

LAS FUNCIONES EJECUTIVAS DE PLANIFICACIÓN Y TOMA DE DECISIONES: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DESDE EL NEUROMANAGEMENT

María Laura Genoni

Fundación UADE. Buenos Aires, Argentina.

laura@genoni.com.ar

Recibido el 11 de abril de 2018. Aceptado el 2 de agosto de 2018

Resumen

El presente trabajo ofrece una revisión bibliográfica entre los años 1982 y 2013 acerca de las funciones ejecutivas del cerebro más importantes, a saber, la planificación y la toma de decisiones, desde la perspectiva del Neuromanagement. Se busca, en efecto, indagar los principales aportes de las Neurociencias en el campo de las organizaciones, en particular aquellas que pertenecen al ámbito empresarial.

En este sentido, se discuten y analizan las principales líneas de investigación que existen actualmente en relación con los mencionados constructos, y se examinan los desafíos que plantea su estudio en el plano experimental, en tanto condición necesaria para validar las distintas hipótesis de trabajo que se proponen a nivel teórico.

Palabras clave: Funciones ejecutivas del cerebro, Planificación, Toma de decisiones, Neuromanagement.

Abstract

This research gives a bibliographic review between 1892 and 2013 regarding the most important brain executive functions, like planning and decision making, from a Neuromanagement side. It researchs the leading contributions of Neuroscience in the organization environments, focused on those who belong to the business.

The research debate and figure out the top investigation lines that currently remain about this topic, and the challenges set by its study at

the experimental level as a required condition to validate the different working hypotheses proposed at theoretical level.

Keywords: Brain executive functions, Planning, Decision making, Neuromanagement.

Introducción

La producción literaria en torno al cerebro y los procesos neuronales implicados en su funcionamiento no ha cesado de crecer desde los primeros desarrollos científicos ocurridos en el ámbito de las Neurociencias. Los conocimientos se diversifican cada vez más de acuerdo a la sucesión de descubrimientos y hallazgo de nuevas evidencias, por lo que es preciso, con frecuencia, reconstruir y delimitar los avances efectuados en la materia.

El campo de las organizaciones no ha quedado exento a esta realidad. En este sentido, una temática que reviste particular interés es el de las funciones ejecutivas del cerebro (FF.EE) y su aplicación en el entorno empresarial. Por ello, el objetivo del presente trabajo ha sido recapitular los principales aportes que se han hecho en este terreno desde la perspectiva del *Neuromanagement*, prestando especial atención a dos funciones del cerebro: la planificación y la toma de decisiones.

De esta manera, se busca conocer las líneas de investigación que existen en curso, así como ponderar los avances y desafíos que su investigación supone a nivel empírico, toda vez que es necesario validar las hipótesis de investigación con la debida carga probatoria.

Para la revisión bibliográfica se consultaron libros y artículos académicos de renombrados especialistas en la materia, empleándose distintos canales informáticos de recuperación documental, tanto de lengua castellana como inglesa. En función de la relevancia de la información y con el fin de facilitar la comprensión de los resultados encontrados, se consideró pertinente ordenar la exposición de los temas de la siguiente manera.

En primer lugar, se indaga acerca del concepto de FF.EE y su importancia en las Neurociencias. Seguidamente, se describen las dos funciones escogidas en esta oportunidad: la planificación y la toma de decisiones, reparando en algunos de los instrumentos que existen para su evaluación. A continuación, se consideran estas dos funciones, pero en su proyección empresarial, es decir, a la luz de las reflexiones ofrecidas por el *Neuromanagement* como disciplina de estudio.

1. Neurociencias y funciones ejecutivas del cerebro

En este primer apartado se busca conceptualizar a las FF.EE a partir de las definiciones propuestas por diversos neurocientíficos, examinando los puntos de acuerdo o eventuales disensos respecto a la temática bajo estudio. Para comenzar, y a propósito de esto último, resulta conveniente tratar de clarificar brevemente una cuestión de carácter terminológico, a saber, si se debe hablar de una función ejecutiva o si, por el contrario, es mejor la expresión en plural.

Una rápida lectura de la bibliografía disponible permitirá reconocer que es más frecuente la segunda opción. A pesar de esta prevalencia, no obstante, vale preguntarse por qué algunos prefieren la categoría única de función ejecutiva (FF.EE), como es posible leer en Graham & Harris (1996), por ejemplo. De acuerdo a lo que se infiere de su propuesta, la denominación en singular serviría para enfatizar que no existen procesos mentales aislados, sino que los mismos se comportan de un modo interdependiente en el contexto de un único sistema conductual.

Así, entonces, desde esa perspectiva se argumenta que el hombre posee una admirable capacidad para adaptarse a su entorno inmediato, asumir diversidad de responsabilidades y tareas, y sobreponerse a las adversidades cotidianas, desplegando las respuestas sociales y emocionales adecuadas en cada situación concreta. Es allí cuando se postula que dicha capacidad adaptativa depende de un conjunto de procesos de control que le permiten a la persona ajustar y regular su procesamiento mental y conductual a los diferentes ambientes en los que se desenvuelva e interactúa con otros; y que ese conjunto de procesos puede reunirse bajo el término de FF.EE (Graham & Harris, 1996). Dicho de otra manera, el término FF.EE. es propuesto como factor explicativo del control y regulación del funcionamiento ejecutivo humano.

A juicio de Barkley (1998), las investigaciones más recientes proponen a la FF.EE como factor esencial para explicar la naturaleza de actividades complejas como la solución de problemas, el desempeño escolar, el aprendizaje, los procesos de pensamiento, las habilidades matemáticas y la comprensión lectora, pero también para explicar alteraciones neuropsicológicas como el déficit de atención, autismo, síndrome de Tourette o dificultades del aprendizaje.

Si bien en este trabajo se prefiere el uso de la expresión en plural, tal preferencia no es arbitraria, sino que obedece a un doble motivo. En primer lugar, porque FF.EE es la denominación que prevalece en la literatura científica, tal como ya se ha indicado. En segundo lugar, porque el uso del plural -funciones- connota cierta idea de autonomía de una respecto de otras, aún cuando en el orden real exista dependencia y conexiones recíprocas entre los diferentes procesos mentales que reciben tal denominación. Prueba de esto último es que cada vez más existen tests, escalas e instrumentos de diferentes confiabilidad y validez que intentan medir el nivel de desarrollo de una persona en determinada función ejecutiva, haciendo abstracción de las demás.

En otro nivel de análisis se ubica el problema de su definición, es decir, el significado o concepto atribuido al término en cuestión, así como el número de procesos que podrían ser considerados FF.EE, Shallice (1982) las define genéricamente como procesos que asocian ideas simples con el fin de resolver problemas de elevada complejidad, en tanto que para Lezak (1982) son capacidades mentales esenciales para producir una conducta eficaz, creativa y aceptada socialmente.

De esta manera, se advierte que las FF.EE constituyen un conjunto integrado de habilidades implicadas en la producción, supervisión y control de conductas dirigidas a metas específicas (Roberts, Robbins y Weiskrantz, 1998; Stuss y Knight, 2002). A su vez, el ejercicio de tales funciones incluye la regulación de estados emocionales que se consideran adaptativos para la consecución de esos objetivos (Bechara y Damasio, 2000).

En cuanto al número de las FF.EE, Sholberg y Mateer (1989) afirman que las FF.EE abarcan varios procesos cognitivos, entre los que se destacan la anticipación, la elección de objetivos, la planificación, el uso de la retroalimentación, la autorregulación, el autocontrol y la selección de la conducta apropiada.

Un poco antes, Stuss y Benson (1986) habían sostenido que las FF.EE estaban vinculadas a procesos cognitivos y emocionales, dentro de los cuales destacaron la capacidad de seleccionar, planificar, anticipar, modular o inhibir la actividad mental, la capacidad para la monitorización de tareas, la flexibilidad cognitiva, la fluidez ideatoria, el control atencional,

la memoria de trabajo, la organización temporal de la conducta, la formulación de pensamientos abstractos, así como la autoconciencia personal, la conciencia ética y la habilidad para la interacción social.

Desde una perspectiva evolutiva, Barkley (2001) define a las FF.EE como modelos de acción autodirigidos que permiten al individuo maximizar globalmente los resultados sociales de su conducta una vez que ha considerado simultáneamente las consecuencias inmediatas y demoradas de las distintas alternativas de respuesta. Por tanto, las FF.EE integran procesos de producción de conducta, memoria operativa, planificación, inhibición, flexibilidad y toma de decisiones.

Desde una perspectiva morfológica o anatómica, el cortex prefrontal es la región cerebral donde se encuentran las funciones cognitivas más complejas y evolucionadas del ser humano; se le otorga un papel esencial en el despliegue de capacidades importantes como la creatividad, las operaciones formales de pensamiento, la toma de decisiones, la conducta social y el juicio ético y moral (Pelegrín & Tirapu, 1995).

El vínculo esencial entre el lóbulo prefrontal y las FF.EE ha quedado demostrado, entre otras aportaciones empíricas y neuropsicológicas (Gioia, 2000) a través de lesiones tanto en seres humanos como en animales. Diversas pruebas de neuroimagen corroboran esta asociación (Collette et al., 2002).

Según Anderson (2004) el estudio de las FF.EE ha sido especialmente enfocado a discernir su naturaleza desde modelos mentales y neurobiológicos en poblaciones adolescentes, sobre todo en aquellas con patologías diagnosticadas. Concretamente, las investigaciones actuales sobre FF.EE se centran en el estudio de su mal funcionamiento en la adolescencia y adultez temprana; poco se ha hecho por establecer un conocimiento preciso sobre su funcionamiento normal en diversas fases del ciclo vital y a través de experiencias que posibiliten un abordaje en situaciones reales y no solo bajo contextos simulados en pruebas psicológicas.

2. La planificación como función ejecutiva del cerebro

Desde el enfoque tradicional de administración empresarial la planificación es considerada un método de trabajo que permite definir, diagramar y evaluar el logro de diferentes objetivos de la organización. Esta forma de concebir la planificación se concentra en la medición de los resultados a través de determinados indicadores de control, los cuales permiten verificar si el desarrollo de las etapas del plan y sus respectivos procedimientos se ajustan al modelo previsto (Kaplan y Norton, 1992).

Pero hoy en día se va más allá de los resultados, ya que se buscan las condiciones subjetivas que posibilitan tales resultados. En otras palabras, el interés radica en evaluar los procesos cognitivos-afectivos que subyacen en cada individuo de la organización y que explican su manera de planificar las metas de trabajo. La premisa fundamental que se sostiene es que si se conoce y se puede explicar el funcionamiento cerebral sobre el que se apoya una conducta podría obtenerse una fuente de información más confiable para intervenirla, modificarla o potenciarla, según cada caso.

Uno de los procesos cognitivos implicados en la conducta humana es la planificación, es decir, la capacidad de integrar, secuenciar y desarrollar pasos intermedios para lograr metas a corto, medio o largo plazo (Tsukiura et al., 2001). En algunas ocasiones, la planificación no se realiza en una sola dirección, ya que puede incluir acciones indirectas o en sentido inverso -para lo cual se requiere flexibilidad mental, otra función ejecutiva importante-, que al seriarse con los pasos directos operan en dirección a la meta planteada (Luria, 1986).

Para un recto entendimiento de la función de planificación es preciso indagar en dos cuestiones estrechamente ligadas a aquella, a saber, la finalidad de esta función y el abordaje que ha recibido a nivel teórico. Desde el punto de vista de la finalidad, la planificación aparece como la herramienta indispensable para enfrentar y resolver tareas nuevas. Respecto a su fundamentación epistémica, existen diversos modelos explicativos a partir de los cuales se extraen principios e hipótesis que orientan la labor investigativa.

El primer tema a tratar se relaciona, pues, con la resolución de problemas. El análisis de este concepto tiene prioridad en cualquier estudio

neurocientífico sobre planificación porque la solución de un problema actúa al modo de causa final de dicha función. En otras palabras, solo cuando existe un problema -por más simple o sencillo que este sea- el sujeto comienza a planificar el modo de resolverlo.

En términos de Garnham (1999), un problema tiene tres elementos fundamentales: un estado inicial de incertidumbre del cual se genera una información inconsistente con la cual la persona busca dar solución al problema; un estado final, que es el resultado; y un conjunto de procesos -normalmente llamados operadores- que pueden transformar un estado en otro.

Dumas-Carre (1987) plantea que el problema supone una situación prevista o espontánea que produce incertidumbre y una conducta tendiente a su solución. La palabra resolución sirve para designar el efecto de una actividad dirigida a superar un obstáculo o dificultad y en cuya ejecución se despliega una secuencia de etapas hasta obtener una respuesta satisfactoria como producto de dicha actividad.

La resolución de un problema se identifica, entonces, con la clarificación de una situación mediante la aplicación de conocimientos y procedimientos por parte del solucionador, así como con la reorganización de la información almacenada en la estructura cognitiva del agente (Perales Palacio, 1993). Por ello De Vega (1998) afirma que un problema es una tarea que el sujeto no sabe de antemano cómo resolver, y que supone razonamientos relativamente complejos.

Como puede observarse, existen diferentes variables importantes a considerar antes de que se active la función de planificación: la importancia del conocimiento declarativo sobre el contenido específico del problema; el repertorio de estrategias generales y específicas que es capaz de poner en marcha el sujeto para resolver el problema -dentro de las cuales prevalecen las de tipo metacognitivo-; y la influencia de los componentes individuales y afectivos de la persona que resuelve el problema (Schoenfeld, 1992; Puig, 1993; Lester, 1994).

Es importante aducir que las investigaciones neurocientíficas han identificado diversos tipos de problemas como activadores de la función de planificación, atendiendo a distintos criterios de clasificación: el campo

de conocimiento aplicado, el tipo de tarea realizada y la naturaleza del proceso de resolución (López, 1989).

Según el campo de conocimiento aplicado, existe gran diferencia entre los problemas que plantea la enseñanza de las ciencias y aquellos que tienen lugar en la vida cotidiana. Asimismo, en el campo científico existe gran diferencia entre los problemas semánticamente relevantes -por ejemplo, una nueva teoría físico/química o una hipótesis innovadora en el ámbito de la genética- y los problemas utilizados en la psicología, que obvia esos contenidos y se centra en las estrategias de resolución.

En cuanto al tipo de tarea hay que distinguir entre problemas cualitativos y problemas cuantitativos. En este contexto los primeros son aquellos cuya resolución no exige ninguna determinación numérica, debiéndose resolver de forma verbal o escrita. En contraposición, los problemas cuantitativos o simplemente problemas exigen cálculos numéricos efectuados a partir de datos disponibles en el enunciado.

Respecto a la naturaleza del enunciado y las características del proceso de resolución, un problema puede ser abierto o cerrado. Estos últimos son aquellos que contienen de antemano toda la información necesaria para su resolución. Los problemas abiertos, en cambio, implican la existencia de una o varias etapas en su resolución que deben ser aportadas por el solucionador mediante una acción de pensamiento productiva.

Ahora bien, tras haber considerado la temática de la resolución de problemas y su conexión con la planificación, se procede a desarrollar la segunda cuestión anteriormente indicada, a saber, los modelos teóricos con los cuales se intenta dar una justificación al concepto de planificación desde la perspectiva de las Neurociencias y la Ciencia cognitiva.

Desde las Neurociencias, la planificación se presenta como una de las FF.EE más importantes en el ser humano, la cual designa a un conjunto de habilidades cognitivas que permiten la anticipación y el establecimiento de metas, la formación de planes y programas, el inicio de las actividades y operaciones mentales, la autorregulación de las tareas y la habilidad de llevarlas a cabo eficientemente.

Así, por ejemplo, Tirapu-Ustarróz (2005) sostiene que la planificación comienza cuando se plantea un objetivo o meta, se efectúa un ensayo mental sobre su resolución, se aplica la estrategia elegida y se valora el resultado obtenido tras su aplicación, ya que en tareas que suponen la solución de problemas es preciso guiar o regular las acciones de acuerdo con los resultados obtenidos, con el fin de proseguir o rectificar con la acción emprendida.

De esta manera, la planificación aparece como una función prospectiva temporal, que prepara al organismo para las acciones de acuerdo con la información sensorial. Existe evidencia electrofisiológica para la atribución de esta función a la corteza frontal dorsolateral (Jódar-Vicente, 2004). La actividad de control inhibitorio y de metacognición serían los elementos indispensables para generar las estrategias complejas implicadas en la solución de problemas, ya que esta supone habilidades interconectadas como la planificación, la regulación y la verificación de la conducta intencional (Carlson, Moses y Hix, 1998).

Por último, la Ciencia cognitiva aborda la planificación a través del concepto de metacognición, es decir, centra el estudio de dicha función en el hecho de que la persona forma una representación de lo que podría suceder por adelantado a la acción (Das et al. 1998). En este sentido, la metacognición es un requisito previo para la planificación.

Desde esa postura, la planificación se da en tanto que el individuo sea consciente de sus procesos cognitivos y tenga capacidad de regularlos. Para lograr esto, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: conocer las metas que se quieren alcanzar; elegir las estrategias para conseguir los objetivos planteados; reflexionar sobre el propio proceso de elaboración de soluciones para comprobar si las estrategias elegidas son las adecuadas; y evaluar los resultados para saber si se han logrado las metas iniciales.

Schraw y Moshman (1995) plantean la planificación como "la dimensión de la metacognición que involucra la selección de estrategias apropiadas y la asignación de recursos que influyen en la ejecución. Incluye actividades como hacer predicciones, secuenciar las acciones, asignar tiempo o atención en forma selectiva antes de comenzar la tarea.

La planificación involucra un verdadero razonamiento autónomo que evoluciona desde los primeros meses de vida y se va desarrollando a medida que se ganan mayores niveles de flexibilidad y conciencia. Se trata de un proceso de generación de representaciones del comportamiento futuro antes de utilizar estas representaciones o planes para restringir o controlar dicho comportamiento (Das et.al., 1998).

Para Flórez et al. (2003), así como Tamayo (2008) la planificación aparece como un proceso metacognitivo fundamental en la solución de problemas. Para estos autores, una conducta eficaz exige procesos cognitivos de diversa índole: la planificación, que consiste en anticipar las actividades, prediciendo posibles resultados; la autorregulación, que comprende el monitoreo y el control, los cuales se manifiestan a través de actividades de verificación, rectificación y revisión de la estrategia empleada; por último, la evaluación de los resultados, realizada al finalizar la tarea, buscando estimar los resultados de la estrategia empleada de acuerdo con su nivel de eficacia.

2.1. La planificación como fenómeno

Se ha descrito la planificación como el conjunto de opciones que tiene una persona cuando inicia el camino hacia la resolución de un problema. Pero debe añadirse que este proceso no es enteramente creativo, ya que en la vida cotidiana existe una mezcla de acciones rutinarias y planes inéditos.

Si el sujeto se enfrenta a una situación que es conocida para él, posee estrategias internas, conceptuales y procedimentales que le permiten actuar de manera rápida y generalmente en forma eficaz. Por el contrario, cuando dicha tarea genera incertidumbre, debe proponer un proceso de planificación y generar un plan de trabajo que le facilite el logro de una meta (Schank y Abelson, 1987).

Dado un problema, el sujeto debe elegir entre diferentes métodos en una forma admisible y óptima para conseguir el objetivo. Los métodos implican cadenas de objetivos instrumentales, es decir, la consecución de metas intermedias necesarias en el camino hacia una meta principal. Es por ello que según Willats (1990) la planificación es entendida como la posibilidad

que tiene el sujeto de enfrentar la resolución de un problema, reduciendo la situación a una serie de pasos o sub-objetivos, sin perder de vista en este proceso de fragmentación del problema, el objetivo a más largo plazo.

Piaget, Brewer y Dupree (1983) proponen que la planificación es un esquema de acción que tiene las siguientes propiedades: se activa ante intenciones; se dirige a metas; se organiza jerárquicamente dependiendo de la dificultad de la tarea, generando esquemas para planes que varían de acuerdo a la complejidad del problema propuesto. Desde esta perspectiva, el esquema es una unidad conceptual completa, compuesta de unidades más simples, las cuales incluyen la presencia de conocimientos, acciones e identificación de la meta (De Vega, 1998).

A partir de lo dicho, la planificación se presenta como una cantidad de acciones donde el sujeto debe activar esquemas previos para correlacionarlos con la nueva información y formular los nuevos planes de acción que lo lleven a la consecución de la meta, resultado que se logra a través de la conjugación de procesos de asimilación y acomodación. La asimilación es un proceso mediante el cual las personas integran nuevos elementos perceptuales, motores o conceptuales a los esquemas o patrones existentes. La acomodación consiste en la creación o modificación de los antiguos esquemas (Wadsworth, 1999).

Para Ochoa y Aragón (2005) la planificación es una de las cinco destrezas de regulación conductual que se manifiestan al momento de tener que resolver un problema, junto a las estrategias de administración de información, el monitoreo, la revisión y la evaluación. La planificación propiamente dicha solo comprendería el planteamiento de objetivos o metas en el contexto del problema y la localización de recursos antes de iniciar la tarea.

Es así que la planificación implica una reflexión antes de actuar, pensar acerca de los pasos para llegar a la meta. Esto significa anticipar el proceso en un momento inicial, previo a la realización de la tarea propuesta, como insumo primero para enfrentar la resolución del problema. Así, pues, la planificación es intencional y se realiza mediante dos pasos: representarse la tarea -lo que incluye la representación de la meta y los recursos disponibles para llevar a cabo la tarea tales como materiales, recursos, tiempo y posible ayuda de otros-; y refinar los pasos para alcanzar la meta.

De estos dos pasos surge el plan, que es la combinación de las metas específicas y de las secuencias para alcanzar la meta (Hayes y Gradwohl-Nash, 1996).

Puede concluirse, a tenor de lo dicho, que la planificación es una habilidad compleja que se interrelaciona con muchos otros elementos y funciones del cerebro y que le permite a la persona prepararse para enfrentar nuevas situaciones, donde debe poner a disposición conocimientos, estrategias, experiencias y actitudes para reconocer las demandas del problema, sus características, cualidades y posibles obstáculos y soluciones para el logro exitoso de las metas propuestas.

2.2. La planificación a nivel experimental

Uno de los instrumentos más preciados en el campo experimental dedicado a conocer el complejo proceso de la planificación es el que se conoce como Torre de Hanoi, también conocida como Torre de Londres, de Sevilla o pirámide de México (Matute, 2008).

Este ejercicio exige al sujeto solucionar un problema para lo cual debe generar una estrategia que requiere la activación de una serie de desempeños simultáneos que se expresan en la habilidad de planificación.

Las instrucciones que se les da a los participantes consisten en pasar los aros de la torre A a la C, teniendo en cuenta tres normas: 1) Sólo puede agarrar los aros de uno en uno y cuando saque uno debe introducirlo en otra torre; 2) Siempre que coloque un aro encima de otro, el que se sitúe encima, deberá ser menor que el que está debajo; 3) Realizarlo en el menor número de movimientos que le sea posible.

La tarea puede comenzar con el movimiento de discos sencillos -3 discos- aumentando su complejidad hasta llegar a tener arreglos que contienen 9 discos. Los resultados se reportan en una puntuación total de la cantidad para cada una de las medidas obtenidas. Una mejor ejecución estará dada por el uso de la menor cantidad de movimientos posibles y el no cometer errores durante la resolución.

La selección de este tipo de problemas se ha dado por tres razones fundamentales: a) se controlan los efectos de la experiencia previa, pues

se emplea con personas que no conozcan el problema y por las características del mismo, no requiere conocimientos específicos previos; b) tiene soluciones óptimas y se desarrolla en una cantidad de tiempo relativamente corta; c) los pasos que emplea el sujeto son tratados por él mentalmente y pueden asemejarse a situaciones reales, pues el sujeto emplea procesos cognitivos que bien pueden representar los procesos implicados cuando se resuelven problemas reales.

3. La toma de decisiones como función ejecutiva del cerebro

La toma de decisiones puede definirse como la habilidad para seleccionar el curso de acción más adaptativo entre un conjunto de posibles alternativas conductuales (Bechara, Tranel y Damasio, 2000). Se trata de un proceso complejo en el que están implicados diversos aspectos como la consideración de los elementos cognitivos de la situación de decisión, de las contingencias de recompensa y castigo asociadas a cada una de las opciones, y de las señales emocionales asociadas a cada una de las posibles respuestas.

Miyake et al. (2000) describieron tres componentes ejecutivos claramente separables, aunque no totalmente independientes, que contribuirían de manera diferencial al rendimiento en distintas tareas ejecutivas: a) actualización, que implica la monitorización, actualización y manipulación de información en la memoria operativa; b) inhibición de respuestas predominantes, que consiste en la capacidad para inhibir de manera deliberada o controlada la producción de respuestas predominantes, automáticas o impulsivas cuando es necesario; y c) cambio, que implica la habilidad para modificar de modo flexible operaciones mentales o esquemas relacionados con distintas tareas.

Vale decir, no obstante, que diversos estudios neuropsicológicos han demostrado que el rendimiento en tareas de toma de decisiones no correlaciona con la ejecución de tareas en las que están implicados los componentes ejecutivos previamente descritos (Grant, Contoreggi y London, 2000), por lo que la toma de decisiones podría constituir un componente independiente dentro de las funciones ejecutivas.

Muchos descubrimientos en torno a la toma de decisiones fueron posibles a partir del análisis conductual de pacientes con disfunciones neuronales. Así, por ejemplo, Bechara et al. (2000) describieron patrones de conducta específicos en pacientes neurológicos con lesiones del córtex orbitofrontal, caracterizadas por una tendencia a seleccionar cursos de acción asociados con recompensas inmediatas, incluso cuando éstos conllevan la aparición de importantes consecuencias negativas en el futuro.

Para intentar explicar los mecanismos neurales implicados en este fenómeno, Damasio (1994) ya había propuesto la hipótesis del marcador somático, según la cual la toma de decisiones es un proceso guiado por señales emocionales relacionadas con la homeostasis, las emociones y los sentimientos. El modelo atribuye las dificultades de algunos individuos - pacientes neurológicos con lesiones del córtex orbitofrontal y drogodependientes- para tomar decisiones ventajosas en su vida diaria a la existencia de un déficit en los mecanismos emocionales que anticipan los resultados prospectivos de una determinada acción y orientan, en consonancia, la selección de la opción de respuesta más ventajosa.

El marcado somático es, precisamente, este mecanismo emocional que se genera a partir de procesos de autorregulación y homeostasis, provocando modificaciones fisiológicas en el propio cuerpo o en regiones cerebrales implicadas en la representación de estados emocionales.

De acuerdo a dicho modelo, los marcadores somáticos pueden generarse a partir de dos tipos de inductores: primarios o secundarios. De una parte, los inductores primarios son estímulos que de modo innato o a través del aprendizaje han sido asociados con estados placenteros o aversivos. Cuando uno de estos estímulos está presente en el entorno inmediato se genera de manera necesaria y automática una respuesta emocional. Por otra parte, los inductores secundarios son entidades generadas a partir del recuerdo personal o hipotético de un evento emocional, es decir, recordar o imaginar la situación que produce placer o aversión (Bechara, Damasio y Damasio, 2000).

Bajo este encuadre teórico, la amígdala aparece como una región cerebral crucial para la generación de estados somáticos en respuesta a los inductores primarios. La amígdala es la que proyecta estas señales emocionales que son generadas al nivel del hipotálamo y núcleos del

tronco cerebral donde se integran estructuras efectoras implicadas en la regulación de estados corporales -vísceras y órganos internos-, y en la producción de respuestas emocionales -expresiones faciales, por ejemplo- y conductas específicas de aproximación y retirada.

Cuando las señales somáticas son asociadas a inductores primarios y han sido experimentadas al menos una vez, señales de esos estados somáticos son reenviadas al cerebro y consolidan un determinado valor afectivo. Este proceso de generación de valores afectivos se produce en áreas del cerebro relacionadas con la representación de señales corporales, incluyendo las cortezas insulares y las cortezas somato-sensoriales primaria y secundaria (Bechara et al., 2003).

La presentación posterior de estímulos que evocan recuerdos asociados a un determinado inductor primario funciona como inductor secundario. Los inductores secundarios generan la reactivación de los estados somáticos asociados al inductor primario. El córtex orbitofrontal es una estructura cerebral clave para la generación de marcadores somáticos a partir de inductores secundarios. Las lesiones del córtex orbitofrontal producen, por tanto, una incapacidad para generar marcadores somáticos apropiados en respuesta a inductores secundarios, explicando la dificultad de los pacientes con lesiones en estas áreas para generar emociones asociadas a eventos relevantes de su vida (Bechara et al., 2000, 2003).

En resumen, según el modelo del marcador somático la toma de decisiones es un proceso guiado por las emociones, de manera que debe existir un vínculo entre la capacidad para percibir y experimentar emociones y la capacidad para tomar decisiones adaptativas (Márquez et al., 2013). Los resultados que arrojan los estudios de Neuroimagen han permitido establecer que en la toma de decisiones participarían varias áreas del cerebro, vinculadas a través de una red integrada que incluye la participación del COF, el CPF medial, el CPFDL, el CCA, la ínsula y la corteza parietal inferior (Hampton & O'Doherty, 2007; Krawczyk, 2002).

Regiones en el COF medial y lateral y el CPF medial adyacente han sido encontradas en la codificación de los valores de expectancia, así como el valor gratificante de los resultados en la toma de decisiones y en las tareas de otros paradigmas, que investigan el procesamiento de la recompensa (Hampton & O'Doherty, 2007; Knutson & Cooper, 2005; Krawczyk, 2002).

La acción del CCA dorsal media la selección en situaciones de conflicto entre las respuestas competitivas con diferentes contingencias recompensantes (Brown & Braver, 2007). La ínsula se ha encontrado que responde en la elección de la acción durante la incertidumbre y en situaciones de riesgo o ambigüedad. Por último, la corteza parietal inferior ha sido implicada en los procesos de atención necesaria para la ejecución de la tarea o tareas cognitivamente exigentes (Chong et al., 2008).

3.1. La toma de decisiones a nivel experimental

Una de las herramientas más renombradas para medir la función de toma de decisiones es el Iowa Gambling Task (IGT), un recurso de gran validez porque imita las situaciones de toma de decisiones en la vida real, con factores como la incertidumbre, la recompensa y el castigo (Bechara et al., 1994). Así, por ejemplo dicho instrumento se ha utilizado para medir el deterioro de la toma de decisiones relacionada con la corteza prefrontal ventromedial en una variedad de pacientes neurológicos y psiquiátricos (Bechara et al., 1994).

Este test consiste en un juego con cuatro mazos de cartas (60 cartas en cada mazo). Los mazos se denominan A, B, C y D. Se le indica al sujeto que debe elegir una carta y que cada vez que realiza la elección de una carta de un mazo va a ganar determinada cantidad de dinero, pero que también cada tanto va a perder plata. El objetivo del juego es que luego de 100 jugadas gane la mayor cantidad de dinero posible. Se dice al sujeto que hay mazos que son peores que otros, y que una buena estrategia es mantenerse alejado de los mazos malos. Es el propio sujeto el que determinará en sus jugadas lo que él considere mazos "malos" y "buenos". Los mazos A y B son los mazos malos, ya que hacen ganar dinero, pero cada tanto hace perder más dinero del que ganó, por lo que en caso de prevalecer la elección de estos mazos el saldo total será negativo. En cambio, los mazos C y D se llaman conservadores porque hacen ganar poco dinero por jugada pero la pérdida neta de dinero al jugar con estos mazos es menor, por lo que el saldo final termina siendo positivo.

El IGT determina la habilidad de los participantes para renunciar a recompensas inmediatas con el fin de obtener ganancias mayores a largo plazo. En la versión conocida como IGT-EFGH se invierte el orden de la

recompensa y el castigo (castigo inmediato / recompensa retardada) para evaluar la disposición de los participantes para aceptar elevados castigos inmediatos con el fin de obtener mayores ganancias a largo plazo (Bechara et al., 2000).

Diferentes procesos cognitivos y emocionales influyen en la toma de decisiones. En cuanto a la IGT hay resultados contradictorios respecto al papel de las FF.EE asociadas al córtex prefrontal dorsolateral (CPF DL) en la toma de decisiones. Sin embargo, las disfunciones ejecutivas en relación con el CPF DL, sobre todo flexibilidad cognitiva disminuida (Clark et al., 2004; Dretsch y Tipples, 2008; Jameson et al., 2004) y la inhibición de respuesta (Noël, Bechara, Dan, Hanak, y Verbanck, 2007), se han asociado con alteraciones en la toma de decisiones.

Los resultados sobre toma de decisiones en jugadores patológicos muestran que ellos se correlacionan con la flexibilidad cognitiva medida por pruebas neuropsicológicas estándar (Brand et al., 2005), y con los índices de procesamiento de las emociones (Verdejo-García y Bechara, 2009). Una relación similar se ha encontrado también entre la flexibilidad cognitiva y la toma de decisiones en grupos con dependencia de sustancias Barry & Petry, (2008).

Por otra parte, Maia y McClelland (2004) encontraron que el rendimiento en la IGT estaba influido por el conocimiento consciente y explícito de la tarea. Más tarde, Guillaume et al., (2009) probaron que tanto el conocimiento explícito como los marcadores somáticos estaban involucrados en la toma de decisiones, reafirmando el modelo del marcador somático antes descripto.

Cabe señalar, sin embargo, que una revisión reciente Toplak, Sorge, Benoit, West, & Stanovich, (2010) que examinaba las asociaciones entre el rendimiento en la IGT, las funciones ejecutivas y la inteligencia sugiere que el rendimiento de la IGT era independiente de las funciones ejecutivas y de la inteligencia. Una posible explicación de estos resultados contradictorios es que las capacidades cognitivas necesarias para realizar la IGT pueden variar ligeramente, dependiendo de si el participante está experimentando con las cartas o ensayos durante la fase inicial de aprendizaje o durante la última mitad de la tarea.

Algunos datos sugieren que el rol de las funciones ejecutivas durante la realización de los diferentes bloques de la IGT cambia (Brand et al., 2005, 2006). Los primeros bloques de cartas en la IGT se basan en la ambigüedad (debido a la novedad de la tarea y la incertidumbre), y aquí las funciones ejecutivas están menos involucradas. Sin embargo, las decisiones a través de los últimos bloques de la tarea, una vez que la fase de aprendizaje se ha completado, se basan más en la toma de riesgos, ya que los resultados en la toma de decisiones correlacionan durante estos últimos bloques con las pruebas ejecutivas como el WCST y la tarea de Stroop (Brand et al., 2005, 2006; Noël et al., 2007).

4. El *Neuromanagement* como disciplina de estudio

Si bien la comprensión del funcionamiento del cerebro humano es el fin inmediato del ámbito de estudio de las neurociencias, el estudio del hombre no se debe reducir a una consideración de tipo meramente biológica o funcional, pues se trata también de un ser situado, que pertenece a una determinada coyuntura espacio-temporal y, por ende, susceptible de un análisis socio-cultural. En efecto, para las neurociencias las conexiones anatómicas entre neuronas se desarrollan acordes a un plan definido, pero su poder y efectividad no están predeterminados y pueden ser alterados por la experiencia del sujeto y su relación con el entorno.

De lo anterior se deduce, pues, que los procesos mentales -en este caso los involucrados en la planificación y la toma de decisiones- pueden ser modificados por el influjo de factores ambientales y, más aún, pueden ser entrenados. En otras palabras, para las neurociencias no existe una determinación absoluta de tipo genética en lo concerniente al desarrollo de las FF.EE del cerebro, aún cuando el componente biológico fuera la variable fundamental que condiciona y explica en gran medida el grado de eficacia de una conducta.

Siendo tal la situación del hombre, conviene advertir las proyecciones del principio antes enunciado y reconocer su valor en el campo del entrenamiento de diversas clases de competencias, en particular aquellas que tienen relación con el entorno empresarial, dado el interés del presente artículo.

Ante todo es necesario indicar que la plasticidad cerebral es diferente dependiendo de la edad del individuo, aunque la actividad mental permanente -especialmente el entrenamiento cognitivo- favorece la plasticidad en el caso de personas adultas. Sousa (2002) argumenta que el cerebro adulto es flexible, permitiendo el crecimiento de células nuevas y el surgimiento de nuevas conexiones, al menos en algunas regiones como el hipocampo. Al mismo tiempo, señala que si bien con el tiempo la información nueva se guarda cada vez con menos eficacia, no existe límite de edad para el aprendizaje.

Estas posturas frente a la plasticidad neuronal sugieren que los individuos en cualquier etapa de su vida pueden modificar las estructuras neuronales de forma con el fin de adaptarse a las nuevas demandas del entorno en que participa, sean estas académicas, profesionales, deportivas, culturales, sociales, por dar solo algunos ejemplos (OCDE, 2003).

Por eso, si lo dicho hasta aquí es válido para la vida cotidiana de cualquier persona, ello lo será de modo eminente en el caso de quienes ocupen un rol de liderazgo dentro de las organizaciones. Es aquí cuando cobra interés el aporte del Neuromanagement, es decir, la aplicación de las Neurociencias a la gestión y dirección de las organizaciones. Se trata, pues, de una disciplina que emplea los conocimientos que se tienen sobre el funcionamiento del cerebro en la administración de personas, particularmente en el ámbito empresarial (Herrero, 2012).

El objetivo principal de esta especialidad médica es conocer los procesos neurofisiológicos implicados en la toma de decisiones, el desarrollo de las diversas clases de inteligencias y de las competencias profesionales que cada cargo exige. No propone soluciones generales para cualquier problema que se presente, sino una solución adaptada a las circunstancias que cada situación plantea (Cardona, 2008).

De esta forma, se busca fomentar la visión de negocios de los directivos, potenciar las capacidades de liderazgo de quienes tienen personal a cargo, incrementar el desempeño laboral de los individuos en cuanto ello depende de las competencias cognitivas, mejorar el trabajo en equipo y optimizar los vínculos entre los miembros de la organización, por citar solo los beneficios más importantes del Neuromanagement.

Las modalidades de intervención dentro de la empresa actúan en dos posibles direcciones: a nivel individual, proporciona a cada empleado el adiestramiento necesario para que desarrolle todo su potencial cognitivo-emocional y así alcanzar el máximo rendimiento en su actividad laboral; a nivel grupal, mejora las relaciones interpersonales, incrementa las habilidades de liderazgo, potencia la capacidad de toma de decisiones eficaces, aumenta la creatividad de los equipos de trabajo, ayuda a desarrollar alternativas para la creación de nuevos productos y servicios.

En efecto, profundizar en los principios que explican la conducta humana y el modo de relacionarse mutuamente entre pares puede favorecer la adopción de distintas estrategias a nivel empresarial para mejorar situaciones de bajo rendimiento o, por el contrario, potenciar los buenos niveles de desempeño existentes a un estadio superior. Por cierto, todo lo anterior refiere a un nuevo enfoque de gestión empresarial, que discute y pone en crisis los paradigmas tradicionales sobre liderazgo, gestión del cambio y dirección estratégica. De esta manera, creencias muy establecidas están dando paso, no sin ciertas dificultades, a otras formas de gestión y de actuación.

Conclusión

De acuerdo a la revisión bibliográfica efectuada, las FF.EE del cerebro constituyen una temática compleja de abordar desde el punto de vista del neuromanagement porque aún esta disciplina se encuentra principalmente avocada a los estudios relacionados con ventas, publicidad y hábitos del consumidor. Es decir, el interés gira sobre las cuestiones y problemáticas propias del neuromarketing, no existiendo todavía un desarrollo significativo en el área del neuroliderazgo.

No obstante, es preciso insistir en la necesidad de profundizar en el estudio de las relaciones entre las FF.EE del cerebro y el desarrollo organizacional, en tanto que de sus resultados se podrían obtener valiosos aportes para describir mejor los perfiles operativos de quienes ocupan cargos de liderazgo y diseñar programas de entrenamiento de estas funciones para los distintos colaboradores de la empresa.

Puede decirse, por ello, que la introducción de las técnicas propias de las Neurociencias en el dominio de las organizaciones debería ser un medio para facilitar la consecución de las metas personales y del conjunto empresarial, incentivar y fortalecer la innovación, mejorar la comunicación interna y externa, fortalecer la identidad de los stakeholders con la organización y generar oportunidades para todos y cada uno de ellos. Tales son, en efecto, las posibles líneas de investigación que actualmente se desprenden de la evaluación de las pocas investigaciones empíricas que existen en neuromanagement relacionadas con las FF.EE del cerebro y su aplicación en la gestión empresarial.

Referencias bibliográficas

Anderson, V., Anderson, P., Grimwood, K. & Nolan, T. (2004). Cognitive and executive function 12 years after childhood bacterial meningitis: effect of acute neurologic complications and age of onset. *Journal of Pediatric Psychology*, 29, 67-81. doi: 10.1093/jpepsy/jsh011

Barkley, R. A. (2001). The executive functions and self-regulation: an evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychology Review*, 11, 1-29.

Barkley, R. (1998). *Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Handbook for Diagnosis and Treatment*. New York, EEUU: Guilford.

Barry, D., & Petry, N. M. (2008). Predictors of decision-making on the Iowa Gambling Task: independent effects of lifetime history of substance use disorders and performance on the Trail Making Test. *Brain and Cognition*, 66 (3),243–252.

Bechara A, Tranel D, Damasio H. (2000). Characterization of the decisionmaking deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain* 2000; 123: 2189-202.

Bechara A. (2003). Risky business: emotion, decision-making, and addiction. *J Gambli Stud* 2003; 19: 23-51.

Bechara A., Damasio H., Damasio A.R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. En *Cereb Cortex*; Vol. 10: 295-307.

Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50 (1-3), 7–15.

Brand, M., Kalbe, E., Labudda, K., Fujiwara, E., Kessler, J., & Markowitsch, H. J. (2005). Decision-making impairments in patients with pathological gambling. *Psychiatry Research*, 133 (1), 91–99.

Brown, J. W., & Braver, T. S. (2007). Risk prediction and aversion by anterior cingulate cortex. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7(4), 266–277.

Cardona, S. (2008) *Neuromanagement*. Córdoba, España: Editorial Almuzara.

Carlson, S., Moses, L. & Hix, H. (1998). The role of inhibitory control in young children's difficulties with deception and false belief. *Child Development*, 69, 672-691.

Chong, T. T.-J., Williams, M. A., Cunnington, R., & Mattingley, J. B. (2008). Selective attention modulates inferior frontal gyrus activity during action observation. *NeuroImage*, 40 (1), 298–307.

Clark, L., Cools, R., & Robbins, T. W. (2004). The neuropsychology of ventral prefrontal cortex: decision-making and reversal learning. *Brain and Cognition*, 55 (1), 41–53.

Collette, F. & Van der Linden, M. (2002). Brain imaging of the central executive component of working memory. *Neurosci Biobehav Rev*, 26, 105-125.

Damasio (1994, 1998). *El error de Descartes*. Barcelona, España: Crítica.

Das, J. P.; Kar, B. C.; Parrila, R. K. (1998). Planificación cognitiva. Bases psicológicas de la conducta inteligente. Barcelona, España: Paidós.

De Vega, M. (1998). Introducción a la psicología cognitiva. Madrid, España: Alianza.

Dretsch, M. N., & Tipples, J. (2008). Working memory involved in predicting future outcomes based on past experiences. *Brain and Cognition*, 66 (1), 83–90.

Dumas Carré, A. y Larcher, C. (1987). The stepping stones of learning and evaluation. *International Journal of Science Education*, 9 (1), pp. 93-104.

Flórez Romero, R.; Torrado Pachón, M. C.; Mondragón Bohórquez, S. P.; Pérez Vanegas, C. (2003). Explorando la metacognición: evidencia en actividades de lectura y escritura en niños y niñas de 5 a 10 años de edad. *Revista Colombiana de Psicología*, 12, 85-98.

Garnham, n. (1999). El desarrollo del multimedia: un desplazamiento de la correlación de fuerzas, en Bustamante, E. y Álvarez Monzoncillo J. (eds.), *Presente y futuro de la televisión digital*, Madrid, España: Edipo.

Gioia GA, Isquith PK, Guy SC, Kenworthy L. (2000). Behavior rating inventory of executive function. *Lutz FL: Psychological Assessment Resources*.

Graham, S., & Harris, K. R. (1996). Addressing problems in attention, memory, and executive functioning: An example from self-regulated strategy development. In G.R. Lyon & N. A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory, and executive function* (pp. 349-366). Baltimore: Paul H. Brookes.

Guillaume, S., Jollant, F., Jausse, I., Lawrence, N., Malafosse, A., & Courtet, P. (2009). Somatic markers and explicit knowledge are both involved in decision-making. *Neuropsychologia*, 47(10), 2120–2124.

Hampton, A. N., & O'Doherty, J. P. (2007). Decoding the neural substrates of reward-related decision making with functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104 (4), 1377–1382.

Hayes, J. R. & Gradwohl Nash, J. (1996). On the nature of planning in writing. En C.M. Levy & S. E. Ransdell (Eds.), *The science of writing: Theories, methods, individual differences and applications*. Mahwah, NJ: Erlbaum, pp. 29-55.

Herrero, C. (2012). *Neuromanagement*. Madrid, España: LID Editorial Empresarial, S.L.

Jameson, T. L., Hinson, J. M., & Whitney, P. (2004). Components of working memory and somatic markers in decision making. *Psychonomic bulletin review*, 11 (3), 515–520.

Jódar-Vicente, M. (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. *Revista Neurología*, 39 (2): 178-182.

Kaplan R. y Norton D. (1992), "The balanced scorecard: Measures that drive performance", *Harvard Business Review* 70 (1): 71-79.

Knutson, B., & Cooper, J. C. (2005). Functional magnetic resonance imaging of reward prediction. *Current Opinion in Neurology*, 18 (4), 411-417

Krawczyk, D. C. (2002). Contributions of the prefrontal cortex to the neural basis of human decision making. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26 (6), 631-664.

Lester, F. K. (1994). Musings about mathematical problem-solving research: 1970-1994. *Journal for research in mathematics education*, 25(6), pp. 660-675.

Lezak M.D. (1982). The Problem of assessing Executive Functions. *International Journal of Psychology* 17, 281-97.

López, F. (1989). Dependencia-independencia de campo y educación científica, *Revista de educación*, 289, 235-258.

Luria, A. R. (1986). *Las funciones corticales superiores del hombre*. México D.F., México: Fontamara.

Maia, T. V, & McClelland, J. L. (2004). A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa gambling task. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (45), 16075-16080.

Márquez, R. et al. (2013). La hipótesis del Marcador Somático y su nivel de incidencia en el proceso de toma de decisiones. En *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, Vol. 18 nº 1, pp. 17-36.

Matute, E.; Chamorro, Y.; Inozemtseva, O.; Barrios, O.; Rosselli, M. & Ardila, A. (2008). Efecto de la edad en una tarea de planificación y

organización (pirámide de México) en escolares. *Revista neurología*, 47, 62.

Mellor, D.; Patterson, E.; Staforf, K. (2009). *The sciences of animal welfare*. Iowa: Wiley.

Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe tasks: a latent variable analysis. *Cognit Psychol* 2000; 41: 49-100.

Neuropharmacology, 56 Suppl 1 (SUPPL. 1), 48–62.

Noël, X., Bechara, A., Dan, B., Hanak, C., & Verbanck, P. (2007). Response inhibition deficit is involved in poor decision making under risk in nonamnesic individuals with alcoholism. *Neuropsychology*, 21 (6), 778–786.

OCDE (2003). *La comprensión del cerebro. Hacia una nueva ciencia del aprendizaje*. México D.F., México: Santillana.

Ochoa A., Solanlly; Aragón, L. (2005). Comprensión lectora y funcionamiento metacognitivo en estudiantes universitarios. *Universitas psicológica*, Universidad de la Rioja, 4(2), 179-196.

Pelegrín C y Tirapu J (1995): Neuropsiquiatría del daño prefrontal traumático. *Psiquiatría*, 7(6), 11-21.

Perales Palacios, F.J. 1993. La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2) m p. 170-178.

Puig, L. (1993). El estilo heurístico de resolución de problemas, en Salar, A., Alayo, F., Kindt, M. y Puig, L. *Aspectos didácticos en matemáticas*, 4, pp. 93-122. Zaragoza: ICE

Roberts, A. C., Robbins, T. W. y Weiskrantz, L. (1998). *The Prefrontal Cortex: Executive and Cognitive Functions*. Nueva York, EEUU: Oxford University Press.

Schank, R. C. & Abelson, R. P. (1987). *Guiones, planes, metas y entendimiento*. Paidós. pp. 86 – 95.

Schoenfeld, A. (1992). *Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in mathematics*. In *handbook for research on mathematics teaching and learning*. New York, EEUU: Macmillan.

Schraw, G. y Moshman, D. (1995) "Metacognitive theories". *Educational Psychology Review*, 7 (4), 351-371.

Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 298, 199-209

Sohlberg, M.M. & Mateer, C.A. (1989). Training use of compensatory memory books: a three stage behavioural approach. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11, 971-891.

Sousa, D. (2002). *Cómo aprende el cerebro*. Thousand Oaks, CA, EE. UU: Corvin Press. Segunda edición.

Stuss, D. T. y Knight, R. T. (Eds.) (2002). *Principles of frontal lobe functioning*. Nueva York, EEUU: Oxford University Press.

Tamayo A., O. E. (2008). *La metacognición en los modelos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Módulo Metacognición, maestría Enseñanza de las ciencias. Universidad Autónoma de Manizales.

Tirapu-Ustároz, J.; Muñoz-Céspedes, J. M.; Pelegrín-Valero, C. & Albéniz-Ferreras, A. (2005). Propuesta de un protocolo para la evaluación de las funciones ejecutivas. *Revista Neurología* 41 (3): 177-186.

Toplak, M. E., Sorge, G. B., Benoit, A., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2010). Decision-making and cognitive abilities: A review of associations between Iowa Gambling Task performance, executive functions, and intelligence. (J. K. Zeig & W. M. Munion, Eds.) *Clinical Psychology Review*, 30 (5), 562–581.

Tsukiura, T., Fujii, T., & Takahashi, T. (2001). Neuroanatomical discrimination between manipulating and maintaining processes involved in verbal working memory: a functional MRI study. *Cognitive Brain Research*, 11, 13-21.

Verdejo-García, A., & Bechara, A. (2009). *A somatic marker theory of addiction*.

Wadsworth Barry, J. (1999). Teoría de Piaget del desarrollo cognoscitivo y afectivo. *Diana*. pp. 10-11.

Willats, P. (1990). Development of problem solving strategies in infancy. *Laurence Erlbaum Associates*. pp. 23-26.