuña y Godoy, 2015; Donoghue y Rabin, 2000; Gaitán y Rey-Anacona, 2013; Verdejo, 2006).

Al parecer, la toxicidad de las drogas termina por destruir, modificar o inhibir estructuras de tipo neuropsicológico, que comprometen la acción de la CPF con deterioro progresivo de las FE, siendo dependiente de la edad del consumidor

(mayor daño, en infantes y adolescentes), frecuencia y tipos de drogas (Miller y Cummings, 2013; Robalino, 2013). El inicio del colapso, es leve, pero a medida que el SNC se expone al tóxico, las afectaciones implican, a) incapacidad para formar programas cognitivos, b) inhabilidad para utilizar conocimiento y mediación verbal para regular conducta, c) pobreza en planificación y organización para poner en marcha habilidades que lleven a la resolución de problemas, d) deterioro del razonamiento y e) imposibilidad para mantener un programa cognitivo en presencia de distracciones o interferencias, entre otras (Ruiz-Sánchez, Pedrero-Pérez, Lozoya-Delgado, Llanero-Luque, Rojo-Mota y Puerta-García, 2012; Verdejo y Pérez-García, 2005; Mariño, et al. 2012; Najul y Witzke, 2008).

Conclusión

La neuropsicología es una disciplina con validez científica, que permite comprender las relaciones entre los sistemas anatómicos del SNC y su proyección psicológica. Uno de los paradigmas de mayor relevancia es el de las funciones ejecutivas, el cual ha sido identificado por su estructuración neuroanatómica en la corteza prefrontal y su funcionalidad está relacionada a procesos cognitivos como la memoria de trabajo, planeación, flexibilidad y toma de decisiones, y en donde su acción compromete la integridad de los individuos en dimensiones intelectuales, afectivas, conductuales y sociales.

Las funciones ejecutivas, que constituyen una línea de investigación aun no terminada, pero con suficiencia en la estructuración de conocimientos y referentes conceptuales, que pueden ser utilizados por los profesionales en salud mental y las ciencias sociales, pudiendo integrarlos en acciones de promoción, prevención e intervención de problemáticas humanas y sociales.

En la promoción de la salud mental y el análisis de las problemáticas humanas, es necesario integrar la reflexión del paradigma como elemento de factor de riesgo, demostrado en diferentes estudios, y que determinan la modificación de procesos y generación de respuestas de tipo cognitivo, emocional, conductual y social, según la madurez y el desarrollo de la función ejecutiva de los sujetos. Se requiere, continuar con la investigación, sobre la relación entre el dominio de la acción psicológica y la conducta, y en donde la FE es interviniente de estas acciones de procesamiento y generación de respuesta.

Las formas de maduración de las FE son intervinientes en las maneras en como los sujetos desarrollan procesos cognitivos, comprenden las problemáticas humanas y generan formas de resolución. Pudiéndose comprender, la existencia de operar y generar respuestas diferenciales entre los seres humanos, ante experiencias y hechos similares, y en donde intervendría la CPF como un garante en la forma de re-

solución. De ahí que sea necesario la continuidad en la investigación, que permita definir estas correlaciones y la formación de profesionales, conocedores del paradigma y con necesidad de continuar la identificación relacional y causal, de las FE y la depresión, ansiedad, ira, o con los problemas de conducta, riesgosa y extrema, impulsiva, negativista y desafiante, o problemas de la personalidad, entre otras.

El paradigma de las FE permite justificar la necesidad de realizar prevención en salud mental y problemáticas sociales, identificadas en la necesidad de evaluar y diagnosticar las condiciones actuales de madurez y desarrollo del FE de nuestra población. La evaluación y diagnóstico permitirán el desarrollo de acciones tempranas, que lleven a la intervención y prevención de problemáticas sociales, de mayor complejidad, como son la adicción, las conductas delincuenciales y la violencia, entre otras.

En la intervención, se debe continuar con la generación de conocimiento, centrado en la validación de programas, que permitan identificar y modificar las problemáticas de las FE y su comorbilidad. Se debe definir, los procesos y actividades de estimulación, apropiados y de impacto en las funciones ejecutivas; es necesario, entender, su mejoramiento en contextos de pobreza, vulnerabilidad o guerra.

Es necesario, generar y validar programas que permitan definir las acciones de la familia, con potencial en el desarrollo de las FE en la infancia, y en especial enfocados en contextos de pobreza, sobrecarga laboral, estrés familiar y condiciones, que se integran en las condiciones humanas de nuestra sociedad. Se deben estructurar programas y especializarse por etapas de desarrollo, niñez – adolescencia – juventud y adultez; en esta último es necesario verificar sus posibilidades de intervención, cambios y generación de habilidades. En tanto, se conoce, que la etapa infantil es la de mayor desarrollo y plasticidad, pero se conoce poco, sobre las modificaciones en la CPF en la etapa adulta.

Se requiere, la identificación, descripción y validez científica, que por su estructura interventiva, generan cambios en las FE, pero no es clara su operacionalidad, como sucede con la psicoterapia, yoga, *mindfulness*, programas cognitivos – conductual, narcóticos anónimos, entre otros, y que al parecer generan modificaciones, que conductualmente son medibles, pero no presentan la suficiente confiabilidad y validez, para entender sus modificaciones en la CPF

Referencias

Abad-Mas, L., Ruiz-Andrés, R., Moreno-Madrid, F., Sirera-Conca, M., Cornesse, M., Delgado-Mejía, I. y Etchepareborda, M. (2011). Entrenamiento de las funciones ejecutivas en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Revista de neurología*. 52(supl.1). pp. s77-s83. doi: 10.33588/rn.52S01.2011012

- Adan, A. (2012). Impulsividad funcional y disfuncional en jóvenes con consumo intensivo de alcohol (*binge drinking*). *Adicciones*, 24(1). Pp. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.20882/adicciones.113>
- Alcazar-Corcoles, M., Verdejo-García, A., Bouzo-Saiz, J. y Besos-Saldaña, N. (2010). Neuropsicología de la agresión impulsiva. *Revista de neurología*, 50(5). Pp. 291-299. Recuperado en: <https://www.neurologia.com/articulo/2009316>
- Alcazar, M., Verdejo, A., Bouso, J., y Ortega, J. (2015). Búsqueda de sensaciones y conducta antisocial. *Anuario de psicología jurídica*. 25. Pp. 75-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apj.2015.01.003>
- Alameda-Bailen, J., Salguero-Alcañiz, M., Merchán-Clavellino, A. y Paino-Quesada, S. (2014). Mecanismos cognitivos en la toma de decisiones arriesgadas en consumo de cannabis. *Revista adicciones*, 22(2). Recuperado en: <http://www.redalyc.org/pdf/2891/289131590007.pdf>
- American Psychiatric Association (APA, 2014), Guía de consulta de los criterios diagnósticos del DSM-5., Washington, DC. Estados Unidos: American Psychiatric Publishing
- Amici & Boxer (2013). Chapter 10. Roles for acetylcholine in the modulation of care. In: *The human lobes. Functions and disorders*. Londres: Miller y Cummings. The Gilford Press.
- Arbaiza, M. (2014). *Alteraciones cognitivas, conectividad funcional y personalidad en el drogodependiente*. [Tesis para optar al título de doctor en neurociencias de la Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio de la UCM. En: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/28339/>
- Ardila, A. (2013). *Funciones ejecutivas. Fundamentos y evaluación*. Documento de trabajo. Universidad Internacional de la Florida. Miami – Florida – Estados Unidos. En: <https://aalfredoardila.files.wordpress.com/2013/07/2013-ardila-funcic3b3n-ejecutiva-fundamentos-y-evaluacic3b3n.pdf>
- Ardila y Ostrosky-Solis (2008). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista de neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1). Pp. 1-21. En: <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/Dialnet-DesarrolloHistoricoDeLasFuncionesEjecutivas-3987433.pdf>
- Aran, A. (2011). Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos de la edad y el estrato socioeconómico. *Avances en psicología latinoamericana*. 29(1). Pp. 98-113. En: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/apl/article/view/499>
- Aran, A. y López, V. (2013). Funciones ejecutivas en la clínica neuropsicológica infantil. *Psicología desde el Caribe*, 30(2). Pp. 380-415. En: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-417X2013000200008&lng=en&nrn=iso&tlng=es
- Arellanes Hernández, J., Díaz-Negrete, D., Wagner-Acheagaray, F. y Pérez-Islas, V. (2004). Factores psicosociales asociados al abuso y dependencia de drogas entre

- adolescentes: análisis bivariados de un estudio caso y controles. *Salud mental*, 27(3). Pp. 54-64. En: <https://www.redalyc.org/pdf/582/58232708.pdf>
- Barkley, R. (2011). *Las funciones ejecutivas y la autorregulación como fenotipo ampliado*. Documento de trabajo. Capítulo 3. Copyright. En: <https://www.aepap.org/sites/default/files/profesionales-cap-03.pdf>
- Barkley, R. (2012). *Executive functions. What they are. How they work, and why they evolved*. New York. United States of America the gilford press.
- Barroso, J. y León-Carrión, J. (2002). Funciones ejecutivas: control, organización y planificación del conocimiento. *Revista de psicología general y aplicaciones*, 55(1). Pp. 27-44. En: <https://idus.us.es/handle/11441/51151>
- Bausela, E. (2005). Desarrollo evolutivo de las funciones ejecutivas. *Revista Galego-portuguesa de psicología e educación*, 10 (12). Pp. 85-93. En: <https://core.ac.uk/download/pdf/61900593.pdf>
- Bausela, E. (2007a). Función ejecutiva: evaluación y rehabilitación neuropsicológica. *Revista de educación*, 9. Pp. 291-300. En: <https://core.ac.uk/download/pdf/60636283.pdf>
- Bausela, E. (2007b). Implicaciones de las conexiones cortico y subcorticales del lóbulo frontal en la conducta humana. *Revista electrónica de Motivación y Emoción*, 10(25) pp. 7. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/pdf/104/10434128010.pdf>
- Bausela-Herrera, E. (2012). Alteraciones en el funcionamiento ejecutivo en diferentes trastornos del desarrollo en la infancia y adolescencia. *Archivo Neurociencias*, 17(3). Pp. 179-187. En: <https://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2012/ane123g.pdf>
- Bausela, E. (2014). Funciones ejecutivas: nociones del desarrollo desde una perspectiva neuropsicológica. *Acción psicológica*, 11(1). Pp. 21-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ap.1.1.13789>
- Báñez, B. y Fernández, S. (2007). Repercusiones forenses del daño en el cortex prefrontal ventromedial: relevancia de la toma de decisiones. *Psicopatología clínica, legal y forense*, 7. Pp. 127-145. En: <https://masterforense.com/pdf/2007/2007art8.pdf>
- Bechara, A. y Damasio, A. (2004). The somatic marker hypothesis: a neural theory of economic decision. *Games and economic behavior*. 52. Pp. 332-372. DOI: doi: 10.1016/j.geb.2004.06.010
- Blanco-Meléndez, R. y Vera de la Puente, E. (2013). Un marco teórico de las funciones ejecutivas desde las neurociencias cognitivas. *Eikasía. Revista de filosofía*. Pp. 195-215. En: <https://www.revistadefilosofia.org/48-14r.pdf>
- Bonci, A. & Susan, J. (2013). Chapter 11. The mesocortical dopaminergic system. En: Miller, B. y Cummings (Edit). *The human lobes. Functions and disorders*. Londres: The Gilford Press.

- Broche-Pérez, Y., Herrera, L., y Omar-Martínez, E. (2016). Neural substrates of decision-making. *Neurología*. 31(5). Pp. 319-325. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nrl.2015.03.001>
- Canto, H. (2010). *Toma de decisiones en personas con traumatismo craneoencefálico severo*. [Tesis para optar al título de doctor en psicología. Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio UCM. En: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/9831/1/T31524.pdf>
- Catala-Barcelo, J. (2002). Papel de los ganglios basales en la monitorización de las funciones de los lóbulos frontales. *Revista de neurología*, 34(4). Pp. 371-377. doi: 10.33588/rn.3404.2001377
- Cardona, C., Tamayo, D. (2015). Efectos de la disfunción ejecutiva en la toma de decisiones en pacientes con daño cerebral frontal. *Revista Psicoespacios*, 9(14). pp. 93-128. Recuperado en <http://revistas.iue.edu.co/index.php/Psicoespacios>
- Caña, M., Michilini, Y., Acuña, G. y Godoy, J. (2015). Efectos de la impulsividad y el consumo de alcohol sobre la toma de decisiones en los adolescentes. *Health and addictions*, 15(1). Pp. 55-66. En: <https://www.redalyc.org/pdf/839/83938758006.pdf>
- Capilla-Gonzales, A., Fernández-González, S., Campo, P., Maestu, F., Fernández-Lucas, A., Mulas, F. y Ortiz, T. (2004). La magnetoencefalografía en los trastornos cognitivos del lóbulo frontal. *Revista de neurología*, 39(2). Pp. 183-188. doi: 10.33588/rn.3902.2004250
- Corominas, Roncero, Bruguera y Casas (2007). Sistema dopaminérgico y adicciones. *Revista Neurología*. 44 (1). Pp. 23 - 31. doi: 10.33588/rn.4401.2006222
- Contreras, Catena, Candido, Perales y Maldonado (2008). The role of the ventromedial prefrontal cortex in emotional decision making. *Clinical and Health Psychology*, 8(1). Pp. 285-313. En: <https://www.redalyc.org/pdf/337/33780119.pdf>
- Contreras, M., Ceric, F., y Torrealba, F. (2008). El lado negativo de las emociones: la adicción a drogas de abuso. *Revista de Neurología*. 47(9). Pp. 471-476. doi: 10.33588/rn.4709.2008259
- Damasio, A. (2009). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona – España: Crítica.
- Dante, C. (2006). Patrón de toma de decisiones desventajosas en pacientes drogo-dependientes. *Salud y drogas*. 6(1). Pp. 71-88. En: <https://www.redalyc.org/pdf/839/83960104.pdf>
- Dale, W. y Grady, Ch. (2013). Chapter 14. Perception of frontal lobe function of functional neuroimaging studies of episodic memory. En: Miller, B. y Cummings, J. (Eds). *The human lobes. Functions and disorders*. Londres: The Gilford Press.
- De Lorenzo, D. (2012). La comprensión de las bases biológicas de la personalidad en el siglo XXI: genómica de la impulsividad. En: Celma, J. y Abella, F. (Edit.). *Neuropsicología de la impulsividad. Actualizaciones*. España: Ediciones Universidad de Lleida.

- Díaz, D., Arellanez, J., Rodríguez, S., y Fernández, S. (2015). Comparación de tres modelos de riesgo de uso nocivo de alcohol en estudiantes mexicanos. *Acta de investigación psicológica*, 5(2). Pp. 2047-2061. En: [http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/actas_ip/2015/articulos_b/Acta_Inv._Psicol._2015_5\(2\)_2047_2061_Comparacion_de_Tres_Modelos_de_Riesgo_de_Uso_Nocivo_de_Alcohol.pdf](http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/actas_ip/2015/articulos_b/Acta_Inv._Psicol._2015_5(2)_2047_2061_Comparacion_de_Tres_Modelos_de_Riesgo_de_Uso_Nocivo_de_Alcohol.pdf)
- Donoghue, T. y Rabin, M. (2000). The economics of immediaty gratification. *Journal of behavioral decision making*, 13. Pp. 233-250. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0771\(200004/06\)13:2<233::AID-BDM325>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0771(200004/06)13:2<233::AID-BDM325>3.0.CO;2-U)
- Erazo, O. (2013). Caracterización psicológica del estudiante y su rendimiento académico. *Revista colombiana de ciencias sociales*, 4(1). pp. 23-41. Recuperado en: <https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/RCCS/article/view/948/870>
- Fernández-Olaria, R. y Flórez, J. (2017). *Funciones ejecutivas: Bases fundamentales*. Fundacion Iberoamericana Down. Recuperado en: <https://www.downciclopedia.org/neurobiologia/funciones-ejecutivas-bases-fundamentales>.
- Flórez-Lazaro, J., Castillo-Preciado, R., y Jiménez-Miramonte, N. (2014). Desarrollo de las funciones ejecutivas, de la niñez a la juventud. *Anales de psicología*, 30(2). pp. 463-473. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.2.155471>
- Flórez, J. y Ostrosky-Solis, F. (2008). Neuropsicología, de los lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista de neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1). Pp. 47-58. En: <https://alfredoardila.files.wordpress.com/2013/07/ardila-a-ed-2008-funciones-ejecutivas-neuropsicologia-neuropsiquiatria-y-neurociencias-vol-8-n1.pdf>
- Flórez, J. Ostrosky-Solis, F. & Lozano (2008). Batería de funciones frontales y ejecutivas: presentación. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1). Pp. 141-158. Recuperado en: https://www.researchgate.net/profile/Julio_FloresLazaro/publication/320546985_B_Bateria_de_Funciones_Frontales_y_Ejecutivas_Presentacion/links/59eb22cb4585151983c81882/B-Bateria-de-Funciones-Frontales-y-Ejecutivas-Presentacion.pdf
- Flórez, J., Ostrosky, F. y Lozano (2012). Batería de funciones ejecutivas y lóbulos frontales – BANFE-, manual de aplicación y calificación. Edit. Manual moderno. Mexico- DF.
- Flórez-Lázaro, J. (2016). Identificando los componentes no frontales de las funciones ejecutivas: estudio de caso. *Neuropsicología clínica*, 1(1). Pp. 25-38. En: <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/Dialnet-NeuropsicologiaDeLobulosFrontalesFuncionesEjecutiv-3987468.pdf>
- Flórez, J. y Ostrosky, F. (2012). *Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas*. México: Editorial Manual Moderno.
- Gamboa, K. Monico, P. y Triana, A. (2018). *Relación entre el procesamiento sensorial y el desarrollo de la función ejecutiva de inhibición en niños de 5 a 7 años que presentan trastorno del procesamiento sensorial*. Documento no publicado. [Trabajo de grado para optar al título de neuropsicología infantil. Institución Universitaria

- Politécnico Gran Colombiano]. Recuperado en: <http://repository.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/1107/Procesamiento%20sensorial%20e%20inhibici%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gaitán, A., y Rey-Anacona, C. (2013). Diferencias en funciones ejecutivas en escolares normales, con trastorno por déficit de atención e hiperactividad, trastorno de cálculo y condición comorbida. *Avances en psicología latinoamericana*, 31(1). Pp. 71-85. En: <http://www.scielo.org.co/pdf/apl/v31n1/v31n1a06.pdf>
- García, M. (2012). *Las funciones ejecutivas cálidas y el rendimiento académico*. [Trabajo de investigación para optar al título de doctor en psicología. Universidad Complutense de Madrid – Departamento de psicología básica]. Madrid – España. Repositorio UCM. En: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/17102/>
- García-Molina, A., Enseñat-Cantalops, Tirapu-Ustarroz, J. y Roig-Rovira, T. (2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Revista de neurología*, 48(8). Pp. 435-440. doi: 10.33588/rn.4808.2008265
- Gazzaley, A. y Espósito, M. (2013). Chapter 13. Unification function prefrontal cortex. Executive control, neural networks and top-down modulation. En: Miller, B. y Cummings, J. (Edit.). *The human lobes. Functions and disorders*. Londres: The Gilford Press.
- Gordillo, F., Arana, J., Salvador, J., y Mestas, L. (2011). Emoción y toma de decisiones: teoría y aplicación del iowa gambling task. *Revista electrónica de psicología Iztacala*. 14(1). pp. 333-353. En: <https://www.iztacala.unam.mx/carreras/psicologia/psiclin/vol14num1/Vol14No1Art19.pdf>
- Gómez, M. (2014). Capítulo 14. Síndromes disejecutivos: bases, clínica y evaluación. Documentos de trabajo no publicado. Recuperado en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-logo/14_disejecutivos.pdf
- Gómez-Beldarrain, M. y García-Monco, J. (2006). Mecanismos cerebrales implicados en la toma de decisiones. *Revista de neurología*. 43(3). Pp. 189-193. DOI: 10.33588/rn.4303.2006247
- González, Y. y Morales, L. (2017). Estimulación cognoscitiva en las funciones ejecutivas en niños con edades comprendidas entre los 6 y los 12 años. Documento de trabajo no publicado. [Institucion Universitaria Politécnico Gran Colombiano. Especialización en Neuropsicología Escolar]. Recuperado en: <http://190.131.241.186/bitstream/handle/10823/617/ESTIMULACION%20COGNOSCITIVA%20EN%20LAS%20FUNCIONES%20EJECUTIVAS.pdf?sequence>
- Grafman, J. (2013). Chapter, 16. planning and brain. *The human lobes. Functions and disorders*. En: Miller, B. y Cummings, J. (Edit.). *The human lobes. Functions and disorders*. Londres: The Gilford Press.
- Jimenez, C. (2013). Estudio de las funciones ejecutivas y la conducta social en jóvenes de 11 a 13 años. [Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Neuropsicología Infan-

- til. Universidad Central del Ecuador]. Quito – Ecuador. Repositorio Investigación. En: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1233/1/T-UCE-0007-10.pdf>
- Jodar-Vicente, M. (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. *Revista de neurología*, 39(2). Pp. 178-182. doi: 10.33588/rn.3902.2004254
- Landa, N., Fernández-Montalvo, J. y Tirapu, J. (2004). Alteraciones neuropsicológicas en el alcoholismo: una revisión sobre la afectación de la memoria y las funciones ejecutivas. *Adicciones*. 16(19). Pp. 46-52. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/233808470_Alteraciones_neuropsicologicas_en_el_alcoholismo_una_revision_sobre_la_afectacion_de_la_memoria_y_las_funciones_ejecutivas
- Lopera, F. (2008). Funciones ejecutivas. Aspectos clínicos. *Revista de neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*. 8(1). Pp. 59-76. En: <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/Dialnet-FuncionesEjecutivasAspectosClinicos-3987492.pdf>
- Martínez-Selva, J., Sánchez-Navarro, J., Bechara, J. y Román, F. (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Revista de neurología*, 42(7). Pp. 411-418. doi: 10.33588/rn.4207.2006161
- Marino, J. (2010). Actualización en tests neuropsicológicos de funciones ejecutivas. *Revista Argentina de ciencias del comportamiento*. 2(1). Pp. 34-45. En: <https://www.redalyc.org/pdf/3334/333427068004.pdf>
- Mariño, N., Castro, J. y Torrado, J. (2012). Funcionamiento ejecutivo en policonsumidores de sustancias psicoactivas. *Revista de psicología de la Universidad de Antioquia*, 4(2). Pp. 49-64. En: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rpsua/v4n2/v4n2a04.pdf>
- Matute, E., Chamorro, Y., Inozemtseva, O., Barrios, O., Rosselli, M., y Ardila, A. (2008). Efecto de la edad en una tarea de planificación y organización (pirámide de México) en escolares. *Revista neurología*, 47(2). Pp. 61-70. doi: 10.33588/rn.4702.2007618
- Meilan, J., Pérez, E. y Arana, J. (2000). Procesos cognitivos y neurológicos implicados en la secuencia intencional. *Revista electrónica de motivación y emoción*. 8(21). Pp. 1-18. En: https://www.researchgate.net/publication/28118285_Procesos_cognitivos_y_neurológicos_implicados_en_la_secuencia_intencional_Revista_Electronica_de_Motivacion_y_Emocion
- Megina, M. (2012). Revisión del concepto inhibición en neuropsicología como parte esencial de las conductas adictivas. En: Celma, J. y Abella, F. (Edit.). *neuropsicología de la impulsividad. Actualizaciones*. España: Ediciones Universidad de Lleida.
- Michellini, Y., Acuña, I. y Godoy, J. (2016). Emociones, toma de decisiones y consumo de alcohol en jóvenes universitarios. *Suma psicológica*. 23. Pp. 42-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sumpsi.2016.01.001> 0121-4381/
- Miller, B. (2007). Visión general de los lóbulos frontales (capítulo 1). En: Miller, B. y Cummings, J. (Edits.). *The human lobes. Functions and disorders*. Londres: The Gilford Press. Londres.

- Miller, B. y Cummings, J. (2013). Chapter 2. Conceptual and clinical aspects of the frontal lobes. En: Miller, B. y Cummings, J. (Edits.). *The human lobes. Fuctions and disorders*. Londres: The Gilford Press.
- Mogedas, A. y Alameda, J. (2011). Toma de decisiones en pacientes drogodependientes. *Adicciones*, 23(4). Pp. 277-287. En: <https://www.adicciones.es/index.php/adicciones/article/view/121/117>
- Moreno, M. y Bonilla, M. (2013). Intervención neuropsicológica en un adolescente con problemas de aprendizaje. Análisis de caso. *Revista neuropsicología latinoamericana*, 5(1). Pp. 49-57- DOI: 10.5579/rnl.2013.0118
- Musso, M. (2010). Funciones ejecutivas: un estudio de los efectos de la pobreza sobre el desempeño ejecutivo. *Interdisciplinaria*, 27(1). 95-110. Recuperado en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/interd/v27n1/v27n1a07.pdf>
- Najul, R. y Witzke, M. (2008). Funciones ejecutivas y desarrollo humano y comunitario. *Kaleidoscopio*, 5(9). Pp. 58-74. En: <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/kaleido/v5n9/art07.pdf>
- Orgar, J. y Gorno-Tempini, M. (2007). La corteza orbitofrontal y la ínsula (Capítulo 5). En: Miller, B. y Cummings, J. (Edits.). *The human lobes. Fuctions and disorders*. Londres: The Gilford Press.
- Orjales, I. (2000). Déficit de atención con hiperactividad: el modelo híbrido de las funciones ejecutivas de Barkley. *Revista Complutense de educación*, 11(1). pp. 71-84.
- Oliva, A. (2007). Desarrollo cerebral y asunción de riesgos durante la adolescencia. *Apuntes de psicología*, 25(3). pp. 239-254. En: <http://www.apuntesdepsicologia.es/index.php/revista/article/view/77/79>
- Papazian, O., Alfonso, I. y Luzondo, R. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de neurología*, 42(supl. 3). Pp. S45-s50. doi: 10.33588/rn.42S03.2006016
- Perales, J., Nogueira-Cruz, J., Cruz-Quintana, f., Laynez-Rubio, C., Verdejo-García, A. y Pérez-García, M. (2014). The role of motor impulsivity in socioemotional adjustment in high – risk seven-year-old children and healthy controls: A follow up-study. *Anales de psicología*, 30(1). Pp. 221-231. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.1.145201>
- Pedrero-Pérez, E., Ruiz-Sánchez de León, J., Rojo-Mota, G., Morales-Alonso, S., Pedrero-Aguilar, J., Lorenzo, I., y Gonzales, A. (2016). Inventario de síntomas prefrontales (ISP): validez ecológica y convergencia con medidas neuropsicológicas. *Revista de neurología*, 63(6). Pp. 241-251. doi: 10.33588/rn.6306.2016143
- Pistoia, M., Abad-Mas, L. y Etchepareborda, M. (2004). Abordaje psicopedagógico del trastorno por déficit de atención con hiperactividad con el modelo de entrenamiento de las funciones ejecutivas. *Revista Neurología*, 38(supl 1). Pp. 149-155. doi: 10.33588/rn.38S1.2004059
- Portellano, J. (2005). *Como desarrollar la inteligencia. Entrenamiento neuropsicológico de la atención y funciones ejecutivas*. Madrid-España: Edit. Somos – psicología.

- Puentes, P., Jiménez, G. y Pineda, W. (2015). Capítulo 1. Fenotipos del control inhibitorio en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad. Eds. Puentes, P. Acosta, J., Cervantes, M., Jimenez, G., Sanchez, M., Pineda, W., y Tellez, S. *Neuropsicología de las funciones ejecutivas*. Barranquilla- Colombia. Edición Universidad Simón Bolívar. Barranquilla – Colombia.
- Rebollo, M. y Montiel, S. (2006). Atención y funciones ejecutivas. *Revista de neurología*. 42(supl. 2). Pp. S3-s7. doi: 10.33588/rn.42S02.2005786
- Robalino, D. (2013). *La función ejecutiva y el bajo rendimiento escolar en niños y niñas de 8 a 12 años*. [Trabajo de investigación para optar al título de magister en neuropsicología infantil]. Departamento de Ciencias Psicológicas. Universidad central del Ecuador. Quito – Ecuador. Repositorio Digital. En: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3166>
- Robert, P., Benoit, M. y Caci, H. (2013). Chapter 9. Serotonin and the frontal lobes. En: Miller, B. y Cummings, J. (Edits.). *The human lobes. Functions and disorders*. The Gilford Press. Londres: The Gilford Press.
- Rosselli, M., Jurado, M., y Matute, E. (2008). Las funciones ejecutivas a través de la vida. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1). pp. 23-46. En: https://www.researchgate.net/publication/277269838_Las_Funciones_Ejecutivas_a_traves_de_la_Vida
- Ruiz-Sánchez, J., Pedrero-Pérez, E., Lozoya-Delgado, P., Llanero-Luque, M., Rojo-Mota, G. y Puerta- García, C. (2012). Inventario de síntomas prefrontales para la evaluación clínica de las adicciones en la vida diaria: proceso de creación y propiedades psicométricas. *Revista de neurología*, 54(11). Pp. 649-663. doi: 10.33588/rn.5411.2012019
- Ruiz, I. (2013). *Estudio de la función ejecutiva en menores infractores de 14 a 16 años del Centro de Adolescentes Infractores (CAI), Virgilio Guerrero*. [Trabajo de grado para optar al título de magister en neuropsicología infantil]. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Psicológicas. Quito – Ecuador. Repositorio Digital. En: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1043>
- Riaño-Hernández, Guillen, A., & Buela-Casal, G. (2015). Conceptualización y evaluación de la impulsividad en adolescentes: una revisión sistemática. *Universitas Psychologica*, 14(3). Pp. 1077-1090. DOI: <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.upsy14-3.ceia>
- Rivarola, G., Pilatti, A., Godoy, J., Brussino, S. y Pautassi, R. (2016). Modelo de predisposición adquirida para el uso de alcohol en adolescentes argentinos. *Suma psicológica*. 23. Pp. 116-124. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sumpsi.2016.03.002>
- Stuss, D. y Levine, B (2002). Adult clinic neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. *Annual review of psychology*. 53. Pp. 401-433. DOI:10.1146/annurev.psych.53.100901.135220
- Sandoval, C. y Ostrosky, F. (2012). Efectos del polimorfismo Vall08/158Met del gen dopaminérgico Catecol-O-metil transferasa COMT en las funciones ejecutivas

- de preescolares. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 7(3). 115-121. DOI: 10.5839/rcpm2012.0703.04
- Sanchez, T., Arroyo, A. y Azcona, A. (2014). Relación entre consumo de sustancias, búsqueda de sensaciones, impulsividad y síndrome disejecutivo en población universitaria. *Reduca – Serie congresos alumnos*, 6(4). Pp. 312-321. En: <http://www.revistareduca.es/index.php/reduca/article/view/1831/1847>
- Sánchez-Sarmiento, P., Giraldo-Huertas, J. y Quiroz-Padilla, M. (2013). Impulsividad: una visión desde la neurociencia del comportamiento y la psicología del desarrollo. *Avances en psicología latinoamericana* 31(1). Pp. 241-251. En: <http://www.scielo.org.co/pdf/apl/v31n1/v31n1a19.pdf>
- Sastre-Riba, S. (2006). Condiciones tempranas del desarrollo y el aprendizaje: el papel de las funciones ejecutivas. *Revista de neurología*. 46(supl. 2). Pp. S143-151. doi: 10.33588/rn.42S02.2005782
- Sastre-Riba, S., Merino-Moreno, N. y Poch-Olive, L. (2007). Formatos interactivos y funciones ejecutivas en el desarrollo temprano. *Revista de neurología*, 44(supl.2). s61-s65. doi: 10.33588/rn.44S02.2006661
- Shimamura, A. (2000). The role of the prefrontal cortex in dynamic filtering. *Psychobiology* 28(2). Pp. 207-218. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03331979>
- Stelzer, F., Cervigni, M. y Martino, P. (2010). Bases neurales del desarrollo de las funciones ejecutivas durante la infancia y la adolescencia. revisión. *Revista chilena de neuropsicología*. 5(3). Pp. 176-184. En: <https://www.redalyc.org/pdf/1793/179318868001.pdf>
- Soprano, A. (2003) Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de neurología*, 37(1). pp.44-50. doi: 10.33588/rn.3701.2003237
- Suarez, N (2010). Caracterización de las funciones ejecutivas (planeación, control inhibitorio y flexibilidad mental) y representaciones sociales del suicidio en personas con historia de intento de suicidio. *Revista entornos*, 23. Pp. 127-136. En: <https://journalusco.edu.co/index.php/entornos/article/view/1966>
- Tirapu-Ustarroz, J., Muñoz-Céspedes, J. y Pelegrin-Valero, C. (2002). Funciones ejecutivas. Necesidad de una integración conceptual. *Revista de neurología*, 34(7). Pp. 673-685. doi: 10.33588/rn.3407.2001311
- Tirapu-Ustarroz, J. y Luna-Lario, P. (2013). *Neuropsicología de las funciones ejecutivas*. Documento de trabajo no publicado. Recuperado en: <http://autismodiario.org/wp-content/uploads/2013/12/Neuropsicolog%C3%ADa-de-las-funciones-ejecutivas.pdf>
- Tirapu-Ustarroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T. y Pelegrin-Valero, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo (I). *Revista de neurología*, 46(11). Pp. 684-692. doi: 10.33588/rn.4612.2008252

- Tirapu-Ustarroz, J., Cordero-Andrés, P., Luna-Lario, P. y Hernaez-Goñi, P. (2017). Propuesta de un modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales. *Revista de neurología*, 64(2). pp. 75-84. doi: 10.33588/rn.6402.2016227
- Tapert, S., Baratta, M., Abrantes, A. & Brown, S. (2002). Attention Dysfunction Predicts Substance Involvement in Community Youths. *Journal of the American academy of child y adolescent psychiatry*. 41(6). Pp. 680-686. DOI: <https://doi.org/10.1097/00004583-200206000-00007>
- Vayas, R. y Carrera, L. (2012). Disfunción ejecutiva. Síntomas y relevancia de su detección desde atención primaria. *Revista clínica de medicina familiar*, 5(3). Pp. 191-197. <https://dx.doi.org/10.4321/S1699-695X2012000300007>
- Villegas, M. (2014). Crianza parental, funciones ejecutivas y su influencia en el consumo de alcohol en adolescentes. [Tesis para optar al título de doctor en ciencias de enfermería]. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. En: <http://eprints.uanl.mx/3955/1/1080253620.pdf>
- Verdejo, A. (2006). Funciones ejecutivas y toma de decisiones en drogodependientes: rendimiento neuropsicológico y funcionamiento cerebral. Tesis doctoral del Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico. Universidad de Granada. España. En: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/901/16052882.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Verdejo, A., Aguilar de Arcos, F. y Pérez-García, M. (2004). Alteración de los procesos de toma de decisiones vinculados al córtex prefrontal ventromedial en pacientes drogodependientes. *Revista de neurología*, 38(7). pp. 601-606. doi: 10.33588/rn.3807.2003639
- Verdejo-García, A. y Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psichotema*, 22(2). pp. 227- 235. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/pdf/727/72712496009.pdf>
- Villalba, E. y Verdejo-García, A. (2012). Procesamiento emocional, intercepción y funciones ejecutivas en policonsumidores de drogas en tratamiento. *Trastornos adictivos*, 15. pp. 10-20. [https://doi.org/10.1016/S1575-0973\(12\)70038-7](https://doi.org/10.1016/S1575-0973(12)70038-7)