

Un marco teórico de las funciones ejecutivas desde la neurociencia cognitiva

Dr. Rafael Blanco-Menéndez (neuropsicólogo clínico) y Dr. Enrique Vera de la Puente (neurólogo conductual) *†

* Unidad de Neuropsicología y Neurología de la Conducta. Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA)

INTRODUCCIÓN: DEFINICIÓN DE FUNCIONES EJECUTIVAS

Desde que Lezak (1982) introdujo el concepto de funciones ejecutivas en Neuropsicología, ha ido cobrando creciente interés su caracterización teórica y su significación clínica. El acercamiento entre las posiciones de la Neuropsicología tradicional con las investigaciones acerca de los procesos psicológicos básicos, llevadas a cabo desde la Psicología Experimental de orientación cognitivista, han supuesto una importante fuente de hipótesis teóricas y de hallazgos empíricos, que han beneficiado a ambas disciplinas. Efectivamente, los neuropsicólogos han encontrado, en los estudios cognitivos, diversos paradigmas y técnicas de investigación cuyo rigor metodológico entendemos, sobrepasa el de los acercamientos clínicos tradicionales. Además, los investigadores provenientes de la Psicología Cognitiva tradicional disponen ahora de un amplio campo, cual es el de los sujetos afectados por lesiones cerebrales adquiridas, donde poner a prueba sus hipótesis relativas al funcionamiento de procesos tales como la atención, la percepción, la memoria, el lenguaje o la resolución de problemas y el pensamiento.

El primer acercamiento entre la Psicología experimental de orientación cognitiva con la Neuropsicología tradicional tuvo lugar en 1966, cuando Marshall y Newcombe (Barry, 1996) describieron y analizaron teóricamente los patrones de lectura observados en un paciente aléxico. Desde ese momento, el concepto de Neuropsicología cognitiva empieza a abrirse camino como metodología fructífera de investigación de los procesos mentales humanos y de sus relaciones con las estructuras cerebrales que los sustentan.

El concepto de función ejecutiva aplicada a la Neuropsicología es, no obstante, más reciente, dado que los investigadores en este campo no se han ocupado de él sino hasta fecha relativamente cercana. No obstante, hoy en día, existen numerosas caracterizaciones de las funciones ejecutivas desde el punto de vista neuropsicológico (Kimberg, D'Esposito y Farah, 1997).

Proponemos que las funciones ejecutivas pueden ser caracterizadas por una serie de rasgos definitorios:

a En primer lugar, se trata de procesos no directamente cognitivos (o representacionales), sino de control sobre los mismos. En este sentido, cabe apuntar el que la esencia de los procesos cognitivos radica en la de constituir una representación de estados del mundo interno o externo, procesados de modo cuasi-computacional (Fodor, 1983; García-Albea, 1993; Ezquerro, 1995; González-Labra, 1998) y que aportan información al sistema. Generalmente, estos procesos cognitivo-representacionales se encuentran íntimamente ligados al funcionamiento

perceptivo y mnésico, elaborando los inputs sensoriales aportados por el mismo, y estableciendo diversas comparaciones entre éstos y el conocimiento disponible en el sistema de memoria a largo plazo. Los procesos ejecutivos no son, sin embargo procesos cognitivos o representacionales en este sentido, pues no se ocupan directamente de la manipulación o procesamiento simbólico de la información, sino fundamentalmente de su **control**, encontrándose más relacionados con la organización de la respuesta [motora] o output (Luria, 1979).

b Además, las funciones realizan una integración global y coherente de las diversas actividades cognitivas y emocionales, controlando finalmente la puesta en práctica de la conducta manifiesta. (Miller, Galanter y Pribram, 1960).

c Las funciones ejecutivas supervisan la ejecución de la conducta estableciendo una serie de comparaciones entre el resultado actual y el objetivo o meta deseada. (Oerter, 1975).

d Es fundamental, en su caracterización, el que estos procesos incluyen un aspecto prospectivo, intencional, dirigido a metas y, en cierto sentido, dirigido a un estado de cosas potencial que aún no se da efectivamente (futuro) (Schank y Abelson, 1977).

e Por otro lado, resulta esencial su capacidad de **selección** de la actividad mental (Schacter, 2001). Este carácter selectivo afectaría a la información entrante (input), a la representacional (o simbólico-cognitiva) y a la respuesta motora (o componente de output), con una relación muy estrecha con determinados aspectos de las funciones atencionales.

f A través de estos procesos atencionales, inferenciales, de control y de regulación emocional, establecen importantes relaciones con las estructuras y procesos de la memoria (especialmente con la memoria de trabajo, a nivel de estructuras y con las actividades de recuperación de la información, a nivel de procesos) (Baddeley, 1976; Schacter, 2001).

g Se relacionan con las funciones ejecutivas, además, importantes aspectos inferenciales, de establecimiento de hipótesis (generalmente, a nivel implícito-inconsciente) relativos a futuros estados de cosas que se consideran deseables, además de a los medios para conseguir ese estado de cosas y a las consecuencias previsibles de la conducta encaminada a conseguir ese objetivo (Bolton, 1972; Oerter, 1975).

h En el ámbito emocional, los procesos ejecutivos confieren coherencia al comportamiento afectivo y modulan las emociones y las actitudes hacia los objetos del mundo exterior (Damasio, 1994).

i Por último, los procesos ejecutivos confieren un sentimiento de unidad a nuestra personalidad, además de lo que se ha denominado “inteligencia emocional” (Goleman), “empatía” (Lipps) o “capacidad intersubjetiva” (Husserl). Esta habilidad implicaría la comprensión a la vez afectiva y cognitiva de nuestros estados mentales y de los de otras personas (teoría de la mente) y ha sido denominada de diversas maneras, tales como capacidades metarrepresentacionales o, más brevemente, metacognición (Flavell, 1977; Karmiloff-Smith, 1992).

TAXONOMÍA DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS:

El estudio de cualquier aspecto de la realidad empírica suele comenzar por la descripción objetiva del objeto sometido a investigación, con ayuda de esquemas teóricos que permitan integrar ese conocimiento en el ya existente acerca de fenómenos similares.

Las funciones ejecutivas en Neuropsicología han sido objeto de variadas consideraciones teóricas y conceptuales, desde sus primeras definiciones, entre ellas la de Lezak (1982).

No obstante, cabe preguntarse de qué se habla cuando tratamos el concepto de funciones ejecutivas, dado que existen numerosos modelos teóricos que tratan de dar cuenta de este concepto y ofrecen un modelo de su funcionamiento a nivel cognitivo y/o neuroanatómico.

Proponemos, de acuerdo con diversas investigaciones empíricas, el que las funciones ejecutivas incluirían, al menos, los siguientes aspectos:

- 1 Coordinación, programación, secuenciación y control adecuado de los movimientos (Kuypers, 19881; Roland, 1981; Leonard, 1988, en Kolb y Whishaw, 1996)
- 2 Capacidades de atención selectiva y memoria de trabajo (relacionadas con mecanismos cognitivos como el ejecutivo central de Baddeley y Hitch, (1977) o el sistema supervisor atencional de Shallice (Shallice, Burgess y Frith, 1991)).
- 3 Capacidades relacionadas con la flexibilidad cognitiva en diversos ámbitos: atención, actividad perceptiva, formación de conceptos, pensamiento, motricidad (Karnath y Wallesch, 1992; Zangwill, 1966; Milner y Petrides, 1984; Ramier y Hecaen, 1970; en Kolb y Whishaw, 1996; Eslinger y Grattan, 1993).
- 4 Razonamiento y habilidades inferenciales, a nivel deductivo e inductivo (Duncan, Burgess y Emslie, 1995).
- 5 Coordinación y organización de estrategias medios-fines, que constituye para diversos autores, la esencia del comportamiento inteligente (Shallice y Burgess, 1991)
- 6 Formulación y construcción a nivel cognitivo, de planes de conducta y programas ordenados de actividad propositiva (o inteligente) (Kimberg, D'Esposito y Farah, 1997).
- 7 Establecimiento de la sintaxis lógica de los programas de comportamiento, incluidas las emisiones verbales (eje sintagmático o de combinación de los elementos del discurso) en el interior de las diversas proposiciones, así como entre las diferentes proposiciones o enunciados. En este sentido, debe señalarse la importancia que cobran en estas actividades las partículas lógicas (subyacentes al lenguaje) que confieren coherencia al discurso y que conectan sus diferentes partes (conectivas lógicas o funtores), las cuales guardan una relación de isomorfismo con los elementos léxicos que tienen esta función a nivel verbal (Blanco y Aguado, 2002).

8 Formulación y construcción de estrategias y planes, incluyendo la enunciación, desarrollo y verificación o falsación de hipótesis (Blanco y Aguado, 2002).

9 Modulación, afinamiento y matización de los programas de comportamiento, incluidas las actividades emocionales. Debe recordarse, a este respecto, el que los pacientes con disfunción ejecutiva, suelen mostrarse más simplistas y esquemáticos en su pensamiento, afectividad y comportamiento manifiesto, dando lugar a alteraciones en su ajuste al medio físico y social (Harlow, 1868, en Kolb y Whishaw, 1996; Blumer y Benson, 1975; Eslinger y Damasio, 1985).

10 Actividades de integración y cohesión de alto nivel de los distintos aspectos del Yo y de la personalidad (Eslinger y Damasio, 1985, en Kolb y Whishaw, 1996; Damasio, 1994).

FUNCIÓN EJECUTIVA Y LÓBULOS FRONTALES:

Al tratar la Neuropsicología de las funciones ejecutivas, es decir, al intentar establecer una relación entre estas capacidades y las estructuras cerebrales que sustentan su funcionamiento, ha de mencionarse el hecho de que, generalmente, los estudios realizados en pacientes con alteración disejecutiva suelen aquejar algún tipo de disfunción o lesión en los lóbulos prefrontales del cerebro.

Ahora bien, no se puede concluir, de modo simplista, el que la función frontal sea, sin más equiparable a las funciones ejecutivas, sino que la relación correcta es la siguiente

Función ejecutiva → Lóbulos prefrontales,

Pero no

Lóbulos prefrontales → Funciones ejecutivas,

dado que es conocido actualmente que la función frontal incluye otros aspectos no ejecutivos, entre otros los siguientes (Kolb y Whishaw, 1996; Junqué, 1994; Damasio y Anderson, 2003):

- a Motivacionales-dinámico-volitivos (sistema cingulado anterior)
- b Valorativos (o “judiciales”), correspondientes a las porciones orbitomediales y áreas paralímbicas
- c Motores (áreas primarias y secundarias)
- d Lingüísticos, responsables, en caso de lesión, de los trastornos afásicos no fluidos, del tipo de la afasia de Broca o la afasia transcortical motora
- e Sensoriomotores: Debe recordarse la integración de las áreas precentrales y postcentrales del surco de Rolando en el llamado “homúnculo sensorial y motor”, que controla el movimiento y la sensación del resto del cuerpo

f Aspectos de control de las actividades perceptivas y exploración activa de los estímulos sensoriales. Una de las áreas más importantes en este sentido la constituye el área 8 de Brodmann, que controla la motricidad ocular voluntaria.

Históricamente, existen una serie de hitos en la investigación sobre las funciones ejecutivas. Uno de los primeros lo constituyen las observaciones de Harlow en 1868 (Macmillan, 1996) referidas al célebre paciente Phineas Gage, el cual sufrió un espectacular cambio en su personalidad, en su conducta y en algunas de sus actividades cognitivas, a raíz de un accidente que le provocó una lesión de los lóbulos prefrontales de su cerebro.

Con posterioridad, Burckhardt y Moniz (Whitaker, Stemmer y Joannette, 1996) aplicaron técnicas neuroquirúrgicas para el tratamiento de pacientes afectados por alteraciones psicóticas; estos investigadores realizaron, preferentemente, resecciones de diversas regiones cerebrales y, en especial, de porciones significativas de los lóbulos prefrontales, induciendo a estos pacientes una placidez desusada, una disminución de sus alteraciones de comportamiento, así como diversas características conductuales [posiblemente de tipo disejecutivo], que, en su día no fueron adecuadamente interpretadas, por carecerse en esa época, de una teoría clara de la función de los lóbulos frontales. Estas experiencias, supusieron el nacimiento de la psicocirugía, basada, principalmente, en la práctica de lobectomías prefrontales en casos de patologías psicóticas severas, para las que, en esas fechas, no existía tratamiento efectivo.

Esta ausencia de un modelo teórico de la función ejecutiva supuso el que autores como Donald O. Hebb (1949) pudiese constatar el hecho paradójico de que, en el caso de determinados pacientes sometidos a lobectomías prefrontales como las descritas anteriormente, su inteligencia, evaluada por medio de escalas que permiten el cálculo del Cociente Intelectual (CI), no solamente no disminuía, sino que podía llegar a aumentar en algunos casos. Hebb no disponía, en su época, de una teoría adecuada de estas capacidades, tales como las postuladas hoy en día desde la Neuropsicología Cognitiva y no pudo construir de manera sólida, un modelo de la inteligencia de tipo neurofisiológico, sino tan solo realizar diversas aproximaciones sugerentes en este sentido.

No obstante, a partir de las décadas de 1940-1950 comienzan a ser realizadas en los Estados Unidos, diversas investigaciones en las que emplean instrumentos psicométricos cuantitativos, como la Bateria Neuropsicológica de Halstead-Reitan (León-Carrión, 1995; Lezak, 1995), que empiezan a arrojar algunos resultados empíricos sistemáticos que distinguían a los pacientes con lesiones frontales, de pacientes con lesiones localizadas en otras áreas cerebrales, o de pacientes con patologías psiquiátricas. En concreto, en estos primeros estudios aparecía una alteración sistemática en tareas como el test de Categorías de Halstead o en el test del Trazado (*Trail-Making-Test* o Test de Armitage), constatándose, asimismo, una elevación en algunas escalas clínicas del Inventario Mutifásico de Personalidad de Minnesota (MMPI), que suele ser aplicado conjuntamente con esta batería.

En estas mismas fechas, diversas observaciones clínicas llevadas a cabo por Kurt Goldstein (1948) mostraron que los pacientes con disfunción prefrontal exhibían una serie de alteraciones cualitativas en la ejecución de determinadas tareas experimentales de formación de conceptos. Éstas implicaban la puesta en práctica de procesos de flexibilidad cognitiva, además de habilidades categoriales y de abstracción. Goldstein interpretó las sutiles alteraciones de conducta observadas en estos pacientes como dependientes de una alteración de la “actitud abstracta” necesaria para la correcta ejecución de estas tareas.

Una figura crucial en el desarrollo del concepto de función ejecutiva lo constituye la figura de A.R. Luria (1979), el cual llevó a cabo detalladas observaciones del comportamiento de este tipo de pacientes ante determinadas tareas diseñadas por él mismo, que se encuentran hoy en día recopiladas en diferentes baterías de exploración neuropsicológica (Christensen, 1979; Lezak, 1995).

Por otro lado, otra fuente de investigaciones que estimularon la comprensión de la naturaleza de las funciones ejecutivas la constituye los trabajos de Brenda Milner en Canadá, durante la década de 1960, que incidieron, entre otros temas, en la relación entre memoria y funciones ejecutivas (Kolb y Whishaw, 1996).

En la actualidad, y desde la adopción del enfoque cognitivo en sectores crecientes de la Neuropsicología, ha de mencionarse que la comprensión de la naturaleza de las funciones ejecutivas ha experimentado un significativo avance. En especial, debe mencionarse que la adopción del enfoque cognitivo-computacional, característico de la Psicología Cognitiva, ha inducido un aumento de las investigaciones acerca de los aspectos relacionados con el funcionamiento ejecutivo. A este respecto, son importantes las investigaciones en Psicología del razonamiento, de la resolución de problemas y del pensamiento, que han permitido avanzar una taxonomía crecientemente precisa de las funciones que integran la mente humana como sistema de procesamiento de la información (Fodor, 1983) empleando una doble metodología empírico-experimental, por un lado, y lógico-matemática, por otro. A este respecto, existirían, en la actualidad, 3 fuentes principales de datos de los que derivaría el conocimiento actualmente disponible acerca de las funciones ejecutivas:

- 1 Los provenientes de la Inteligencia Artificial, la robótica y los estudios de simulación por computador de las funciones cognitivas (especialmente, relativas a la resolución de problemas y actividades de planificación) (Miller, Galanter y Pribram, 1960; Schank y Abelson, 1977; Bolton, 1972; Hunt, 1968; García Albea, 1993).
- 2 Los resultantes de la investigación experimental con sujetos normales acerca de actividades de razonamiento y resolución de problemas, desde los trabajos pioneros de Binet, Külpe, Piaget, Bühler, Vygotsky o Wertheimer (Sahakian, 1975) hasta los estudios de autores cognitivos contemporáneos, incluidos en el paradigma del procesamiento de la información. En este sentido, pueden mencionarse los trabajos de Newell y Simon en el campo de la resolución de problemas (Oerter, 1975; Bolton, 1972), los de Wason y Johnson-Laird acerca de la comprensión y uso de las conectivas de la Lógica proposicional (Delval, 1977) o los de Tversky y Kahneman que

hacen referencia a los principales sesgos y errores cometidos al razonar por las personas normales en su vida cotidiana (Tversky Kahneman, 1983).

3 Progresivamente, han empezado a cobrar relevancia los estudios desde la Neuropsicología Cognitiva, de autores como Chris Frith o Tim Shallice, acerca de las funciones ejecutivas en pacientes afectados por lesiones cerebrales o enfermedades neuropsiquiátricas, como la esquizofrenia (Shallice y Burgess, 1991; Shallice, Burgess y Frith, 1991; Frith, 1992).

RELACIONES DE LAS FUNCIONES EJECUTIVO-PREFRONTALES CON OTRAS FUNCIONES NEUROPSICOLÓGICAS:

En principio, las funciones ejecutivas operan en continua relación con el resto de funciones neuropsicológicas, dado su carácter de mecanismo de control de las mismas. En especial, las funciones ejecutivas guardan una relación intrínseca con algunas de estas funciones, que, como la atención, la memoria, las actividades sensorio-perceptivas, el lenguaje o los procesos afectivos y emocionales comparten diversos circuitos neuroanatómicos cercanos a los que sustentan a las funciones ejecutivas.

De este modo, y en relación con los procesos atencionales, han sido propuestos diversos modelos que intentan explicarlos, y que han sido relacionados con el funcionamiento ejecutivo. De este modo, el modelo de atención y memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1977) recoge, en su propuesta de funcionamiento atencional, un componente ejecutivo (*Ejecutivo central*), además de otros componentes mnésicos y atencionales (bucle fonológico y agenda visuo-espacial).

Por lo que respecta a la memoria, parece bien establecida la relación entre esta función y las ejecutivo-prefrontales, (Luria, 1969; 1979) resultando especialmente relevante aquella en lo que concierne a los procesos de recuperación de la información. Este dato, es más evidente cuando se compara la ejecución de pacientes con lesiones en los lóbulos prefrontales, en pruebas de funcionamiento mnésico, entre pruebas de recuerdo libre y pruebas que exigen el simple reconocimiento de la información. En estos casos, la diferencia entre ambos tipos de tareas suele resultar significativamente mayor en las tareas de reconocimiento. Además, puede especularse con la existencia de un componente frontal en algunos aspectos de la memoria implícita o procedimental, dada la relación, a nivel neuroanatómico, entre las áreas prefrontales con los circuitos subcorticales responsables del funcionamiento procedimental o implícito (Chow y Cummings, 1999).

En cuanto a la relación entre funciones ejecutivas y procesos sensorio-perceptivos, venía siendo aceptado tradicionalmente que éstas últimas dependían preferentemente de los lóbulos posteriores del cerebro. Sin embargo, puede sostenerse hoy en día que, al menos, los siguientes aspectos sensoriales se encuentran vinculados al

funcionamiento ejecutivo-prefrontal: a) Integración sensoriomotora básica (Adams y Victor, 1993); b) Búsqueda y análisis activo de la información (Christensen, 1987; Luria, 1969); c) Flexibilidad perceptiva ante ilusiones ópticas y figuras ambiguas (vgr., el cubo de Necker la ilusión de Jastrow, etc) (Kolb y Whishaw, 1996); d) Control de los movimientos oculares (Luria, 1969; Kolb y Whishaw, 1996; Adams y Victor, 1993).

Es más conocida, sin embargo, la relación entre las funciones ejecutivo-prefrontales y las actividades lingüísticas. De este modo, las alteraciones disejecutivas alterarían, al menos, los siguientes procesos lingüísticos (Kertesz, 1999): a) Programación de los movimientos articulatorios; b) Iniciación y producción de las emisiones verbales; c) Integración de los aspectos sintácticos de las emisiones, a su forma final; d) Comprensión de ciertas relaciones sintácticas complejas (pasivas, dobles negaciones, enunciados que incluyen relaciones transitivas, etc.) e) Fluidez verbal (con cierta disociación entre los aspectos fonológicos, que estarían más relacionados con el funcionamiento frontal y de los núcleos grises centrales y los aspectos semánticos, vinculados a la función de los lóbulos temporales del cerebro (Vera de la Puente, 2003, comunicación personal); f) Aspectos de regulación, modulación y producción prosódico-emocionales (en especial, relacionados con el lóbulo prefrontal del hemisferio derecho) (Kolb y Whishaw, 1996); g) Articulación lógica de las diferentes partes de los enunciados y de éstos entre sí, en relación con el discurso como totalidad, confiriendo coherencia al mismo (Blanco-Menéndez y Aguado-Balsas, 2002).

Por otro lado, las funciones ejecutivo-prefrontales guardan también relación con los procesos afectivos, emocionales y de la personalidad (Luria, 1969; 1979; Edwards-Lee y Saul, 1999; Kolb y Whishaw, 1996; Adams y Victor, 1993). En este sentido, resulta posible sostener que las funciones ejecutivas, como procesos generales de control, pueden modular también los aspectos afectivos y emocionales. Además, en determinados cuadros neuropsicológicos con afectación fronto-límbica (tanto de origen neurológico como psiquiátrico), son característicos el descontrol emocional, la desinhibición conductual, la labilidad afectiva, además de los problemas de regulación sexual y agresiva (tanto por exceso como por defecto). Por otro lado, son características, en estos casos, las alteraciones de la personalidad (tanto sutiles como evidentes), pudiendo hablarse de dos síndromes básicos (Benson y Miller, 1997): a) Dorsolateral, con signos conductuales como apatía, indiferencia afectiva, abulia, anhedonia, pérdida de “drive”, pseudodepresión, rigidez cognitiva, pérdida de empatía, alteraciones del “insight”, dificultades para captar las intenciones y actitudes de otras personas, falta de expresividad emocionales y pasividad; b) Orbito-medial, con signos conductuales como desajuste comportamental a nivel social, desinhibición de la sexualidad y de las conductas agresivas, afecto inapropiado (generalmente de tipo maniaco o hipomaniaco), falta de consideración de las actitudes de otras personas, rasgos y actitudes sociopáticas, incremento de la tasa y el volumen de las emisiones verbales (taquilalia), actitudes megalomaniacas, etc. Además, es conocido desde los trabajos de Blumer y Benson (1975, en Kolb y Whishaw, 1996), que la lateralización de las lesiones cerebrales prefrontales resulta ser un factor relevante en la semiología neuropsiquiátrica que presentan determinados pacientes. Así, estos autores diferencian 2 tipos de síndromes frontales con afectación de la personalidad, dependiendo de si

dicha lesión se encuentra situada en el hemisferio derecho o en el izquierdo; de este modo, podría hablarse de un patrón pseudodepresivo, por afectación del lóbulo prefrontal izquierdo, con síntomas como apatía, indiferencia afectiva, pérdida de la iniciativa, interés sexual reducido, escasa expresividad emocional y, en algunos casos extremos, pocas o ninguna emisión verbal, con tendencia al mutismo (en ausencia de afasia expresiva). Por otro lado, el patrón pseudopsicopático, característico de las lesiones del lóbulo frontal derecho, incluiría signos como comportamiento inmaduro, falta de tacto social, lenguaje vulgar o soez, conducta sexual promiscua, incremento de

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES EJECUTIVO-PREFRONTALES Y PRINCIPALES SIGNOS CONDUCTUALES DE ALTERACIÓN DE ESTOS PROCESOS.

Existen hoy en día numerosas pruebas sensibles a disfunciones de los procesos ejecutivo-prefrontales; entre ellas pueden mencionarse, como las más sensibles, las siguientes (Goldstein, 1948; Christensen, 1979; Kolb y Whishaw, 1996; Lezak, 1995; León-Carrión, 1995; Junqué y Barroso, 1994; Blanco-Menéndez y Aguado-Balsas, 2002; Kimberg, D'Esposito y Farah, 1997; Parkin, 1996):

- 1 Tests motores de Luria
- 2 Programas Alternantes (*Go-NoGo*)
- 3 Test del Trazado, Test de Armitage o *Trail-Making-Test*
- 4 Test de palabras y colores de Stroop
- 5 Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin
- 6 Test de la Torre de Hanoi y de la Torre de Londres
- 7 Test de formación de conceptos de Hanfmann-Kasanin (o test de Vygotsky)
- 8 Test de categorías de la Batería Neuropsicológica de Halstead-Reitan
- 9 Test de clasificación de objetos de Kurt Goldstein
- 10 Tarea de cuestiones estimativas de Shallice
- 11 Test de completamiento de oraciones de Hayling
- 12 Tests de factor *g* de Cattell
- 13 Tareas de razonamiento complejo, como las propuestas por Christensen en su *Diagnóstico Neuropsicológico de Luria*
- 14 Tareas de razonamiento analógico, del tipo de las matrices progresivas de Raven, las series de letras o de números de Thurstone, los tests de Dominós, etc.
- 15 Tareas de resolución de problemas complejos de tipo lógico-formal (Piaget), como: Estimación de probabilidades, habilidades combinatorias, comprensión de nociones lógico-formales sencillas (producto lógico, suma lógica, negación, proporción lógica, suma algebraica, etc), además de comprensión de enunciados condicionales, bicondicionales, distinción entre condiciones necesarias y suficientes, etc.

- 16 Tareas de cálculo mental, sustracción de siete o de once, no tanto por el componente aritmético, sino por el de memoria de trabajo y atención
- 17 Recuerdo de dígitos en orden inverso, como se plantean en la Escala de Memoria de Wechsler, o en las Escalas de Inteligencia de Wechsler para Adultos o para Niños (WAIS-III, WISC-R, etc.)
- 18 Problemas de razonamiento sobre relaciones transitivas
- 19 Tareas de aprendizaje asociativo

A continuación ofrecemos un resumen de las principales alteraciones observables en caso de disfunción ejecutivo-prefrontal, que pueden ser exploradas por medio de la metodología de evaluación anteriormente mencionada.

1) Motricidad:

- Alteraciones en coordinación psicomotriz gruesa y fina (Christensen, 1979)
- Dificultades en la secuenciación de los programas motrices (Luria, 1969; 1979)
- Perseveración motora (Luria, 1969; Christensen, 1979)
- Anomalías en fuerza y tono muscular (Adams y Victor, 1993)

2) Sensación y percepción:

- Alteraciones en el análisis perceptivo (Luria, 1969; Kolb y Whishaw, 1996)
- Anomalías del control de los movimientos oculares (Luria, 1969; Adams y Victor, 1993; Cambier, Masson y Dehen, 2000).
- Dificultades en la exploración activa de los estímulos visuales (Kolb y Whishaw, 1996)

3) Memoria:

- Confabulación (Parkin y Leng, 1993)
- Dificultades en la orientación temporal (Vera de la Puente, 2003, comunicación personal)
- Anomalías en la ubicación temporal de los acontecimientos en la memoria episódica (Kolb y Whishaw, 1996)
- Problemas en el recuerdo del orden en que se han presentado los estímulos (Parkin y Leng, 1993)

- Dificultades selectivas de los procesos de recuperación, en especial en el caso de tareas de recuerdo libre, con mejor rendimiento en aquellas tareas de recuerdo con clave y reconocimiento (Parkin y Leng, 1993; Gil, 1996)

- Falta de liberación de la interferencia proactiva en el recuerdo categorial, produciéndose esta semiología en caso de lesión o desconexión del núcleo dorsomediano del tálamo (Parkin y Leng, 1993; Gil, 1996; Yener y Zaffos, 1999)

- Alteraciones en el componente ejecutivo-atencional de la memoria de trabajo o *working memory* (Yener y Zaffos, 1999; Curran y Schacter, 1997)

4) Lenguaje: En caso de alteraciones disecutivas, aparte de la semiología afásica que, eventualmente, puede presentarse, las alteraciones en los procesos lingüísticos pueden sintetizarse de la siguiente manera : a) Disminución de la tasa de habla, pudiendo llegar al mutismo o a un habla lacónica (Kertesz, 1999); b) En otros casos, puede observarse taquilalia y logorrea (Benson y Miller, 1997); c) Dificultades en la comprensión de aspectos lógico-sintácticos complejos (Caramazza y Zurif, 1976; en Valle Arroyo, 1992); d) Alteraciones en el componente fonológico-articulatorio de las emisiones verbales (Luria, 1969; Lecours y Lhermitte, 1979); e) En algunos casos, anomia leve o moderada (Lecours y Lhermitte, 1979).

5) Razonamiento y planificación: Se sostiene hoy en día que los procesos ejecutivo-prefrontales se encuentran **muy próximos al funcionamiento intelectual superior** (aunque no son en realidad el mismo tipo de estructura mental, pues el pensamiento, según creemos, está constituido por un componente ejecutivo-prefrontal y otro post-rolándico, responsable de los aspectos categoriales y semánticos del pensamiento, localizado, preferentemente, a nivel de los lóbulos temporales del cerebro humano). Así, entre los signos disecutivos en el funcionamiento del razonamiento, la solución de problemas y la planificación, se incluyen (Kolb y Whishaw, 1996; Lezak, 1995; Junqué y Barroso, 1994): a) Perseveraciones en los tests de formación de conceptos (Category Test de Halstead o Wisconsin Card Sorting Test); b) Rigidez cognitiva, con dificultad para cambiar el criterio de clasificación de un concepto; c) Dificultades a la hora de cambiar la perspectiva de análisis de un problema (soluciones *einstellung* o de fijeza funcional de Duncker) (Oerter, 1975); d) Multitud de errores y problemas para orquestar una estrategia coherente en tareas como la Torre de Londres o la Torre de Hanoi; e) Ausencia de insight, con dificultades en la comprensión rápida de alguna característica esencial para la resolución de problemas; f) Empobrecimiento de la creatividad, de la flexibilidad ideacional y del pensamiento divergente.

DISFUNCIONES EJECUTIVO-PREFRONTALES EN DIVERSOS CUADROS NEUROPSICOLÓGICOS Y NEUROPSIQUIÁTRICOS

Se propone un componente de disfunción ejecutivo-prefrontal en, al menos, los siguientes cuadros neuropsiquiátricos:

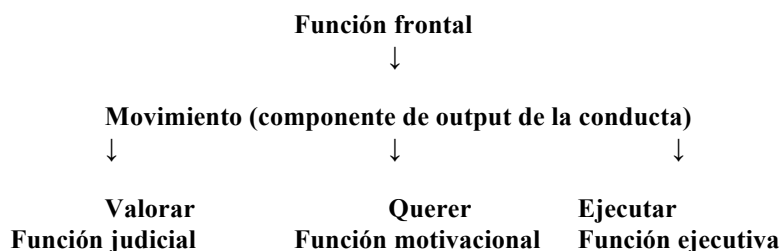
- 1 Traumatismos craneoencefálicos (en especial, en caso de localización frontal o bifrontal, o en presencia de contragolpe) (Schnider y Gutbrod, 1999)
- 2 Alteraciones cerebrovasculares (típicamente en casos de ruptura de aneurisma de la arteria comunicante anterior (Parkin y Leng, 1993)
- 3 Enfermedad de Pick y demencia frontotemporal (Brun y Gustafson, 1999)
- 4 Enfermedad de Parkinson, con especial afectación del componente dorsolateral (Gil, 1996)
- 5 Enfermedad de Huntington (Folstein, Peyser, Starkstein y Folstein, 1991)
- 6 Síndrome de Korsakoff (con disfunción no específicamente frontal, sino de todo el circuito mamillo-dorsomediano talámico-prefrontal, con especial semiología disejectiva y mnésico-confabulatoria (Parkin y Leng, 1993)
- 7 Encefalitis por herpes simplex (El virus tiene preferencia por las áreas límbicas y paralímbicas frontales y temporales, produciéndose una importancia sintomatología emocional, mnésica, cambios de personalidad, rasgos paranoides, etc.) (Gil, 1996)
- 8 Cuadros de defecto por ingestión crónica de sustancias estupefacientes, en especial, las siguientes: a) Cocaína; b) Anfetaminas clásicas; c) Anfetaminas alucinógenas y otras drogas “de diseño”; Hachís; e) Alcohol (demencia alcohólica) (León Carrión, 1995)
- 9 Esquizofrenias (síndrome de Kraepelin-Bleuler (Goldman-Rakic, 1991; David y Cutting, 1994)
- 10 Manía e hipomanía (Adams y Victor, 1993)
- 11 Trastorno obsesivo-compulsivo y trastorno anancástico de la personalidad (Rapoport, 1991)
- 12 Autismo infantil precoz de Kanner y cuadros relacionados, como el síndrome de Asperger, esquizofrenia infantil, etc (U. Frith, 1989)
- 13 Trastorno por hiperactividad y déficit de atención (Pennington, 1997)
- 14 Diversos tipos de neurosis, trastornos de ansiedad, depresión, fobias, etc. (Recuérdese el efecto deletéreo de la ansiedad, la depresión y el estrés sobre el funcionamiento ejecutivo) (La Bar y LeDoux, 1997).

MÁS ALLÁ DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS: FACTORES VALORATIVOS Y MOTIVACIONALES EN RELACIÓN CON LA FUNCIÓN PREFRONTAL

Recientes datos (Chow y Cummings, 1999) permiten postular la existencia en el córtex prefrontal, de 3 sistemas diferentes desde el punto de vista anatómico y funcional, que serían los siguientes:

- a Sistema dorsolateral, preferentemente especializado en las funciones denominadas tradicionalmente ejecutivas, que hemos comentado anteriormente) (**Función ejecutiva**)
- b Sistema órbito-medial u órbito-basal, relacionado con factores valorativos vinculados al funcionamiento emocional, donde cobra importancia el problema de la significatividad personal y biológica de los objetos (**Función judicial**)
- c Sistema cíngulo-anterior, que englobaría funciones motivacionales, de iniciación de la actividad, relacionado con la ejecución de la conducta, no tanto en términos estructurales, sino dinámicos (**Función dinámica o motivacional**)

En base a este esquema de las funciones ejecutivo-prefrontales, resulta posible proponer un modelo triúnico para la función frontal, que estaría, en último término, relacionado con el elemento de output o motor del comportamiento. Esta propuesta puede esquematizarse de esta manera, que sintetiza el conjunto de las argumentaciones expuestas en el presente trabajo.



BIBLIOGRAFÍA:

- Adams, R. D. y Victor, M. (1993): *Principles of Neurology*. Nueva York: Mc Graw Hill (5ª Edición).
- Baddeley, A.D. (1976): *The Psychology of Memory*. Nueva York: Basic Books. Traducción española: *La Psicología de la Memoria*. Madrid: Debate. 1989.
- Baddeley, A. D. y Hitch, G. J. (1977): "Working Memory". En G. A. Bower (Ed.): *Recent Advances in Learning and Motivation*. (vol 8, pp.647-667). Nueva York: Academic Press.
- Barry, C. (1996): "G. R., The Prime "Deep Dyslexic": A Commentary on Marshall and Newcombe (1966)". En: C. Code, C.-W. Wallesch, Y. Joannette y A. R. Lecours (Eds.): *Classic Cases in Neuropsychology*. Hove : Psychology Press.
- Benson, D. F. y Miller, B. L. (1997): "Frontal Lobes: Clinical and Anatomic Aspects". En: T. E. Feinberg y M. J. Farah (Eds.): *Behavioral Neurology and Neuropsychology*. Nueva York: Mc Graw Hill (pp. 401-408).
- Blanco-Menéndez, R. y Aguado-Balsas, A. M. (2002): "Procesos de pensamiento lógico en un caso de lesión vascular cerebral". *Revista de Neurología*, 34 (11): 1048-1052.
- Bolton, N. (1972): *The Psychology of Thinking*. Londres: Methuen & Co. Traducción española: *Introducción a la Psicología del Pensamiento*. Barcelona: Herder. 1978.
- Brun, A. y Gustafson, L. (1999): "Clinical and Pathological Aspects of Frontotemporal Dementia". En: B. L. Miller y J. L. Cummings (Eds.): *The Human Frontal Lobes*. Nueva York: The Guilford Press 8pp. 349-369).
- Cambier, J. , Masson, M. y Dehen, H. (2000): *Neurología*. Barcelona: Masson.
- Chow, T. W. y Cummings, J. L. (1999): "Frontal- Subcortical Circuits". En: B. L. Miller y J. L. Cummings (Eds.): *The Human Frontal Lobes*. Nueva York: The Guilford Press (pp. 3-26)
- Christensen, A. L. (1979): *Luria's Neuropsychological Investigation*. Copenhagen : Munksgaard. Traducción española : *El diagnóstico neuropsicológico de Luria*. Madrid : Visor. 1987 (2ª Edición).
- Curran, T. y Schacter, D. L. (1997): "Amnesia: Cognitive Neuropsychological Aspects". En: T. E Feinberg y M. J. Farah (Eds.) : *Behavioral Neurology and Neuropsychology*. Nueva York: Mc Graw Hill (pp. 463-471).
- Damasio, A. R. (1994): *Descartes error. Emotion, Reason and the Human Brain*. Nueva York: Avon Books.
- Damasio, A. R. y Anderson, S. W. (2003): "The Frontal Lobes". En: K. H. Heilman y E. Valenstein (Eds.): *Clinical Neuropsychology*. Oxford : Oxford University Press (4ª Ed.) (pp.404-446).
- David, A. S. y Cutting, J. C. (1994): *The Neuropsychology of Schizophrenia*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Delval, J. (1977): "Lógica y Psicología del Razonamiento" En: J. Delval (Compilador): *Investigaciones sobre Lógica y Psicología*. Madrid: Alianza Editorial.
- Edwards-Lee, T. A. y Saul, R. E. (1999): "Neuropsychiatry of the Right Frontal Lobe" En: B. L. Miller y J. L. Cummings (Eds.): *The Human Frontal Lobes*. Nueva York: The Guilford Press.
- Eslinger, P. J. y Grattan, L. M. (1993): "Frontal lobe and frontal striatal substrates for different forms of human cognitive flexibility". *Neuropsychologia*, 31: 17-28.

- Ezquerro, J. (1995): “Teorías de la arquitectura de lo mental”. En: F. Broncano (Ed.): *La mente humana*. Madrid: Trotta (pp. 97-150).
- Flavell, J. H. (1977): *Cognitive development*. Englewoods Cliff: Prentice Hall. Traducción española: *El desarrollo cognitivo*. Madrid: Visor. 1984.
- Fodor, J. (1983): *The modularity of mind*. Cambridge: MIT Press. Traducción española: *La modularidad de la mente*. Madrid: Morata. 1986.
- Folstein, S. E., Peyser, C. E., Starkstein, S. E. y Folstein, M. F. (1991) : « Subcortical triad of Huntington’s Disease: A model for a Neuropathology of Depression, Dementia and Dyskinesia”. En: J. B. Carroll y J. E. Barrett (Eds.): *Psychopathology and the Brain*. Nueva York: Raven Press (pp.65-76).
- Frith, C. D. (1992): *The cognitive Neuropsychology of schizophrenia*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Frith, U. (1989): *Autism. Explaining the Enigma*. Oxford: Blackwell.
- García-Albea, J. E. (1993): “La mente como máquina simbólica”. En: J. E. García-Albea : *Mente y conducta. Ensayos de Psicología Cognitiva*. Madrid: Trotta (pp. 183-191).
- Gil, R. (1996): *Neuropsicología* .Barcelona: Masson (Capítulo 14, Trastornos de la memoria) (pp. 173-198).
- Goldman-Rakic, P. S. (1991): “Prefrontal Cortical Dysfunction in Schizophrenia. The relevance of Working Memory”. En: B. J. Carroll y J. E. Barrett (Eds.): *Psychopathology and the Brain*. Nueva York: Raven Press (1-24).
- Goldstein, K. (1948): *Language and language disturbances* .Nueva York: Grune & Stratton. Traducción española: *Trastornos del lenguaje. Las Afasias*. Barcelona: Editorial Científico-Médica. 1950.
- González-Labra, M. J. (1998): “Marco teórico de los modelos computacionales”. En: M. J. González-Labra (Ed): *Introducción a la Psicología del Pensamiento*. Madrid: Trotta (pp. 45-82).
- Hebb, D. O. (1949): *The Organisation of Behavior A Neuropsychological Theory*. Nueva York: John Wiley and Sons. Traducción española: *La Organización de la Conducta*. Madrid: Debate. 1985.
- Hunt, E. (1968): “Computer simulation. Artificial Intelligence studies and its relevance to Psychology”. *Annual Review of Psychology*, 19:135-168.
- Junqué, C. (1994): “El lóbulo frontal y sus alteraciones”. En: C. Junqué y J. Barroso: *Neuropsicología*. Madrid: Síntesis. 1994.
- Karmiloff-Smith, A. (1992): *Beyond Modularity. A Developmental Perspectiva on Cognitive Science*. Harvard: The MIT Press. Traducción española: *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza Editorial. 1994.
- Karnath, H. O. y Wallesch, C-W. (1992): “Inflexibility of mental planning. A characteristic disorder with prefrontal lobe lesions?” *Neuropsychologia*, 30: 1011-1016.
- Kertesz, A. (1999): “Language and the frontal lobes”. En: B. L. Miller y J. L. Cummings (Eds.): *The Human Frontal Lobes*. Nueva York: The Guilford Press (pp 261-276).
- Kimberg, D. Y., D’Esposito, M. y Farah, M. J. (1997): “Frontal lobes: Cognitive Neuropsychological Aspects”. En: T. E. Feinberg y M. J. Farah (Eds.) : *Behavioral Neurology and Neuropsychology*. Nueva York: Mc Graw Hill. (pp. 409-418).

- La Bar, K. S. y LeDoux, J. E. (1997): "Emotion and the brain: An overview". En: T. E. Feinberg y M. J. Farah (Eds.): *Behavioral Neurology and Neuropsychology*. Nueva York: Mc Graw Hill (pp.675-689).
- Lecours, A. R. y Lhermitte, F. (1979): *L'Aphasie*. París : Flammarion Medecine-Sciences y Montreal : Les Presses de l'Université de Montreal.
- León –Carrión, J. (1995): « Metodología de la Evaluación Neuropsicológica: El modelo cuantitativo ». En: J. León Carrión: *Manual de Neuropsicología Humana*. Madrid: Siglo XXI (pp. 212-236).
- Lezak, M. D. (1982): "The problem of assessing executive functions". *International Journal of Psychology*, 17: 281-297.
- Lezak, M. D. (1995): *Neuropsychological Assessment*. Oxford : Oxford University Press (3ª Edición).
- Luria, A. R. (1969): *Higher cortical functions in man and their disturbances in local brain lesions*. Moscú: Ediciones de la Universidad de Moscú.
- Luria, A. R. (1979): *Mozg cheloveka I psijicheskie protesi*. Moscú: Pedagogica. Traducción española: *El cerebro humano y los procesos psíquicos*. Barcelona: Fontanella.
- Macmillan, M. (1996): "Phineas Gage: A case for all reasons". En: C. Code, C.-W. Wallesch, Y. Joannette y A. R. Lecours (Eds.) : *Classic cases in neuropsychology*. Hove : Psychology Press.
- Miller, G. A., Galanter, E. y Pribram, K. H. (1960): *Plans and the structure of behavior*. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston. Traducción española: *Planes y estructura de la conducta*. Madrid: Debate. 1983.
- Oerter, R. (1975): *Psychologie des Denkens*. Donauwörth : Verlag Ludwig Auer. Traducción española : *Psicología del Pensamiento*. Barcelona : Herder. 1975.
- Parkin, A. J. y Leng, N. R. C. (1993): *Neuropsychology of the amnesic syndrome*. Hove: Lawrence Erlbaum associates.
- Parkin, A. J. (1996): *Explorations in Cognitive Neuropsychology*. Londres: Blackwell Publishers. Traducción española: *Exploraciones en Neuropsicología Cognitiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Pennington, B. F. (1997): "Attention Deficit Hyperactivity Disorder". En: T. E. Feinberg y M. J. Farah (Eds.) : *Behavioral Neurology and Neuropsychology*. Nueva York: McGraw Hill (pp. 803-807).
- Rapoport, J. L. (1991): "Basal ganglia dysfunction as a proposed cause of obsessive compulsive disorder". En: B. J. Carroll y J. E. Barrett (Eds.): *Psychopathology and the brain*. Nueva York: Raven Press (pp. 77-95).
- Sahakian, W. S. (1975): *History and systems of Psychology*. Nueva York: Schenkman Publishing. Traducción española: *Historia y sistemas de la Psicología*. Madrid: Tecnos. 1987.
- Schacter, D. L. (2001): *The seven sins of memory*. Nueva York: Daniel Schacter (Ed.). Traducción española: *Los siete pecados de la memoria*. Barcelona: Ariel (capítulo 2).
- Schank, R. y Abelson, R. P. (1977): *Scripts, plans, goals and understanding*. Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. Traducción española: *Guiones, planes, metas y entendimiento*. Barcelona: Paidós. 1987.
- Shallice, T. y Burgess, P. W. (1991): "Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man". *Brain*, 114: 727-741.

- Shallice, T. Burgess, P. W. y Frith, C. D. (1991): “Can the neuropsychological case-study approach be applied to schizophrenia?”. *Psychological Medicine*, 21:661-673.
- Schnider, A. y Gutbrod, K. (1999): “Traumatic Brain Injury”. En: B. L. Miller y J. L. Cummings (Eds.): *The Human Frontal Lobes*. Nueva York: The Guilford Press (pp.487-506).
- Valle Arroyo, F. (1992): *Psicolingüística*. Madrid: Morata (2ª Edición).
- Vera de la Puente, E. (2004): “El sentido de la orientación temporal se relaciona con la función de los lóbulos frontales del cerebro”. Comunicación personal.
- Yener, G. G. y Zaffos, A. (1999): “Memory and the frontal lobes”. En: B. L. Miller y J. L. Cummings (Eds.): *The Human Frontal Lobes*. Nueva York: The Guilford Press.

