

## Las estructuras cerebrales subcorticales y los procesos lógicos

Rafael Blanco Menéndez- Neuropsicólogo Clínico  
(Oviedo-España)

### Resumen

Los procesos de pensamiento, lenguaje y cognición han sido atribuidos, tradicionalmente, a la función de las estructuras corticales de los hemisferios cerebrales humanos. No obstante, existe evidencia empírica creciente acerca de la participación de diversas estructuras cerebrales, como el tálamo, los ganglios de la base o el córtex paralímbico en estas funciones lógicas. El objetivo de la presente investigación consiste en comprobar la posible participación de diversas estructuras subcorticales en las funciones de pensamiento lógico y razonamiento. Se presenta el caso de tres pacientes con afectación en diversas estructuras subcorticales, que presentan alteraciones en sus procesos de razonamiento y solución de problemas. Los resultados sugieren la participación de estas estructuras neuroanatómicas en las funciones lógicas del pensamiento humano.

**Palabras-clave:** Pensamiento lógico. Lenguaje. Estructuras subcorticales. Función ejecutiva. Neuropsicología.

### Abstract

Thought, language and cognition have traditionally been attributed to human cerebral hemisphere functions. Nevertheless, growing empirical evidence has been gathered regarding the role of some subcortical structures, like thalamus, basal ganglia or paralimbic cortex at these logical functions. The purpose of this research is to proof the probable participation of these subcortical structures at logical thought and reasoning. The cases of three patients suffering from subcortical damage and affecting logical functions are presented. Results suggest that these neuronatomical structures participate at human logical thought functions.

**Key-words:** Logical thought. Language. Subcortical structures. Executive functions. Neuropsychology.



## Las estructuras cerebrales subcorticales y los procesos lógicos

Rafael Blanco Menéndez- Neuropsicólogo Clínico

(Oviedo-España)

### INTRODUCCIÓN

Las capacidades cognitivo-ejecutivas de pensamiento lógico, razonamiento y solución de problemas han sido tradicionalmente atribuidas a la función de los grandes hemisferios cerebrales (Deglin y Kinsbourne, 1996; Miller y Tipett, 1996; Goel, Shuren, Sheesley y Grafman, 2004).

No obstante, existe la posibilidad teórica de que determinadas estructuras subcorticales, integradas en algunos circuitos cerebrales participen en el procesamiento de la información que implica la resolución de problemas lógicos. De este modo, es conocido el que diversas estructuras diencefálicas y límbicas se encuentran integradas en circuitos anatomofuncionales que incluyen, además, a determinadas áreas cerebrales corticales (principalmente frontales), a las que habitualmente les eran atribuidas estas capacidades (Barraquer Bordás, 1963; Adams y Victor, 1993; Faglioni, 1999; Cambier, 2000; Gil, 1996).

Por otro lado, algunos resultados empíricos relacionados con esta cuestión, han sido constatados de forma relativamente reciente. De este modo, Eslinger y Grattan (1993) muestran la participación de diversos circuitos córtico-estriados en los procesos de resolución de problemas y formación de conceptos como el test de la Torre de Hanoi o las tareas que implican flexibilidad cognitiva, mientras que Owen, Roberts *et al.* (1991) comprobaron que, si bien es cierto que las estructuras frontales del cerebro participan de forma relevante en las tareas de formación de conceptos, también determinadas regiones subcorticales, como la amígdala y la corteza temporal mesial guardan relación con la resolución de este tipo de problemas, afectando su lesión específicamente a la latencia de la resolución de dichas tareas, mientras que el componente ejecutivo se encontraría vinculado con la función de la corteza prefrontal, como viene siendo conocido tradicionalmente.

Además, Vera de la Puente (1993), considerando los diferentes formatos representacionales de la información, propuestos por Bruner y por Piaget, sostiene que los procesos imaginativos visuales se encuentran relacionados también con las capacidades de resolución de problemas, flexibilidad cognoscitiva y creatividad, a través de la participación de diversos circuitos córtico-subcorticales (frontolímbicos, especialmente) en estas

funciones.

Desde el punto de vista de la Neurociencia Cognitiva, y aplicando las modernas tecnologías de neuroimagen funcional (PET, SPECT, Resonancia Magnética funcional) hoy en día resulta posible visualizar *in vivo* y en tiempo real la actividad del encéfalo humano en la realización de diversas tareas experimentales específicamente diseñadas para el estudio de las funciones cognoscitivas, ejecutivas y sensorio-motoras.

Así, 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.

Goel, Gold, Kapur y Houle (1997) realizaron, asimismo, un estudio de neuroimagen por Tomografía de Emisión de Positrones (PET), en el que analizaron la ejecución de 10 sujetos voluntarios sanos en varias tareas de razonamiento deductivo e inductivo, además de una tarea de comprensión de control. Sus resultados mostraron, para la condición de pensamiento deductivo, activaciones significativas en el lóbulo frontal inferior izquierdo (áreas 45 y 47 de Brodmann), a la vez que las actividades de razonamiento inductivo produjeron la intervención de la porción mesial del lóbulo frontal izquierdo, de las áreas cingulares anteriores izquierdas y del giro frontal superior izquierdo (áreas 8, 9, 24 y 32 de Brodmann). Según este estudio, existirían 2 áreas que establecerían la diferencia entre inducción y deducción, que serían las áreas 8 y 9 de Brodmann, activas en los problemas de inducción, pero no en los que implicaban al pensamiento deductivo. Es conocida la circunstancia de que las áreas frontales del cerebro humano se encuentran densamente conectadas con numerosas regiones del sistema límbico y del

diencéfalo.

En suma, existe hoy en día evidencia teórica y experimental suficiente como para avanzar la hipótesis de que determinadas estructuras subcorticales del encéfalo humano se encuentran también vinculadas con la resolución de problemas que implica el pensamiento lógico.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

### **INTRODUCCIÓN:**

La presente investigación se enmarca, principalmente, en el marco metodológico de la Neuropsicología Cognitiva (Ellis y Young, 1988; Parkin, 1996; Vallar, 1999) que busca la exploración exhaustiva de pacientes cerebrolesionados con vistas a la elaboración de modelos computacionales de la función cerebral.

Así, para la puesta a prueba de las hipótesis anteriores, se han explorado 3 pacientes que han sufrido lesiones vasculares, documentadas a través de pruebas de neuroimagen estructural y/o funcional (TAC, Resonancia Magnética y SPECT), por medio de una batería de pruebas de razonamiento, solución de problemas y pensamiento lógico, específicamente diseñada para la puesta a prueba de las hipótesis anteriormente enunciadas. Además, estos pacientes han sido comparados con 10 sujetos sanos que han participado en calidad de controles. La edad media de estos sujetos es de 44,60 años (desviación *standard* 17,08). Se exploraron 5 varones y 5 mujeres en la muestra de sujetos de control.

Los pacientes y los controles participaron voluntariamente en la presente investigación y ofrecieron su consentimiento informado para la realización del presente estudio.

## **TAREAS EXPERIMENTALES**

### **TAREAS DE EXPLORACIÓN DE PROCESOS DE LÓGICA DE JUNTOS**

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

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

Los ejemplos de diversos estímulos correspondientes a las tareas originales del autor se ofrecen en el Apéndice.

## SUJETOS

### CASO N° 1

Paciente de 72 años de edad, diestro, casado, de profesión guarda rural jubilado, que acude a estudio para documentar el estado de sus funciones cognoscitivo-ejecutivas, lingüísticas y mnésicas, tras haber aquejado un accidente cerebrovascular isquémico que afectó a su hemisferio cerebral derecho, además de a diversas porciones subcorticales de su cerebro.

El paciente cuenta con antecedentes personales de hipertensión arterial, de hipercolesterolemia, de cardiopatía en arritmia completa por fibrilación auricular. Además, era fumador y bebedor moderado.

A raíz de su trastorno, ingresó en el hospital por haber presentado dos días antes de su ingreso, debilidad en miembros izquierdos y disartria; además, aquejó incoordinación motora y pérdida de fuerza, principalmente en miembros izquierdos. En el día anterior a su ingreso, el paciente volvió a presentar pérdida de fuerza en miembros izquierdos con parestesias en las yemas de los dedos de la mano izquierda, así como peribucales. Al ingreso en el hospital, la semiología neurológica antes mencionada regresó en gran medida. No obstante, una vez ingresado, la sintomatología sensitiva (parestesias) en miembro superior izquierdo volvió a presentarse.

La exploración somática y neurológica practicada al ingreso mostró los siguientes hallazgos: consciente, orientado y colaborador, con ruidos cardíacos arrítmicos con frecuencia cardíaca de 110 latidos/minuto, sin soplos cardíacos ni de troncos supraórticos.

El resto de la exploración general fue normal, salvo la presencia de varices en miembros inferiores.

La exploración neurológica demostró mínima paresia izquierda braquio-crural con fuerza 5-/5 braquial e inapreciable déficit de fuerza en miembro inferior izquierdo; la sensibilidad vibratoria se encontraba abolida en ambos pies. El resto de las sensibilidades eran normales, así como la marcha, la maniobra de Romberg, pares craneales y fondo de ojos.

Un estudio de neuroimagen por Tomografía Computada (TC) de cráneo sin contraste realizado a su ingreso demostró “hipodensidad lacunar a nivel de cabeza de núcleo caudado derecho compatible con lesión isquémica en fase subaguda”.

Un estudio de electroencefalografía (EEG) convencional demostró la presencia de “focalidad estable lesivo-irritativa a nivel temporal derecho y brotes de proyección profunda córtico-subcortical y fronto-central”.

El paciente no cumple, en el momento de ser realizada la exploración neuropsicológica objeto del presente estudio, criterios de demencia, permaneciendo independiente para la realización de las actividades de la vida diaria .

Además, el paciente se encuentra bajo tratamiento farmacológico con diversos anticoagulantes y antiepilépticos.

## CASO N° 2

Paciente de 61 años de edad, diestro, separado, con una hija, que acude a estudio al objeto de documentar el deterioro cognoscitivo, ejecutivo, emocional, psicofisiológico y de la personalidad que le fue detectado hace varios años.

Cuenta con estudios primarios, habiendo realizado, con posterioridad, formación profesional en el sector de la construcción metálica. Llevó a cabo su actividad laboral, a lo largo de su vida activa, en el sector de la construcción naval, entre otros empleos.

Explorado previamente por diversos psiquiatras y psicólogos, fue evaluado por vez primera en una unidad de neuropsicología hace varios años. En ese momento, fue constatado un amplio deterioro (de carácter no degenerativo) en sus funciones atencionales, mnésicas y ejecutivas, así como en su coordinación psicomotriz y en sus funciones visuo-espaciales. Además, entonces, fue advertida, en el correspondiente informe, la presencia de un complejo patrón de alteraciones en la estructura de su personalidad, en sus reacciones emocionales y en sus procesos psicofisiológicos, así como determinados fenómenos psicopatológicos sugestivos de patología anancástica severa. En aquel momento, una estimación de su inteligencia general arrojó los siguientes resultados: CI Verbal=100; CI Manipulativo=84; CI Total= 93; la diferencia constatada entonces entre las puntuaciones de la escala verbal y las pertenecientes a la escala manipulativa, apuntaron hacia la presencia de un deterioro neuropsicológico estructural. El paciente fue evaluado en diversas ocasiones posteriores en dicha unidad, constatándose en estas exploraciones un progresivo agravamiento en su estado psíquico, en especial en lo referente a su patología de la personalidad, a su estado emocional y a sus funciones psicofisiológicas básicas (como el sueño). Por otro lado, dicho agravamiento ocasionó, también, la eclosión de tendencias sensitivo-paranoides, con un complejo de alteraciones psicofisiológicas múltiples asociadas a dicha semiología neuropsicológica.

Diversos estudios de neuroimagen practicados en ese momento, mostraron la presencia de múltiples lesiones isquémicas en los ganglios de la base (especialmente, en putamen y núcleo caudado), en sustancia blanca periventricular y en el tálamo derecho. Un estudio de neuroimagen por Resonancia Magnética de encéfalo, mostró la presencia de una “pequeña lesión subcentimétrica localizada en el *splenium* del cuerpo calloso, compatible con lesión isquémica reciente (menor de diez días)”.

además de los hallazgos anteriormente comentados.

Este paciente fue valorado, asimismo, en nuestro despacho profesional, confirmándose, en general, la semiología neuropsicológica y psiquiátrica antes apuntada. Además, en dichas exploraciones se apreció un lento pero constante empeoramiento de su estado emocional y de sus alteraciones de la personalidad, así como de diversas funciones biológicas fundamentales, como la alimentación y el sueño.

El paciente se encuentra actualmente jubilado y separado, circunstancia que le ha causado un elevado nivel de estrés, que ha podido coadyuvar al empeoramiento de su patología neuropsicológica.

En el momento presente se encuentra bajo tratamiento farmacológico con diversos psicofármacos y anticoagulantes, y no cumple con los criterios de demencia al uso.

### CASO N° 3

Paciente de 43 años de edad, parcialmente ambidextro, con pareja estable y 1 hija, que sufrió un infarto de miocardio, con hipoxia posterior, que afectó a su encéfalo, motivo por el cual permaneció ingresado durante 20 días (3 de ellos en UCI) en el hospital, presentando entonces un cuadro confusional agudo (*delirium*), que remitió posteriormente. A raíz de su enfermedad, viene padeciendo una serie de dificultades cognoscitivas, emocionales y de la personalidad, entre las que destacan indicios claros de disfunción mnésica, así como rasgos patológicos de carácter, y cambios en su comportamiento social y familiar de tipo disejecutivo.

El paciente realizó estudios de Bachillerato, habiendo estado ocupado en diversos empleos, consistiendo el actual (previo a su alteración) en la recaudación y mantenimiento de máquinas expendedoras de frutos secos, encontrándose en el momento de la exploración neuropsicológica objeto del presente estudio en situación de incapacidad laboral permanente.

El paciente es parcialmente ambidextro para algunas actividades (jugar al fútbol), existiendo historia familiar de zurdera. No constan otros antecedentes familiares, encontrándose entre sus antecedentes personales, los siguientes: consumo moderado de *cannabis* desde su adolescencia, además de tabaco. En cuanto a su historia de desarrollo cognoscitivo, emocional y de la personalidad, fue normal, aunque hubo de repetir el primer curso del Bachillerato, presentando, asimismo, un escaso rendimiento escolar y algunos episodios de absentismo en el Instituto donde cursó dichos estudios.

En el momento de ser realizada la exploración neuropsicológica objeto del presente estudio, sus funciones sensoriales y motoras se encuentran en condiciones adecuadas (tan solo se constan ligeras/moderadas dificultades de coordinación psicomotriz y lentitud incrementada), además de encontrarse su habla y su lenguaje, aparentemente, intactas, permitiendo estas circunstancias la realización de una exploración neuropsicológica formal.

El paciente fue explorado en una unidad de neuropsicología, hallándose, en su valoración, los siguientes rasgos semiológicos:



- a) Déficit significativo en memoria episódica en evocación libre
- b) Alteraciones en atención sostenida
- c) Disminución de la velocidad de procesamiento de la información
- d) Alteraciones en percepción visual sintética
- e) Deficiencias importantes en la capacidad de inhibición de respuestas inapropiadas, sugestivas de disfunción prefrontal

En aquella ocasión, el equipo integrante de dicha unidad emitió un diagnóstico topográfico compatible con la presencia de una “Disfunción cerebral bilateral, de predominio en estructuras límbicas témporo-frontales”.

Un estudio de neuroimagen por Tomografía Computada por Emisión de Fotón Único (SPECT) mostró la presencia de “hipoperfusión temporofrontal bilateral, con irregularidades en la región parietofrontal”.

El paciente no cumple, en el momento actual, criterios diagnósticos de demencia, encontrándose bajo tratamiento farmacológico con anticoagulantes y antidepresivos.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los resultados de los pacientes en la exploración de sus capacidades de pensamiento lógico se ofrecen en la Tabla I. Los datos relativos a la muestra de sujetos de control se ofrecen en las Tablas II y III.

## DISCUSIÓN

En definitiva, los resultados obtenidos por los tres pacientes cerebrolesionados explorados muestran, a las claras, la circunstancia de que éstos se encuentran afectados por deterioros moderados/severos de sus funciones neuropsicológicas relacionadas con el pensamiento conceptual y la solución de problemas.

En este sentido, las estructuras lógicas que han resultado más afectadas han sido, en general, aquellas relacionadas con las tareas que exploran el razonamiento proposicional con material verbal y no verbal (aunque con un menor rendimiento en la modalidad visuo-espacial en los casos nº 1 y nº 3). Estos datos apuntan hacia la participación de las estructuras subcorticales principales, como el tálamo, el núcleo caudado, el cíngulo anterior y la corteza frontotemporal mesial y límbica en este tipo de procesos cognitivo-ejecutivos, dadas sus importantes conexiones con las principales áreas corticales en las que se localizan las principales funciones cognoscitivas y ejecutivas, encargadas del procesamiento del lenguaje, de los estímulos sensoriales y de la elaboración del

pensamiento.

**Tabla I: Resultados de los pacientes cerebrolesionados en la exploración de las funciones de pensamiento**

**lógico**

TAREAS	CASO N°1	CASO N° 2	CASO N° 3
Tareas de Luria			
Parte A	14/19	16/19	19/19
Parte B	19/19	18/19	19/19
Parte C	12/12	12/12	12/12
Parte D	14/15	14/15	15/15
Valores Opuestos	20/20	19/20	20/20
Inteligencia Categorial	18/21	18/21	17/21
Test de semejanzas	16/30	20/30	24/30
Inclusión de clases	25/26	21/26	14/26
Raven (Escala General)	30/60	48/60	28/60
Columbia	67/92	78/92	71/92
Alimentos envenenados	12/14	12/14	6/14
Razonamiento proposicional			
Funtores	27/40	38/40	32/40
Token-test (Parte IV)	5/13	3/13	7/13
Token-test (Parte V)	7/10	10/10	10/10
Wisconsin Categorías	13/22	19/22	21/22
Torre de Hanoi- Movimientos *	2/6	2/6	2/6
	34	19	30

**Tabla II: Estadísticos descriptivos univariados (medias y desviaciones típicas) de los controles en la exploración neuropsicológica de los procesos de lógica de clases**

PRUEBA	CONTROLES
Test de relaciones categoriales de Luria	
Parte A	
Puntuación	
Parte B	18,40 (0,69)
Puntuación	
Parte C	18,90 (0,31)
Puntuación	
Parte D	12,00 (0,00)
Puntuación	
Valores Opuestos	15,00 (0,00)
Puntuación	
Inteligencia categorial	20,00 (0,00)
Puntuación	
	19,30 (1,63)
Test de semejanzas conceptuales	
Puntuación	
Test de relaciones de inclusión de clases	26,80 (2,70)
Puntuación	
Matrices Progresivas de Raven	
Puntuación	24,10 (1,66)
Escala de Madurez Mental de Columbia	
Puntuación	45,90 (10,83)
	83,90 (5,38)

**Tabla III: Estadísticos descriptivos univariados (medias y desviaciones típicas) de los controles en las tareas de exploración de los procesos de lógica de funtores**

PRUEBA	CONTROLES
Test de los “alimentos envenenados” de Arenberg Puntuación	
Test de razonamiento proposicional no verbal Puntuación	13,90 (0,31)
Test no verbal de comprensión de funtores lógicos Puntuación	38,60 (1,43)
<i>Token-test</i> (Parte IV) Puntuación	
<i>Token-test</i> (Parte V) Puntuación	12,60 (0,69)
Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin Número de categorías formadas	10,00 (0,00)
Test de la Torre de Hanoi Número de movimientos*	21,60 (0,69)
	5,30 (1,49)
	19,30 (5,90)

\* En el test de la torre de Hanoi, cuantos menos movimientos empleados, mejor ejecución

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, R. D. y Victor, M. (1993): *Principles of Neurology*. Nueva York: Mc Graw-Hill (5ª Edición).
- Barraquer Bordás, Ll. (1963): *Neurología Fundamental*. Barcelona: Toray.
- Cambier, J., Masson, M. y Dehen, H. (2000): *Neurologie*. París: Masson. Traducción española de Isidro Sancho Villa: *Neurología*. Barcelona: Masson (7ª Edición).
- Deglin, V. L. y Kinsbourne, M. (1996): « Divergent thinking styles of the hemispheres : How syllogisms are solved during transitory hemisphere suppression ». *Brain and Cognition*, 31: 285-307.
- Ellis, A. y Young, A. (1988): *Human cognitive neuropsychology*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- 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.
- Faglioni, P. (1999): “The frontal lobe”. En : G. Denes y L. Pizzamiglio (Eds.): *Handbook of Clinical and Experimental Neuropsychology*. Hove: Psychology Press (pp. 525-569).
- Gil, R. (1996): *Neuropsychologie*. París: Masson. Traducción española de la Dra. Eva Mª Arroyo Anlló: *Neuropsicología*. Barcelona: Masson, 1999.
- Goel, V., Gold, B., Kapur, S. y Houle, S. (1997): “The seats of reason? An imaging study of inductive and deductive reasoning” *NeuroReport*, 8: 1305-1310.
- Goel, V., Shuren, J., Sheesley, L. y Grafman, J. (2004): “Asymmetrical involvement of frontal lobes in social reasoning” *Brain*, 127: 783-790.
- Miller, L. A. y Tippett, L. (1996): “Effects of focal brain lesions on visual problem-solving”. *Neuropsychologia*, 34 (5): 387-398.
- 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.
- Owen, A. M., Roberts, A. C., Polkey, C. E., Sahakian, B. J. y Robbins, T. W. (1991): “Extradimensional versus Intradimensional set-shifting performance following frontal lobe excisions, temporal lobe excisions or amygdalo-hippocampectomy in man”. *Neuropsychologia*, 29: 993-1006.
- 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.

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).

Vera de la Puente, E. (1993): *Neuropsicología de la representación mental en imágenes visuales*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Oviedo.

## **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.

