

El razonamiento lógico en neuropsicología clínica: observaciones en un caso de traumatismo craneoencefálico

Rafael Blanco Menéndez

Neuropsicólogo Clínico

INTRODUCCIÓN

Los trastornos de las funciones cognoscitivas, mnésicas, lingüísticas y ejecutivas en pacientes afectados por lesiones cerebrales y/o enfermedades neurológicas son el campo de estudio de la Neuropsicología y de la Neurología de la Conducta, además de otras subespecializaciones que pueden considerarse, como la Neurolingüística, la Neuropsicología de las Demencias, la Neuropsicología del Desarrollo, la Neuropsicología Psiquiátrica, o la Neuropsicología de los Trastornos del Movimiento, por ejemplo (Kolb y Whishaw, 1996, 2002; Rains, 2004; Heilman y Valenstein, 2003; Peña Casanova y Barraquer Bordás, 1983; Goodglass y Kaplan, 1983; Lecours y Lhermitte, 1979; Goldstein, 1948; Botez, 1987; Junqué y Barroso, 1994; Habib, 1994; Luria, 1980; Alberca Serrano, 1998).

Las funciones lógicas de pensamiento han sido, hasta fecha reciente, escasamente tratadas en la literatura especializada en Neuropsicología y Neurología de la Conducta. De este modo, Adams y Victor (1993) contemplan una serie de trastornos neurológicos (demencias, estados confusionales agudos, psicosis funcionales y tóxicas, lesiones de los lóbulos frontales del cerebro, etc.) que pueden incluir, en su semiología clínica, diversas alteraciones en los procesos de pensamiento, razonamiento y solución de problemas. No obstante, estos autores no establecen el tipo de estructuras lógicas afectadas por dichas lesiones neurológicas, ni tampoco si resultaría posible el que determinadas lesiones cerebrales localizadas en otras estructuras neuroanatómicas puedan ocasionar trastornos de las funciones intelectuales.

La localización de los procesos de razonamiento y solución de problemas ha sido abordada por varios autores, que han adoptado diversas posturas teóricas con referencia a dicha cuestión.

Desde un punto de vista holista y global, e influido por las posiciones teóricas que, a este respecto, sostuvieron los investigadores pertenecientes a la Escuela noética o de la *Gestalt*, K. Goldstein (1948) ofreció un esquema de organización de la función neuropsicológica, en general, y de las capacidades psicolingüísticas, en particular, del que se hacen eco investigadores posteriores, como A. R Luria (1980). Goldstein se sitúa en línea con las asunciones que, respecto del problema de la localización cerebral de las funciones psicológicas habían avanzado investigadores en la Neurofisiología del primer tercio del siglo XX, como K. Lashley (1930), y considera determinados cuadros afásicos como verdaderos desórdenes intelectuales o de pensamiento, semejantes, en algunos casos, a las demencias (en especial, a aquellas que cursan con defectos importantes en la comprensión).

Desde el punto de vista de la Psicología Cognitiva actual, Jerry Fodor (1983) defiende, en su trabajo seminal titulado *La modularidad de la mente* una caracterización de lo mental en términos computacionales y

modulares, tomando como modelo algunos conceptos provenientes de la antigua Psicología de las Facultades. Fodor, en este trabajo defiende el que las capacidades psicológicas de nivel más elemental (sensoriales y perceptivas, lingüísticas y, eventualmente, motoras) se encontrarían estrictamente localizadas en diversos “módulos” cognitivos que contarían con una representación cerebral muy definida, y que podrían operar en forma independiente del resto de módulos cognitivos. Este investigador defiende, no obstante, el que las actividades de pensamiento, solución de problemas e inteligencia se encontrarían representadas de forma difusa en la corteza cerebral, en particular, y en la totalidad del encéfalo, en general. Esta posición resulta de capital importancia en la fundamentación teórica y metodológica del enfoque de la Neuropsicología Cognitiva actual (Ellis y Young, 1988; Parkin, 1996; Cuetos Vega, 1998; Vallar, 1999).

No obstante, han sido realizadas hasta la fecha diversas investigaciones en Neuropsicología y en Neurología de la Conducta que llegan a conclusiones diferentes a las defendidas por los autores anteriores.

Así, Anne-Lise Christensen (1979), basándose en la metodología de investigación de A. R. Luria, propone una serie de tareas de exploración sensibles al daño en diversas áreas encefálicas. Clasifica dichas tareas según funciones, comenzando por las más básicas (como la sensibilidad cutánea o la regulación voluntaria del acto motor) hasta las más complejas, como la lecto-escritura, la comprensión del lenguaje hablado o los procesos intelectuales de solución de problemas y pensamiento. Al referirse a estas funciones, considera que las tareas de formación de conceptos, la resolución de analogías y la comprensión de estructuras lógico-gramaticales complejas resultan afectadas por lesiones en los lóbulos frontales y pueden asociarse a este tipo de lesiones (según su opinión), déficits en otro tipo de actividades intelectuales, como la capacidad de realizar cálculos aritméticos, la comprensión de imágenes temáticas y textos, además del razonamiento sobre problemas sencillos de tipo aritmético. No obstante, Christensen opina que existen otras actividades intelectuales que resultan afectadas por lesiones en zonas encefálicas **distintas de las frontales**; entre ellas incluye las siguientes actividades, que implican la comprensión de relaciones lógicas:

- a) Generar miembros de una categoría lógica dada
- b) Decidir a qué categoría pertenece un objeto o evento determinado
- c) Expresar el concepto opuesto en significado a uno que se presenta
- d) Seleccionar, de entre 3 o 4 conceptos verbales, cuál no pertenece a la misma clase lógica que las demás.

En opinión de Christensen, estas tareas son más sensibles a las lesiones parieto-temporales (especialmente, del hemisferio izquierdo) del cerebro; también sostiene esta posición, relativa al pensamiento conceptual verbal, A. R. Luria, en diversas investigaciones dedicadas a la Psicología del Lenguaje (Luria, 1995) y a la Neurolingüística (Luria, 1980).

Por otro lado, Basso, De Renzi *et al.* (1973) realizaron un estudio en el que aplicaron el test de matrices progresivas de Raven (escala de color) a una muestra de lesionados cerebrales, tanto derechos (con y sin defecto del campo visual) como izquierdos (afásicos y no afásicos), además de a un grupo de sujetos de control, encontrando que el peor rendimiento se registraba entre los lesionados derechos que tenían un defecto en el campo visual, así como entre aquellos lesionados izquierdos que presentaban afasia, y llegan a la conclusión, al analizar sus

respuestas, de que los lesionados derechos con defecto campimétrico debían su deficiente actuación a un verdadero déficit intelectual o de pensamiento y no a causa de este defecto campimétrico *per se*. En cuanto a los lesionados izquierdos con afasia, estos autores consideran que su bajo rendimiento es debido también a un verdadero trastorno del razonamiento, no provocado por el déficit lingüístico, dado que las correlaciones entre las puntuaciones en el test de Raven y en otras medidas psicolingüísticas, como el Token-test o pruebas de denominación, resultaron prácticamente nulas. Concluyen hipotetizando la existencia de, al menos, dos estructuras cerebrales críticas en la resolución de problemas y el pensamiento lógico: una, post-rolándica en el hemisferio derecho (especializada en problemas en los que la información es presentada visualmente) y otra, coincidente en parte con las áreas del lenguaje del hemisferio izquierdo, que se encargaría de la resolución de problemas tanto verbales como no verbales, y que actuarían de manera coordinada en la resolución de problemas.

Al abordar esta cuestión desde el punto de vista de la Neuropsicología Cognitiva, Mc Carthy y Warrington (1990) consideran que algunas tareas de resolución de problemas, como el test de la Torre de Londres, la tarea de clasificación de Weigl, la prueba de clasificación de tarjetas de Wisconsin, o los tests de categorización y formación de conceptos son, en general, sensibles a las lesiones de la corteza prefrontal del cerebro (tanto derecha como izquierda) y que otros componentes importantes del pensamiento lógico, del razonamiento y de la resolución de problemas, como la capacidad para formular planes de acción y la realización de inferencias de alto nivel, se encuentran entre las actividades que se afectarían ante esta clase de lesiones, aunque no mencionan la posibilidad de que existan otras estructuras cerebrales relacionadas con los procesos de pensamiento lógico.

En otro orden de cosas, Morris, Miotto, Feigenbaum, Bullock y Polkey (1997) estudiaron la resolución de problemas en una muestra de pacientes neuroquirúrgicos sometidos a lobectomías prefrontales o temporales, del hemisferio derecho o izquierdo, además de controles sanos. Utilizando como tarea experimental el test de la Torre de Hanoi, analizaron el proceso de razonamiento de estos pacientes, teniendo en cuenta tanto el componente ejecutivo, como el de memoria, presentes en el problema. Recuerdan, además, que, si bien la función frontal puede ser concebida como un “ejecutivo central” (unitario), también se puede entender como un conjunto de capacidades coordinadas o “modulares”, que intervienen en los procesos de razonamiento (entre otras, anticipación, planificación, ejecución de la respuesta, además de monitorización y control de la misma). Sus resultados mostraron que, efectivamente, los pacientes lobectomizados frontales rindieron peor en el componente ejecutivo y los afectados por lobectomías temporales mostraron alteraciones en los componentes mnésicos del problema. También se encontró una afectación diferencial del rendimiento de los pacientes con lesión en el hemisferio derecho (tanto a nivel frontal como posterior), debido a la naturaleza visuo-espacial de la tarea experimental, y concluyen que el córtex prefrontal y el temporal actúan coordinadamente en la resolución de problemas y el razonamiento.

Además, estos mismos autores (1997) analizaron también el efecto del conflicto entre metas y submetas en la resolución del test de la torre de Hanoi, en pacientes con lesión frontal y temporal, tanto del hemisferio derecho como del izquierdo, y hallaron que los mayores déficits relacionados con los conflictos entre diferentes metas y submetas, aparecían en los pacientes lesionados frontales del hemisferio izquierdo y en los que presentaban una lesión en el córtex temporal del hemisferio derecho, interpretando estos resultados como dependientes de una

incapacidad para inhibir respuestas inadecuadas, en el caso de los lesionados frontales izquierdos y de una alteración específica en los procesos de memoria visuo-espacial, en el caso de los pacientes con lesión temporal derecha.

Las posibilidades que ofrecen las tecnologías modernas para visualizar el funcionamiento del cerebro mientras realiza diversas tareas de tipo sensorial, cognitivo o motor han sido aprovechadas también para el estudio de los procesos de pensamiento.

De este modo, Osherson, Perani, Cappa, Schnur, Grassi y Fazio (1998) estudiaron las diferentes áreas cerebrales involucradas en el razonamiento, tanto deductivo como probabilístico, en 10 varones diestros, sin patología del Sistema Nervioso Central. Analizaron, por medio de la Tomografía de Emisión de Positrones (PET), la activación cerebral durante la resolución de silogismos categóricos, que podían ser abordados desde el punto de vista de su validez, de su probabilidad o de su plausibilidad (anomalías semánticas), configurando 3 condiciones experimentales: razonamiento deductivo, razonamiento probabilístico y comprensión semántica. Los resultados sugieren que las áreas cerebrales encargadas de procesar el material varían, dependiendo de la intención del sujeto al abordar el material del problema. De este modo, la mera actividad de comprensión de los silogismos indujo la activación del córtex frontal medial izquierdo (área 6), del cerebelo y de varias estructuras subcorticales. El razonamiento probabilístico produjo activaciones significativas en el córtex frontal dorsolateral izquierdo (áreas 8 y 10 de Brodmann), además de en la corteza insular derecha, mientras que las actividades de pensamiento deductivo implicaron la intervención del córtex posterior (bilateralmente, aunque con una dominancia derecha), concretamente, de las áreas visuales asociativas, además del lóbulo parietal superior y del tálamo.

En un reciente estudio experimental que emplea Resonancia Magnética funcional, realizado por Fangmeier, Knauff, Ruff y Sloutsky (2006), se trató de poner a prueba, por medio de esta metodología, la validez de un modelo teórico referido al razonamiento sobre series de tres términos (inferencia transitiva), de contenido espacial. Estos autores hipotetizaron que estos procesos intelectuales constarían de, al menos, 3 estadios de procesamiento de la información, de carácter serial, y que se corresponderían, en primer lugar, con una fase inicial de procesamiento de las premisas, seguida de una fase de integración de las mismas, proceso que finalizaría con una tercera fase de validación [o juicio] acerca de la validez de la conclusión a la que se ha llegado.

En relación con la localización anatomofuncional que encuentran estos autores, la fase de procesamiento de las premisas produciría activaciones significativas (bilateralmente) a nivel de las estructuras corticales occipito-temporales (en especial, las áreas de Brodmann 21 y 22, relacionadas con el procesamiento de la información visuo-espacial). En cuanto a la fase de integración de las premisas, estos investigadores confirmaron la presencia de activaciones significativas a nivel del córtex prefrontal anterior (en especial, del área 10 de Brodmann), mientras que para la fase de validación de la conclusión, Fangmeier y colaboradores pudieron confirmar activaciones bilaterales de las cortezas parietal posterior y prefrontal, siendo relacionados estos datos con la capacidad de integración visuo-espacial, la memoria de trabajo (o a corto plazo), y las habilidades imaginativas de tipo visual.

Estos autores encuentran, para esta última fase, activaciones significativas de las áreas 6 y 8 de Brodmann (circunvolución frontal mesial), bilateralmente, además de otras zonas del córtex prefrontal dorsolateral, así como

del área 7 (parietal), y concluyen señalando la relación que puede establecerse entre sus hallazgos y algunas propuestas conceptuales, como la teoría de los modelos mentales semánticos de Johnson-Laird (1994).

El propósito del presente estudio lo constituye ilustrar los déficits neuropsicológicos relacionados con las capacidades de razonamiento, solución de problemas y pensamiento en un paciente afectado por un traumatismo craneoencefálico cerrado, al que se le ha realizado una exploración neuropsicológica completa, que incluye la exploración de determinados aspectos de las actividades intelectuales. La ejecución de este paciente en la batería administrada ha sido comparada con la de 10 sujetos sanos, que han sido tomados como muestra de control en la presente investigación.

CASO CLÍNICO

Se presenta el caso de un paciente de 46 años de edad, diestro, separado, con 2 hijas, que sufrió un traumatismo craneoencefálico cerrado por accidente de motocicleta, localizado a nivel temporal y frontal del hemisferio izquierdo. A raíz del mismo, permaneció inconsciente durante unos 15 minutos, aproximadamente, siendo conducido entonces al hospital, permaneciendo ingresado durante 20 días en el mismo.

Al ingreso en dicho hospital, presentó un cuadro de desorientación y agitación, mostrando, asimismo, alteraciones mnésicas importantes, además de dificultades significativas en el reconocimiento de personas conocidas, y en su marcha y equilibrio. Sin embargo, el paciente no presentó crisis comiciales post-traumáticas, ni otra semiología neurológica de interés, aparte de las dificultades antes referidas, relativas a su marcha y a su motricidad general.

El paciente cuenta con antecedentes personales de poliomielitis en su infancia, además de varias intervenciones quirúrgicas por este motivo. Además, presentó, durante su desarrollo, ligeras dificultades de articulación de algunos fonemas de su habla (rotacismo), que regresaron en su momento.

Al ser exploradas clínicamente sus funciones de memoria episódica relativas al accidente que sufrió, puede comprobarse que el paciente no es capaz de evocar ningún detalle del mismo, presentando una laguna mnésica para este episodio. Además evidencia dificultades mnésicas adicionales de tipo anterógrado y retrógrado; el paciente acude a estudio ayudándose de unas muletas para caminar y para mantener el equilibrio, dadas las alteraciones motrices que presenta, antes referidas.

El paciente realizó estudios primarios, desempeñando, a su finalización, diversas ocupaciones. En el momento actual se encuentra empleado como vendedor. No cuenta con antecedentes neuropsiquiátricos de interés, aunque, como queda apuntado, padeció poliomielitis en su infancia, al igual que uno de sus hermanos. Es fumador moderado, aunque no consume alcohol ni sustancias psicoactivas. Al paciente le fue realizada una exploración neuropsicológica, hallándose, en dicha ocasión, la siguiente semiología cognitiva:

- a) Alteraciones moderadas/severas en atención sostenida y concentración
- b) Dificultades moderadas/severas en aprendizaje y memoria anterógrada y retrógrada

- c) Problemas significativos en algunos procesos psicolingüísticos, principalmente en denominación y fluidez verbal
- d) Dificultades moderadas en la planificación del discurso verbal, además de en los aspectos sutiles o elaborados de su comprensión
- e) Alteraciones moderadas en procesos ejecutivo-prefrontales, razonamiento y planificación del comportamiento
- f) Alteraciones severas en procesos de cálculo mental y escrito (de tipo anaritmético)
- g) Alteraciones moderadas en el control de la ansiedad, tendencias depresivas recurrentes y rasgos obsesivos de carácter y de conducta

En dicha ocasión, se mencionó que dicho cuadro semiológico podía relacionarse con la (probable) presencia de una lesión y/o disfunción cerebral, preferentemente localizada a nivel de las porciones témporo-frontales y límbicas de su hemisferio cerebral izquierdo (véanse, además, las observaciones de su comportamiento en los tests motores de Luria, en los que se constata la mayor afectación de la motricidad gruesa y fina en miembro superior derecho, respecto del izquierdo). Por otro lado, una estimación de su inteligencia general, llevada a cabo por medio de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Adultos (WAIS-III), arrojó los siguientes resultados: CI Verbal = 81; CI Manipulativo= 96; CI Total= 86; además, dicha Escala permitió el cálculo de los siguientes índices: a) Comprensión Verbal: CI=88 (Centil 21°); b) Organización perceptiva: CI= 101 (Centil 55°); c) Memoria de trabajo: CI= 77 (Centil 6°); Velocidad de proceso: CI =95 (Centil 37°).

El paciente se encuentra, en el momento de ser realizada la exploración neuropsicológica objeto de la actual investigación, bajo tratamiento farmacológico con ibuprofeno, no cumpliendo con los criterios de demencia al uso. Además, el paciente. fue comparado, en su ejecución cognoscitiva, con 10 sujetos de control (5 varones y 5 mujeres) sanos o con patologías somáticas que no afectaban al Sistema Nervioso Central. La media de edad del grupo de control fue de 44,60 años y su desviación típica fue de 17,08 años.

PRUEBAS ADMINISTRADAS:

TAREAS DE EXPLORACIÓN DE PROCESOS DE LÓGICA DE CLASES

1. Test de procesos categoriales de Luria-Christensen (modificado por el autor) (verbal)
2. Test de semejanzas conceptuales (original) (verbal)
3. Test de relaciones de inclusión de clases (original) (verbal)
4. Test de matrices progresivas de Raven (Escala general) (no verbal)
5. Escala de madurez mental de Columbia (no verbal)

TAREAS DE EXPLORACIÓN DE PROCESOS DE LÓGICA DE FUNCTORES

Test de los “alimentos envenenados” (Arenberg) (verbal)

1. Test de razonamiento proposicional no verbal (original) (no verbal)
2. Test no verbal de comprensión de funtores lógicos (original) (no verbal)
3. *Token-test* (Test de las fichas) (Partes IV y V) (verbal)
4. Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin (WCST) (no verbal)
5. Test de la Torre de Hanoi (no verbal)

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS:

Los resultados de las pruebas aplicadas al paciente en la presente investigación se ofrecen en la Tabla I. Los resultados obtenidos por el grupo de control, se ofrecen en la Tabla II. Las puntuaciones típicas y los percentiles del sujeto cerebrolesionado se ofrecen en la Tabla III.

DISCUSIÓN

En definitiva, los resultados obtenidos por nuestro paciente a lo largo de la presente investigación, ponen de manifiesto la circunstancia de que sus capacidades neuropsicológicas de pensamiento lógico, razonamiento y solución de problemas se hallan afectadas moderadamente, de forma más acusada para el material verbal que para el visuo-espacial. Además, las pruebas que implican a diversas estructuras lógicas (clases/predicados-proposicional/juntores) han arrojado resultados, en general, deficitarios, siendo posible hipotetizar, de acuerdo con diversas investigaciones teóricas y empíricas llevadas a cabo en Neuropsicología (Blanco Menéndez y Aguado Balsas, 2002) y en Neurolingüística (Luria, 1980; Lecours y Lhermitte, 1979) que determinadas estructuras lógico-lingüísticas, relacionadas, respectivamente, con los ejes sintagmático y paradigmático del discurso pueden encontrarse relacionadas, a nivel anatomofuncional, con las cortezas frontal y posterior, respectivamente, además de, posiblemente, con determinadas estructuras subcorticales que integran circuitos córtico-subcorticales con las áreas hemisféricas antes mencionadas.

Tabla I: Resultados del paciente en las pruebas de exploración de las funciones de razonamiento y solución de problemas

TAREAS DE LÓGICA DE CLASES	
Test de relaciones categoriales de Luria	
Parte A	19/19
Parte B	19/19
Parte C	12/12
Parte D	10/15
Valores Opuestos	20/20
Inteligencia Categorical	17/21
Test de semejanzas conceptuales	18/30
Test de relaciones de inclusión de clases	11/26
Matrices Progresivas de Raven (E. General)	33/60
Escala de Madurez Mental de Columbia	73/92
TAREAS DE LÓGICA DE FUNCTORES	
Test de los “alimentos envenenados”	7/14
Test de razonamiento proposicional no verbal	30/40
Test no verbal de comprensión de funtores lógicos	
<i>Token-test</i> (Parte IV)	6/13
<i>Token-test</i> (Parte V)	10/10
Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin	15/22
Test de la Torre de Hanoi- N° de movimientos	3/6
	40 (a más movimientos, peor ejecución)

Tabla II: Resultados del grupo de control en las pruebas de exploración de las funciones de razonamiento y solución de problemas (medias y desviaciones típicas)

TAREAS DE LÓGICA DE CLASES	
Test de relaciones categoriales de Luria	
Parte A	18,40 (0,69)
Parte B	18,90 (0,31)
Parte C	12,00 (0,00)
Parte D	15,00 (0,00)
Valores Opuestos	20,00 (0,00)
Inteligencia Categorical	19,30 (1,63)
Test de semejanzas conceptuales	28,60 (2,70)
Test de relaciones de inclusión de clases	24,10 (1,66)
Matrices Progresivas de Raven (E. General)	45,90 (10,83)
Escala de Madurez Mental de Columbia	83,90 (5,38)
TAREAS DE LÓGICA DE FUNCTORES	
Test de los “alimentos envenenados”	13,90 (0,31)
Test de razonamiento proposicional no verbal	38,60 (1,43)
Test no verbal de comprensión de funtores lógicos	
<i>Token-test</i> (Parte IV)	12,60 (0,69)
<i>Token-test</i> (Parte V)	10,00 (0,00)
Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin	21,60 (0,69)
Test de la Torre de Hanoi- N° de movimientos	5,30 (1,49)
	19,30 (5,90)

Tabla III: Puntuaciones típicas normalizadas y percentiles del sujeto cerebrolesionado, respecto del grupo de control, para cada variable considerada en la investigación

TAREAS DE LÓGICA DE CLASES	Puntuación típica (Z)	Percentil
Test de relaciones categoriales de Luria		
Parte A		
Parte B	0,869	PC 78°
Parte C	0,322	PC 61°
Parte D	—	PC > 99°
Valores Opuestos	—	PC < 1°
Inteligencia Categorical	0	PC 50°
Test de semejanzas conceptuales	-1,411	PC 8°
Test de relaciones de inclusión de clases	-3,925	PC < 1°
Matrices Progresivas de Raven (E. General)	-7,891	PC < 1°
Escala de Madurez Mental de Columbia		
	-1,191	PC 11°
	-2,026	PC 2°
TAREAS DE LÓGICA DE FUNCTORES		
Test de los “alimentos envenenados”		
Test de razonamiento proposicional no verbal	-22,258	PC < 1°
Test no verbal de comprensión de funtores lógicos	-6,014	PC < 1°
<i>Token-test</i> (Parte IV)		
<i>Token-test</i> (Parte V)		
Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin	-9,565	PC < 1°
Test de la Torre de Hanoi- Número de movimientos	0,00	PC 50°
	-9,565	PC < 1°
	-1543	PC 6°
	3,508	PC 99°

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, R. D. y Victor, M. (1993): *Principles of Neurology*. Nueva York: Mc Graw-Hill (5ª Edición).
- Alberca Serrano, R. (1998): “Demencias degenerativas de predominio cortical: Enfermedad de Alzheimer”. En: R. Alberca Serrano (Ed.): *Demencias: Diagnóstico y tratamiento* Barcelona: Masson.
- Basso, A., De Renzi, E., Faglioni, P., Scotti, G. y Spinnler, H. (1973): « Neuropsychological evidence for the existence of cerebral areas critical to the performance of intelligence tasks » *Brain*, 96:715-728.
- Blanco Menéndez, R. y Aguado Balsas, A. Mª (2002): “Procesos de pensamiento lógico en un caso de lesión vascular cerebral”. *Revista de Neurología*, 34 (11): 1048-1052.
- Botez, M. I. (1987): *Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement*. Montreal : Les Presses de l'Université de Montreal y París : Masson.
- Christensen, A. L. (1979): *Luria's Neuropsychological Investigation*. Copenhagen : Munksgaard. Traducción española de Dionisio Manga : *El diagnóstico neuropsicológico de Luria*. Madrid: Visor, 1987 (2ª Edición).
- Cuetos Vega, F. (1998): *Evaluación y rehabilitación de las afasias*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Ellis, A. y Young, A. (1988): *Human cognitive neuropsychology*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates
- Fangmeier, T., Knauff, M., Ruff, C.C. y Sloutsky, V. (2006): “fMRI Evidence for a Three-Stage Model of Deductive Reasoning”. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18:3: 320-334.
- Fodor, J. (1983): *The modularity of mind*. Harvard: The MIT Press. Traducción española de José Manuel Igoa: *La modularidad de la mente*. Madrid: Morata.
- Goldstein, K. (1948): *Language and language disturbances*. Nueva York: Grune & Stratton. Traducción española del Dr. E. Sierra Ruiz: *Trastornos del lenguaje. Las Afasias*. Barcelona: Editorial Científico-Médica, 1950.
- Goodglass, H. y Kaplan, E. (1983): *The Assessment of Aphasia and Related Disorders*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Habib, M. (1994): *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona: Masson.
- Heilman, K. H. y Valenstein, E. (2003): *Clinical Neuropsychology*. Oxford : Oxford University Press (4ª Edición).
- Johnson-Laird, P. N. (1995): “Mental models, deductive reasoning and the brain”. En: M.S. Gazzaniga (Editor): *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge, MA: The MIT Press (páginas 999-1008).
- Junqué, C. y Barroso, J. (1994): *Neuropsicología*. Madrid: Síntesis.
- Kolb, B. y Whishaw, I. Q. (1996): *Fundamentals of Human Neuropsychology*. Nueva York: Freeman. (4ª Edición).
- Kolb, B. y Whishaw, I. Q. (2002): *Cerebro y Conducta*. Madrid: Mac Graw Hill/Interamericana.
- Lecours, A. R. y Lhermitte, F. (1979): *L'Aphasie*. París : Flammarion y Montreal : Les Presses de L'Université de Montréal.
- Luria, A. R. (1980): *Osnovnie problemi neirolingvistiki*. Moscú: Ediciones de la Universidad de Moscú. Traducción española de J. Peña Casanova: *Fundamentos de Neurolingüística*. Barcelona: Toray-Masson.
- Luria, A. R. (1995): *Conciencia y lenguaje*. Madrid: Visor (3ª Edición).
- Mac Carthy, R. A. y Warrington, E. K. (1990): *Cognitive Neuropsychology*. San Diego: Academic Press.

- Osherson, D., Perani, D., Cappa, S., Schnur, T., Grassi, F. y Fazio, F. (1998): « Distinct brain loci in deductive versus probabilistic reasoning ». *Neuropsychologia*, 36: 369-376.
- Parkin, A. J. (1996): *Explorations in Cognitive Neuropsychology*. Londres: Blackwell. Traducción española de A. Medina, M. Belinchón y J. A. Ruiz Vargas: *Exploraciones en Neuropsicología Cognitiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 1999.
- Peña Casanova, J. y Barraquer Bordás, Ll. (1983): *Neuropsicología*. Barcelona: Toray-Masson.
- Rains, G. D. (2004): *Principios de neuropsicología humana*. México: Mac Graw Hill/Interamericana.
- Vallar, G. (1999): “The Methodological foundations of Neuropsychology”. En : G. Denes y L. Pizzamiglio (Eds.): *Handbook of Clinical and Experimental Neuropsychology*. Hove: Psychology Press (páginas 95 -134).

APÉNDICE: EJEMPLOS DE ESTÍMULOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Test de relaciones categoriales de Luria : Dígame a qué categoría lógica pertenece el Duero (Ríos); Dígame un ejemplo de herramientas (Serrucho); Dígame a qué todo pertenece las hojas (Libro); Dígame partes de un arma (Gatillo); Dígame el opuesto a calor (Frío); Dígame de estas conceptos cuál es diferente en significado al resto (sierra, tronco, pala, hacha).

Test de semejanzas conceptuales: Dígame en qué se parecen un plátano y una naranja; un perro y un león; un cuadrado y un círculo.

Test de relaciones de inclusión de clases: Si tenemos un ejército con oficiales y soldados, ¿qué queda si mueren todos los soldados? (Los oficiales)

Test de los “alimentos envenenados” de Arenberg: Una persona ha comido cordero, fabes y pollo y ha muerto; otra ha comido cordero, fabes y tocino y está viva; ¿cuál es el alimento envenenado? (Pollo)

Test de razonamiento proposicional no verbal: Se presenta en una tarjeta un cuadrado y un círculo, cuadrado y cruz, etc. y se le dice al sujeto Dígame si es verdadero o es falso lo siguiente “cuadrado o círculo o ambos”; “cuadrado y círculo”; “ni cuadrado ni cruz”, etc.

Test no verbal de comprensión de juntores lógicos: Se presentan unas tarjetas con círculos, cuadrados, cruces, con uno, dos o tres elementos y de colores amarillo, verde y rojo y se le pide al sujeto que identifique las tarjetas que cumplen con diversos conceptos lógicos conjuntivos, disyuntivos, negaciones, etc: “Rojo y cruz”; “Círculo o cuadrado o ambos”, “No verde”, “Ni cruz ni dos”, etc.