

# Desarrollo de soluciones innovadoras de formación en el campo de la evaluación funcional destinadas a la actualización de los planes de estudios de las escuelas de ciencias de la salud



Módulo de Evaluación Funcional: Concepto y Metodología

Unidad Didáctica E

Tema: Importancia de las capacidades cognitivas en la ejecución de tareas motoras y por qué es relevante incluir el análisis biomecánico en deterioros cognitivos



## Índice

1. OBJETIVOS	2
2. COGNICIÓN	3
2.1 Funciones cognitivas.....	3
2.1.1. Orientación.....	4
2.1.2. Gnosia.....	5
2.1.3. Praxia.....	6
2.1.4. Atención.....	7
2.1.5. Memoria.....	9
2.1.6. Velocidad de procesamiento:.....	11
2.1.7. Lenguaje - Comunicación Lingüística.....	12
2.1.8. Funciones ejecutivas.....	13
2.1.9. Cognición social.....	16
2.2. Bases cerebrales de las funciones cognitivas.....	20
2.3. Funciones cognitivas deterioradas.....	21
2.4. Evaluación de las funciones cognitivas.....	23
2.5. Avances hacia una evaluación cognitiva más objetiva.....	24
3. INTERFERENCIA DE CARGA COGNITIVA EN EL RENDIMIENTO MOTOR	28
4. RENDIMIENTO MOTOR EN TRASTORNOS MENTALES Y DETERIORO COGNITIVO	31
5. EVALUACIÓN DE LA DOBLE TAREA	35
6. IDEAS CLAVE	37
7. REFERENCIAS	38

## 1. Objetivos

---

En esta Unidad Didáctica el alumno conocerá las principales funciones cognitivas, su implicación en el rendimiento motor y lo que sucede cuando una de estas funciones se ve afectada.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Identificar las principales funciones cognitivas y sus bases cerebrales.
- Analizar las implicaciones de las funciones cognitivas deterioradas, su evaluación, y preservación, en profesiones del área de la salud.
- Conocer la interferencia causada por la carga cognitiva en el funcionamiento motor, normal y patológico.
- Estudiar el funcionamiento motor en personas con trastornos mentales y funciones cognitivas deterioradas.
- Analizar cómo un gesto motor que implica una carga cognitiva debe ser evaluado con herramientas de evaluación biomecánica.

## 2. Cognición

La cognición se define tradicionalmente como la acción o proceso mental de adquirir conocimiento y comprensión a través del pensamiento, la experiencia y los sentidos.

De forma más precisa, la cognición se puede concebir como, la capacidad de percibir y reaccionar, almacenar y recuperar información, procesar y comprender dicha información, tomar decisiones y producir respuestas apropiadas que guíen el comportamiento para interactuar de manera segura con el entorno.

Ya que la información sensorial que se puede recibir es vasta y complicada, la cognición es necesaria para extraer los elementos esenciales para el funcionamiento cotidiano y la supervivencia.

### 2.1 Funciones cognitivas

La cognición como proceso general, depende de otros múltiples procesos más específicos, pero no menos complejos, que interactúan entre sí, llamados dominios o funciones cognitivas. Estos procesos mentales (cerebrales) de orden superior se encuentran implicados de manera conjunta en la ejecución de cualquier tarea o actividad cotidiana, haciendo posible que el ser humano tenga un papel activo en la recepción, almacenamiento, selección, elaboración, transformación y recuperación de la información.

Aunque los distintos dominios o funciones cognitivas no son independientes entre sí, hay algunas que, por ser objeto frecuente de investigaciones y aplicaciones prácticas en diversas áreas de la salud, se pueden explicar separadamente.



Figura 1: Principales dominios cognitivos de los seres humanos

### 2.1.1. Orientación

La orientación es la capacidad que permite a una persona, ser consciente de sí mismo, de los otros y del contexto en el que se encuentra, en un momento determinado, para poder desarrollar las actividades propias de dicha situación espacio/temporal. Esta capacidad se divide en tres tipos (Figura 2):

- ✓ **Orientación personal:** capacidad de integrar información relativa a la historia e identidad personal.
- ✓ **Orientación temporal:** capacidad de manejar información de diferentes hechos y situarlos en su cronología correcta.
- ✓ **Orientación espacial:** capacidad de manejar información relativa a los lugares.



Figura 2: ejemplos de orientación personal, temporal y espacial.

#### **Disfunción de la Orientación:**

La discapacidad para orientarse o desorientación puede ser un síntoma de diferentes condiciones médicas como el delirium y la demencia. Además, algunos trastornos físicos pueden causar desorientación: amnesia, intoxicación por monóxido de carbono, arteritis cerebral o inflamación de arterias en el cerebro, cirrosis e insuficiencia hepática, infecciones del sistema nervioso central como encefalitis o meningitis, convulsiones parciales complejas, conmoción cerebral, deshidratación, sobredosis de medicamentos, anomalías electrolíticas, epilepsia, enfermedades relacionadas con el calor, hipotiroidismo o hipertiroidismo, hipoxia, una lesión masiva en el cerebro como un tumor o hematoma, insuficiencia renal, sepsis, accidente cerebro vascular, deficiencia de vitaminas, trastornos vestibulares. La desorientación también puede ser un efecto secundario de algunas drogas, incluyendo alcohol, marihuana o medicamentos recetados. La retirada de ciertos medicamentos también puede causar desorientación.

### **Tratamiento de la Disfunción de la Orientación:**

El tratamiento de la desorientación debe basarse en las causas que lo originan.

#### **2.1.2. Gnosia**

Es la capacidad que tiene el cerebro para reconocer elementos, estímulos o cualquier otra información previamente aprendida, por medio de los canales sensitivos y atribuirles significado. Existen diversos tipos de gnosias:

- ✓ **Gnosia simple según los canales sensoriales involucrados:** visual, auditiva, táctil, olfativa, gustativa.
- ✓ **Somato-gnosia o percepción del esquema corporal (propiocepción):** capacidad de reconocer y representar mentalmente el cuerpo como un todo y sus diversas partes. Esta función permite conocer los movimientos que podemos hacer con cada una de sus partes y la orientación del propio cuerpo en el espacio.
- ✓ **Razonamiento visoespacial:** capacidad de representar, analizar y manipular mentalmente objetos, lugares, distancias y espacios. En esta función intervienen otros dos procesos cognitivos: la relación espacial o capacidad de representar y manipular mentalmente objetos en dos dimensiones, y la visualización espacial o capacidad de representar y manipular mentalmente objetos en tres dimensiones..
- ✓ **Percepción y construcción visual:** proceso cerebral activo de reinterpretación de la información visual.

#### **Disfunción de la Gnosia:**

La disfunción de la gnosia se conoce como agnosia. A pesar de que estos trastornos rara vez se ven de forma aislada, hay diversos nombres específicos para cada disfunción del canal sensorial en particular o para algunas de sus combinaciones. Una agnosia visual, la forma más común del trastorno puede ser, por ejemplo, la incapacidad de encontrar la navaja de afeitar sobre el lavabo, a pesar de tener conservada la capacidad de escaneo, la navaja sólo se puede localizar por el tacto. Un paciente con prosopagnosia, cuando se encuentra con los rostros de personas familiares como alguien de su familia o amigos cercanos, es incapaz de identificarlos o de reconocer que le son familiares. Ejemplos de agnosia visoespacial pueden ser, la dificultad de establecer la distancia mientras se intenta alcanzar una copa, lo que resulta en llevar la mano a un punto final inapropiado (varios centímetros más allá de la copa) o, la dificultad para acercar y orientar una prenda de ropa hacia la parte correspondiente del cuerpo, mientras intenta ponérsela. Una agnosia táctil, aun teniendo la función motora intacta, puede ser la dificultad para ponerse un sujetador que se abrocha por detrás o, la incapacidad para reconocer objetos que están en los bolsillos, a menos que también se utilice la visión. La persona con agnosia aperceptiva, que no es capaz de construir una representación mental de un objeto, encuentra difícil colorear objetos individuales dibujados de manera superpuesta, o aunque puede copiarlos, no puede identificarlos separadamente.

### **Tratamiento de la Disfunción de la Gnosia:**

El tratamiento de la agnosia generalmente se centra en enseñar al paciente a utilizar las otras modalidades sensoriales intactas. Por ejemplo, en la agnosia táctil, se enseña al paciente a usar los sentidos visual, olfativo y auditivo, para reconocer objetos.

Más importante aún, el tratamiento de la agnosia debe centrarse en la enseñanza de la conciencia de las deficiencias que tienen, y las consecuencias de esta discapacidad, porque algunos pacientes con déficits leves o con "pseudoagnosia", pueden llegar a subestimarla.

### **2.1.3. Praxia**

Es la habilidad adquirida de ejecutar de manera voluntaria, movimientos organizados, simples o complejos, de realizar una tarea, manipular objetos o alcanzar un objetivo concreto (caminar, vestirse, comer, sonreír, hablar). Existen diversos tipos de praxias:

- ✓ **Praxia ideomotora:** capacidad de realizar un movimiento o gesto simple de manera intencionada. Dentro de esta, se encuentran también las llamadas **praxias faciales**, es decir, la capacidad de realizar de manera voluntaria movimientos o gestos con diversas partes de la cara: labios, lengua, ojos, cejas, mejillas, etc.
- ✓ **Praxia ideacional o ideatoria:** capacidad para manipular objetos mediante una secuencia de gestos, lo que implica el conocimiento de la función del objeto, el conocimiento de la acción y el conocimiento del orden serial de los actos que llevan a esa acción.
- ✓ **Praxia visoconstructiva:** capacidad de planificar y realizar los movimientos necesarios para organizar una serie de elementos en el espacio y formar un dibujo o crear una figura final.

En la praxia ideacional y en la visoconstructiva, además de las propias habilidades motoras, se requiere el uso de otros procesos cognitivos complejos como la planificación y la representación motora de la acción, ya que estas son esenciales para la realización de tareas motoras como la fuerza, la velocidad, la precisión o la coordinación.

### **Disfunción de la Praxia:**

La incapacidad de realizar un acto experto previamente aprendido, inexplicable por la debilidad, incoordinación, demencia o pérdida sensorial, se conoce como apraxia, y, cuando los déficits en la "habilidad del movimiento" no son completos, se llama dispraxia.

Los pacientes con apraxia pueden perder la capacidad de manipular herramientas de uso común, o la capacidad de realizar actividades más complejas, como coser o tejer. En el tipo más común, la apraxia ideomotora, los pacientes no pueden demostrar sus habilidades de movimiento por medio de la pantomima, o no pueden realizar tareas motoras individuales, como peinar el cabello o saludar. Estas personas cometen diferentes errores, como la configuración incorrecta de los dedos, la sincronización inapropiada, o el movimiento equivocado de las articulaciones. Por ejemplo, cuando se le pide que demuestre cómo usar

un par de tijeras, el sujeto a cambio puede extender el índice y el dedo medio y moverlos juntos, como si estuviera jugando piedra-papel-tijera. En la apraxia disociativa, la persona no es capaz de realizar el ademán de una acción que se indica verbalmente, pero puede imitar al examinador utilizando correctamente el objeto deseado. En la apraxia conceptual, los pacientes son incapaces de asociar un uso con una herramienta en particular. En la apraxia ideacional, el paciente es incapaz de secuenciar una serie de acciones como encender una cerilla y luego soplarla o, realizar tareas multinivel como seguir la secuencia adecuada de pasos para cepillarse los dientes.

Algunas dispraxias son; la dispraxia del vestir (dificultad para vestirse o ponerse la ropa en orden), la dispraxia oromotora (dificultad en el hablar discursivo) y la dispraxia construccional o constructiva (dificultad con las relaciones espaciales).

En general, un paciente con apraxia o dispraxia puede tener algunas de las siguientes características: problemas de coordinación incluyendo, torpeza al caminar, inestabilidad al saltar, jugar a la comba, lanzar y atrapar una pelota, o montar una bicicleta; confusión sobre cuál mano utilizar para algunas tareas; incapacidad para sostener un bolígrafo o lápiz correctamente; sensibilidad al contacto; mala memoria a corto plazo; problemas de lectura y escritura; pobre sentido de la orientación; problemas discursivos; fobias o comportamiento obsesivo; impaciencia.

### **Tratamiento de la Disfunción de la Praxia:**

Generalmente, el tratamiento para personas con apraxia o dispraxia incluye terapia física, cognitiva y ocupacional. Si estas son síntomas de otro trastorno, se deberá tratar el trastorno principal de forma prioritaria a la vez que se interviene sobre la praxia afectada. Para promover la independencia y la seguridad de los pacientes con apraxia o dispraxia, la intervención debería realizarse en el contexto del hogar, por ser el entorno natural de su vida cotidiana. La terapia ocupacional deberá basarse en un programa de rehabilitación funcional combinado técnicas restaurativas y compensatorias.

#### **2.1.4. Atención**

Se define como el estado de observación y alerta que permite tomar conciencia de lo que ocurre en el entorno (Ballesteros, 2000). Es una capacidad o proceso por el cual se generan y dirigen recursos mentales específicos sobre los aspectos más relevantes del entorno o sobre las acciones más adecuadas que se deberán emprender, manteniendo un estado de activación adecuado, para lograr alcanzar una meta o propósito. Para llevar a cabo este proceso, es necesario centrarse en estímulos específicos, ignorando otros de menor importancia.

Es considerada como una “meta-función” cognitiva, ya que es indispensable para el funcionamiento cognitivo general de los individuos. Se encarga de seleccionar y filtrar la información que procesarán otras funciones cognitivas complejas como la memoria. La mayoría de los sistemas cognitivos pueden funcionar más o menos de manera independiente, pero ninguno podría hacerlo sin que medie la “atención”. Específicamente, la atención está involucrada en procesos de selección, distribución y mantenimiento de la actividad cognitiva en general.



Es difícil separar la atención de la concentración o del seguimiento mental o rastreo (Lezak et al., 2012) ya que es un conjunto multidimensional de procesos que involucra diversos dominios cognitivos, variedad de componentes y múltiples niveles jerárquicos (Sohlberg y Mateer, 1989; Mirsky et al., 1991). Los tipos de atención más estudiados tradicionalmente son:

- ✓ **Atención focalizada, sostenida, o "Vigilancia":** capacidad para mantener, de manera continua, el foco de la atención en una tarea o evento durante un periodo de tiempo determinado.
- ✓ **Atención selectiva:** capacidad de dirigir y centrar el estado de alerta sobre una tarea o evento, sin permitir que otros estímulos, externos o internos, lo interrumpan.
- ✓ **Atención alternante o dividida:** capacidad de cambiar el foco de interés de una tarea o evento a otra, de manera fluida.
- ✓ **Atención compleja:** esta capacidad incluye tanto uno o varios de los tipos de atención anteriores como la velocidad de procesamiento de la información.

La capacidad de realizar tareas que requieren atención afecta a diversas actividades de la vida diaria. Por ejemplo, al leer un artículo en el periódico, la capacidad de concentrarse en la actividad de lectura durante un período lo suficientemente largo como para leerlo todo, depende en gran medida de la atención sostenida; la capacidad de conducir un coche de un punto a otro evitando golpear a otros coches u objetos requiere un alto nivel de atención sostenida, selectiva y alterna. El ser humano utiliza su atención para completar acciones y pensamientos planificados y secuenciados, tales como, seguir una receta, leer un mapa, organizar un evento social, interactuar socialmente o escribir un informe.

### **Disfunción de la Atención:**

Hay varios factores que afectan la capacidad de un individuo para mantener su atención: la naturaleza de la tarea, fatiga, estrés, personalidad, etc. Por lo tanto, la falta de atención o inatención puede interferir directamente en la mayoría de las actividades de la vida diaria. Especialmente tiene un efecto negativo importante sobre el aprendizaje.

El trastorno más importante relacionado con la atención es el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH).

### **Tratamiento de la Disfunción de la Atención:**

Las estrategias para mejorar únicamente la falta de atención son bastante limitadas. La mejor estrategia para evitar los problemas asociados con el decremento de la vigilancia es, rediseñar la tarea o el método para lograr ejecutarla, evitando incluir el requisito de "prestar atención". Los déficits de atención más complejos, como el TDAH, pueden requerir tratamiento farmacológico, sin embargo, son los programas de rehabilitación psicológica a largo plazo los que han demostrado ser más efectivos para mejorar de forma permanente las habilidades de concentración.

## 2.1.5. Memoria

Gracias a la memoria se puede aprender, evolucionar, y tener personalidad. Por definición, se suele decir que la memoria es la capacidad de codificar, almacenar y recuperar de manera efectiva información aprendida o los sucesos vividos. En los primeros modelos explicativos (Squire, 1987) se consideraba que los procesos cognitivos implicados en la memoria eran la atención, la codificación, el almacenamiento, la consolidación y la recuperación de la información. Se establecía además una distinción entre la memoria sensorial, memoria a corto plazo y memoria a largo plazo. Actualmente, la neuropsicología entiende que la memoria es una función mucho más compleja que implica muchos otros procesos y funciones cognitivas (Kopelman, 2002), que pueden subdividirse y clasificarse de distintas maneras:

- ✓ **Por la naturaleza de la información que deberá ser recordada:** “memoria verbal” o “memoria no verbal”.
- ✓ **Por el tipo de información que se recuerda:** se puede dividir en “memoria semántica” (información impersonal) que incluye conocimientos sobre el significado de palabras, hechos y conceptos, los objetos y sus categorías o sus interrelaciones, así como información general sobre el mundo; y “memoria episódica” (información autobiográfica) o recuerdo de acontecimientos del pasado, especificados por sus características temporales (Tulving, 1972).
- ✓ **Por la forma en que se recuerda:** se puede dividir en “memoria explícita” o “declarativa” (almacenamiento de la información a la que se puede acceder de forma consciente), mediada por la memoria episódica y, “memoria implícita” o “procedimental”, recuerdo de acciones o secuencia de actos aprendidos, que se hacen de manera automática, sin necesidad de pensar en cada gesto o movimiento y que depende de las capacidades personales y las técnicas con que se recupera la información.
- ✓ **Por la modalidad en que se accede a la información que ha de ser recordada:** es decir, según el tipo de canal sensorial (“memoria visual”, “memoria auditiva”, “memoria táctil”, “memoria gustativa”, “memoria olfativa”, “memoria cinestésica o kinestésica” individualmente o en combinación) o según el tipo de tarea (“memoria libre”, “memoria guiada”, “memoria interferida”, “memoria de reconocimiento”, etc.).
- ✓ **Por el intervalo de tiempo en el que se recuerda la información:** se puede dividir en “memoria inmediata” o “memoria a corto plazo” (segundos o pocos minutos) mediada por la memoria sensorial, y “memoria diferida o retrasada” o “memoria a largo plazo” (varios minutos hasta varias horas, días, semanas, meses...), con o sin interferencias.

### **Disfunción de la Memoria:**

Todo el mundo olvida las cosas a veces. Algunos grados de pérdida de memoria son normales durante el proceso de envejecimiento. Sin embargo, hay una diferencia entre los cambios normales y la amnesia asociada a una enfermedad o condición clínica.

Los primeros o más reconocibles signos de pérdida de memoria por una condición clínica son: hacer las mismas preguntas repetidamente, olvidar las palabras comunes al hablar, mezclar palabras similares o del mismo tipo (ej. decir "cama" en lugar de "mesa"), tardar más tiempo en completar tareas familiares (ej. al seguir una receta de un plato que se ha hecho infinidad de veces tener que ponerse a pensar o preguntar cuál es el ingrediente o el paso siguiente), poner objetos en lugares inapropiados (ej. poner la cartera en un cajón de la cocina), perderse mientras camina o conduce por lugares familiares, tener cambios en el estado de ánimo o en el comportamiento sin razón aparente, etc. Algunos problemas de memoria son el resultado más o menos temporal de otras condiciones clínicas: falta de sueño, medicamentos o una combinación de medicamentos, traumatismo o lesión leve en la cabeza, trastornos emocionales, estrés, ansiedad o depresión, alcoholismo, deficiencia de vitamina B-12, hipotiroidismo, enfermedades cerebrales (un tumor o infección en el cerebro), etc. Otros son síntomas o características de enfermedades neurológicas o neurodegenerativas como, trastornos mentales graves, Alzheimer, Parkinson y otros tipos de demencia, o de lesiones cerebrales permanentes.

Así como la memoria, la amnesia también puede clasificarse de distintas formas:

- **Según su cronología:** retrógrada en la que no se recuerdan sucesos anteriores a la aparición del problema de memoria, la lesión o el trastorno, y anterógrada con incapacidad total o parcial de fijar nuevos recuerdos.
- **Según su etiología:** orgánica producida por lesiones, daño cerebral o enfermedades degenerativas del cerebro, psicógena causada por eventos vitales traumáticos, traumática derivada de un traumatismo craneoencefálico, postraumática surgida después de una experiencia traumática, invocada o inducida por drogas o sustancias que afectan al funcionamiento del cerebro o como efecto secundario de estas, o con finalidades terapéuticas, por ejemplo para una cirugía (no se fijan en la memoria los hechos que suceden durante su utilización), de la niñez debida al desarrollo evolutivo normal del sistema nervioso que se manifiesta naturalmente con la incapacidad de recordar algunos eventos vividos durante la etapa de la infancia temprana.
- **Según su manifestación:** de manifestación inmediata o progresiva, permanente o transitoria, global con pérdida total o gran pérdida de memoria excepto las habilidades más importantes para la subsistencia o algunos hechos relacionados con la propia identidad, parcial con pérdida de recuerdos del pasado, generalmente los más inmediatos al trauma, disociativa donde no se recuerda un evento traumático, de fuga disociativa donde, después de un evento traumático se es consciente de estar en un lugar sin recordar cómo se ha llegado ahí, o no se recuerden aspectos de la propia identidad, de fuente en la cual se recuerdan datos o información sin saber cuál es su origen, lacunar en la que no se recuerda lo que ocurrió en un periodo determinado de tiempo.

- **Síndrome de Wernicke-Korsakoff:** aunque no es una amnesia como tal sino un conjunto de varios tipos de síntomas provocados por el consumo prolongado de alcohol o la desnutrición, su principal manifestación es la pérdida progresiva de la memoria, combinando la amnesia retrógrada, la anterógrada y la “confabulación” o invención involuntaria para rellenar los vacíos de memoria.

### *Tratamiento de la Disfunción de la Memoria:*

Los casos más graves deberán ser evaluados por un especialista que identifique e intervenga directamente sobre sus causas, para lo cual podría requerirse tratamiento farmacológico. Los déficits moderados o leves pueden tratarse con rehabilitación cognitiva, el uso de técnicas de entrenamiento de la memoria o técnicas memorísticas de apoyo (notas adhesivas, aplicaciones organizativas, temporizadores, etc.).

### **2.1.6. Velocidad de procesamiento:**

Se puede definir como el ritmo al que el cerebro realiza una tarea, o el tiempo que se tarda entre que se recibe un estímulo y se emite una respuesta o se concluye la tarea. Es la capacidad de procesar información de forma automática y, por lo tanto, rápidamente, sin pensar conscientemente en ella, para realizar con fluidez tareas fáciles o ya aprendidas. Cuanta mayor velocidad de procesamiento se tenga, más eficientemente se pensará y se aprenderá.

### *Disfunción de la Velocidad de procesamiento:*

La lentitud en la velocidad de procesamiento se manifiesta como la dificultad para mantenerse al día con el ritmo de aprendizaje de los demás, dificultad para completar tareas a tiempo, o problemas en el seguimiento de instrucciones. La velocidad de procesamiento lenta puede desempeñar un papel importante en trastornos relacionados con dificultades de aprendizaje y déficits de atención como la dislexia, el TDAH, el autismo, la disgrafía, la discalculia y trastornos relacionados con el procesamiento auditivo.

### *Tratamiento de la Disfunción de la Velocidad de procesamiento:*

Cuando se requiere eficiencia mental para enfocar la concentración, los estudiantes de todas las edades con una velocidad de procesamiento más lenta tienen dificultad para realizar fluida y automáticamente las tareas cognitivas. En estos casos es necesario incluir en el plan de estudio estrategias de modificación ambiental del aula, adaptación de las demandas de evaluación, y diferenciación de estilos instruccionales para garantizar que estos alumnos tengan un acceso equitativo a la formación reglada. Sin embargo, algunos de ellos necesitarán que además se les enseñen estrategias compensatorias que puedan emplear en otros entornos, que se les aliente a desarrollar sus propias estrategias de aprendizaje y que se les anime a aprovechar los recursos disponibles en el aula.

Sin embargo, los casos más graves deben ser evaluados y tratados por un neuropsicólogo experimentado, quien se encargará de identificar sus causas, establecer su naturaleza y el nivel de gravedad, descartando la existencia de otros trastornos, especialmente, trastorno

del aprendizaje, discapacidad intelectual, trastorno oposicionista desafiante, ansiedad o depresión, para poder programar y realizar la intervención adecuada a cada caso.

### 2.1.7. Lenguaje - Comunicación Lingüística

Es una función cognitiva de orden superior, resultado de una actividad nerviosa compleja, que desarrolla procesos de simbolización relativos a la codificación y decodificación de la información. La producción del lenguaje consiste en la materialización de signos (sonoros, no sonoros, verbales o escritos) que simbolizan objetos, ideas, etc. de acuerdo con una convención propia de una comunidad lingüística que permite la comunicación interindividual (Lecours y cols., 1979). El lenguaje está formado por otros procesos cognitivos más específicos:

- ✓ **Vocabulario:** conocimiento del léxico.
- ✓ **Escritura:** capacidad para transformar ideas en símbolos, caracteres e imágenes.
- ✓ **Lectura:** capacidad para interpretar símbolos, caracteres e imágenes y transformarlos en habla.
- ✓ **Denominación:** capacidad de nombrar objetos, personas o hechos.
- ✓ **Repetición:** capacidad para reproducir la información lingüística recibida, por los mismos medios o de la misma forma en que fue entregada.
- ✓ **Discriminación:** capacidad de reconocer, diferenciar e interpretar contenidos relacionados con el lenguaje.
- ✓ **Fluidez:** capacidad para producir contenido lingüístico de forma rápida y eficaz.
- ✓ **Comprensión:** capacidad de entender el significado de palabras e ideas.
- ✓ **Expresión:** capacidad de formular ideas con sentido y de manera gramaticalmente correcta.

#### **Disfunción Lingüística:**

El lenguaje, como función cerebral compleja que requieren una serie de otros procesos cognitivos, es comúnmente afectada por lesiones cerebrales focales, trastornos del neurodesarrollo o enfermedades neurodegenerativas. A nivel neurocognitivo, las deficiencias en el lenguaje se deben a un mal procesamiento de la información lingüística que afecta la capacidad de una persona para recibir y/o expresar el lenguaje. Estos déficits pueden clasificarse según: el aspecto del lenguaje deteriorado (fonología, sintaxis, morfología, semántica y/o pragmática), su gravedad (leve, moderada o grave), si afecta a la “comprensión” (lenguaje receptivo), a la “producción” (lenguaje expresivo) o a ambos. De acuerdo con esto, existen varios tipos de trastornos del lenguaje: alexia, agrafia, afasia, dispraxia, dislexia, o terminologías superpuestas (por ejemplo: afasia expresiva, afasia receptiva, afasia fluente, afasia no fluente, etc.). El trastorno del lenguaje como tal, se

clasifica como uno de los trastornos de la comunicación dentro de los trastornos del neurodesarrollo del Manual Diagnóstico y estadístico de los trastornos Mentales, quinta edición (DSM-5) (APA, 2013). Como trastornos del neurodesarrollo los trastornos de la comunicación se identifican generalmente en la primera infancia, cuando un niño no muestra las habilidades del lenguaje apropiadas para su edad.

El impacto de la disfunción lingüística en la vida diaria puede ir desde, ser aislado o apartado de los demás, dentro de la familia, de los grupos sociales, la escuela o el entorno de actividades lúdicas, hasta la pérdida de confianza y de asertividad como resultado de las dificultades para comprender y expresar la información.

### ***Tratamiento de la Disfunción Lingüística:***

El tratamiento de la disfunción del lenguaje debe ser un enfoque multidisciplinario que involucre a terapeutas del habla y el lenguaje, fonoaudiólogos, psicoterapeutas y profesionales de la educación especial, así como a un médico para identificar (o descartar) causas físicas detrás de las deficiencias lingüísticas. Las terapias más eficaces son aquellas que se llevan a cabo en entornos naturales donde el paciente no sólo aprende más rápido, sino que mantiene más fácilmente las habilidades de comunicación. Actualmente las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) se han convertido en una poderosa herramienta de tratamiento, útiles para mejorar tanto la comunicación como las habilidades sociales, sin embargo, estas deberán centrarse principalmente en las necesidades de comunicación específicas de cada caso. Otras herramientas que han demostrado ser útiles para mejorar las habilidades de comunicación son los la ludoterapia y la musicoterapia. En cualquier caso, la identificación temprana de los trastornos del lenguaje es la clave para la realizar una intervención a tiempo, que produzca mejores resultados a largo plazo.

### **2.1.8. Funciones ejecutivas**

Son un conjunto de procesos cognitivos de orden superior o actividades mentales complejas, que utilizan y modifican la información de muchos sistemas del cerebro, para modular y producir el comportamiento. Como funciones cognitivas incluyen tanto componentes cognitivos como comportamentales, relacionados entre sí, para organizar, guiar, revisar, regular, establecer e iniciar actividades, diseñar planes y programas, alcanzar metas, y hacer cualquier otra operación mental necesaria para adaptarse eficazmente al entorno y gestionar la vida diaria.

Estas funciones, mediante la retroalimentación, facilitan la autorregulación y la supresión de respuestas o comportamientos inadecuados y la verificación de errores o la monitorización de las estrategias empleadas. Igualmente, permiten la resolución de problemas complejos, el uso de conceptos abstractos, la toma de decisiones y la selección de acciones correctas. Son responsables de la flexibilidad y el cambio cognitivo frente a situaciones nuevas o complejas, para mantener la conducta bajo control y orientada hacia objetivos preestablecidos (Bauermeister, 2008). En términos de Lezak et al. (2012), “las funciones ejecutivas son aquellas capacidades mentales esenciales para realizar una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptada”.

Existen varios tipos de funciones ejecutivas:

- ✓ **Estimación temporal:** capacidad de calcular, de manera aproximada, el paso del tiempo y la duración de una actividad o evento.
- ✓ **Inhibición:** capacidad de ignorar los impulsos o la información irrelevante tanto interna como externa, cuando se realiza una tarea.
- ✓ **Ejecución dual:** capacidad de realizar dos tareas de diferente tipo, al mismo tiempo, prestando atención a ambas de manera constante.
- ✓ **Multitarea (ramificación/derivación):** Es la capacidad de organizar y realizar tareas, simultánea y óptimamente, intercalándolas, sabiendo en todo momento en qué punto está cada una.
- ✓ **Planificación:** capacidad de generar objetivos, desarrollar planes de acción para alcanzarlos (secuencia de pasos) y elegir el más adecuado con base en la anticipación de consecuencias.
- ✓ **Razonamiento:** capacidad de comparar resultados, elaborar inferencias y establecer relaciones abstractas, para resolver problemas de diversa índole, de forma consciente, estableciendo relaciones causales entre ellos.
- ✓ **Toma de decisiones:** proceso mental que permite elegir entre varias alternativas dependiendo de las necesidades, sopesando los resultados y consecuencias de todas las opciones.
- ✓ **Flexibilidad cognitiva:** capacidad de generar nuevas estrategias para adaptar el comportamiento a los cambios de demanda del entorno. Esta habilidad permite introducir cambios en algo que estaba previamente planeado, adaptándose así a las circunstancias. También permite corregir los propios errores y modificar los hábitos.
- ✓ **Memoria de trabajo o memoria operativa:** capacidad de almacenamiento temporal de información y su procesamiento. Es uno de los subtipos de la "forma en que se recuerda" y representa una variante de la "memoria inmediata" en la cual no sólo se retiene la información durante unos segundos, sino que, adicionalmente se realiza una manipulación de esta, para poder emitir la respuesta. Es una función neurocognitiva compleja que necesita de un sistema propio para el mantenimiento, manipulación y transformación de información específica, durante un período de tiempo determinado. Para hacerlo, se coordina con otros sistemas como, el "bucle articulatorio" para mantener activa la información verbal, la "agenda visoespacial" para mantener y manipular imágenes, y el "sistema ejecutivo central" para regular y seleccionar estrategias (Baddeley, 1986). Si bien podría clasificarse como uno de los tipos de memoria, la mayoría de autores consideran que debe ser incluida dentro de la clasificación de funciones ejecutivas ya que es de vital importancia para organizar los pensamientos y las acciones futuras a partir del pasado reciente (Morice y Delahunty, 1996).

### **Disfunción Ejecutiva:**

Hace referencia a dificultades en cualquiera de las capacidades o habilidades cotidianas del ser humano. Se manifiesta en cosas como: la dificultad para cambiar de planes, incapacidad para hacer tareas, no recordar lo que tienes que traer de la tienda, extraviar cosas, mala gestión del tiempo, dificultad para organizar horarios o citas, problemas para mantener organizados los lugares y las cosas, pérdidas constantes de los objetos personales, dificultad para lidiar con la frustración o los contratiempos, problemas para recordar o seguir instrucciones de varios pasos, incapacidad para auto-monitorear las emociones o el comportamiento. Puede ser un síntoma de muchas condiciones clínicas, por ejemplo, trastornos del comportamiento, depresión, trastorno obsesivo compulsivo, esquizofrenia, trastorno bipolar, trastornos del espectro del alcoholismo fetal, discapacidades del aprendizaje, trastornos del espectro autista, enfermedad de Alzheimer, adicción a las drogas o al alcohol, estrés, privación del sueño, lesiones cerebrales traumáticas de los lóbulos frontales, etc.

### **Tratamiento de la Disfunción Ejecutiva:**

El tratamiento de este déficit depende de las condiciones y los tipos específicos de funciones afectadas; deberá ser un proceso terapéutico continuo que a menudo es de por vida y puede variar con el tiempo. Normalmente incluye trabajar con varios tipos de terapeutas como neuropsicólogos, psicólogos, terapeutas del habla o terapeutas ocupacionales. La medicación puede ser útil para los casos más graves. Para los casos más leves, son útiles los tratamientos que se centran en el desarrollo de estrategias para abordar la disfunción particular.

### **¿Qué relación existe entre las funciones ejecutivas y el rendimiento del motor?**

Las funciones ejecutivas son a una variedad de procesos cognitivos de alto nivel que utilizan y modifican la información de muchos sistemas corticales sensoriales en las regiones cerebrales anterior y posterior, para modular y producir comportamiento. Abarcan una serie de procesos cognitivos que permiten el procesamiento dirigido a conseguir objetivos en situaciones novedosas o complejas.

Varias investigaciones se han centrado en el estudio de las relaciones entre las funciones ejecutivas y las habilidades de marcha. Se ha demostrado que el rendimiento pobre o moderado en las funciones ejecutivas se asocia con una disminución de la velocidad de marcha con un obstáculo. Esta misma relación se ha visto cuando la marcha se realiza con carga cognitiva, mostrando que las funciones ejecutivas son críticas en situaciones de marcha compleja. Esta relación es más estrecha en poblaciones con trastornos de la marcha como en mayores o personas con trastornos neurológicos.

En los adultos mayores sanos, las funciones ejecutivas son importantes para completar con éxito muchas tareas de equilibrio y marcha, incluidas el equilibrio, la evitación de obstáculos y la marcha. Esta función está relacionada con el historial de caídas, mientras que con otras habilidades cognitivas como el lenguaje y la memoria básica están menos involucradas.

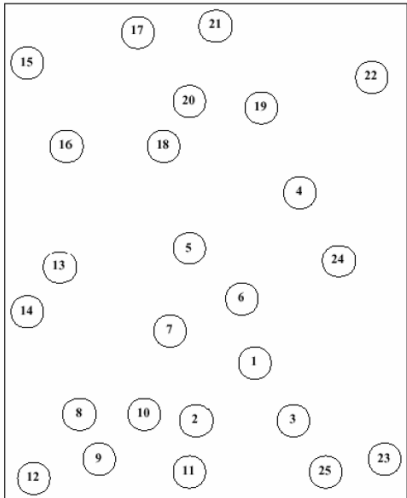


### ¿Cómo se miden las funciones cognitivas?

La prueba más ampliamente utilizada para medir el funcionamiento cognitivo en la investigación de la marcha en personas con enfermedades neurológicas y neurodegenerativas es la prueba de trazos (TMT por sus siglas en inglés) (Reitan & Wolfson, 1985). Esta prueba consta de dos partes: la “parte A” requiere que la persona trace una línea que conecte secuencialmente veinticinco números en el menor tiempo posible. La “parte B” requiere una ejecución similar, alternando en orden, dentro de la secuencia de números, las letras del alfabeto.

**Trail Making Test Part A**

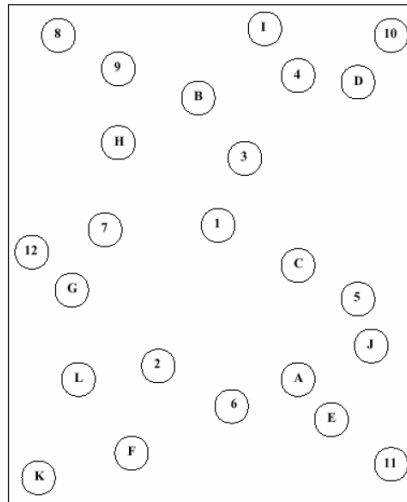
Patient's Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_



A 10x10 grid containing 25 numbered circles (1-25) scattered across the board. The numbers are: 15, 17, 21, 22, 20, 19, 4, 16, 18, 24, 5, 13, 14, 7, 6, 2, 8, 10, 3, 12, 9, 11, 25, 23.

**Trail Making Test Part B**

Patient's Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_



A 10x10 grid containing 25 circles, each containing either a number (1-12) or a letter (A-L). The circles are: 8, 9, 1, 10, 4, D, B, 3, H, 7, 1, C, 5, 12, G, 2, J, L, 6, A, E, K, F, 11.

### 2.1.9. Cognición social

Conjunto de procesos cognitivos y emocionales mediante los cuales se percibe, se recuerda, se analiza, se interpreta, se predice, se atribuye y se emplea la información sobre el mundo social. Es la capacidad de pensar acerca de sí mismo, de los demás y su comportamiento, y de las relaciones sociales, y de dar sentido a toda esa información, para regular el comportamiento y las emociones en el contexto social. La cognición social facilita la interpretación de las emociones, pensamientos y reacciones de otras personas ante situaciones concretas (empatía). Este tipo de cognición tiene algunos componentes:

- ✓ **Percepción social:** capacidad de interpretar la realidad social. Se refiere a cómo se percibe a los demás y de qué manera se interpreta su comportamiento.
- ✓ **Metacognición:** capacidad de representar mentalmente las intenciones y creencias de las otras personas.

- ✓ **Teoría de la mente:** capacidad de tener consciencia de las diferencias que existen entre el punto de vista de uno mismo y el de los demás, de manera automática, casi inconscientemente.
- ✓ **Procesamiento emocional:** proceso mediante el cual las situaciones, cosas, personas, etc. se ponen en relación con una escala de valores. Del análisis realizado se desprenderá la cualidad y la intensidad de la emoción asociada, produciéndose una apreciación subjetiva, cambios en la activación fisiológica y/o movilización del comportamiento.
- ✓ **Estilo atribucional:** diferencias con que las personas atribuyen causas a aquello que les sucede. Las atribuciones son una serie de automensajes o lenguaje interno, no inconsciente, pero difícil detectar a veces.

Hay diferentes tipos de atribuciones:

(1) Situacionales:

- a. Atribuciones globales: La explicación de un hecho concreto se generaliza a otros hechos o situaciones de la vida.
- b. Atribuciones específicas: No se establece conexión entre la causalidad de un hecho o situación concreta y otras situaciones

(2) Temporales:

- a. Atribuciones estables: La causa de lo que sucede se perciba como inmutable, con alta probabilidad que se repita de igual forma en el futuro.
- b. Atribuciones inestables. La causa se interpreta como una situación “hoy, ahora”, y no se relaciona con ninguna situación espacio temporal pasada o futura.

(3) Locus de control:

- a. Atribuciones internas: Se sitúa la causa de los resultados en el sí mismo; la causa de lo que acontece se sitúa en la propia persona.
- b. Atribuciones externas: Se sitúa la causa de los resultados en otras personas o factores externos.

Cada persona tiene una tendencia a usar un tipo determinado de atribuciones, y esto constituye lo que se denomina: estilo o “sesgo atribucional”.

En la vida cotidiana, la interacción constante entre personas, incluye cooperar, competir, o simplemente realizar los asuntos del día a día. Para tener éxito en estas interacciones se deberá tener la capacidad de entender y predecir las acciones de otros, en términos de creencias, deseos e intenciones. Las personas, mientras interactúan con las demás, reciben y envían señales, compartiendo así sus estados mentales, y respondiendo activamente con la intención de que el otro reaccione como se espera (haciéndoles confiar o temer). Por ejemplo, en una situación en la que dos personas cooperan para lograr un objetivo común, ambos deben entender cómo cada uno ve su propio rol y el del otro dentro de la relación, siendo capaces de entender las intenciones y predecir las acciones de cada cual. Este proceso implica al menos cuatro niveles de mentalización: (1) nuestra creencia sobre el papel del compañero, (2) nuestra creencia sobre cómo el compañero ve su papel, (3)

nuestra creencia sobre cómo el compañero cree que vemos nuestro papel, y finalmente (4) nuestra creencia acerca de cómo el compañero cree que lo vemos (Figura 3).

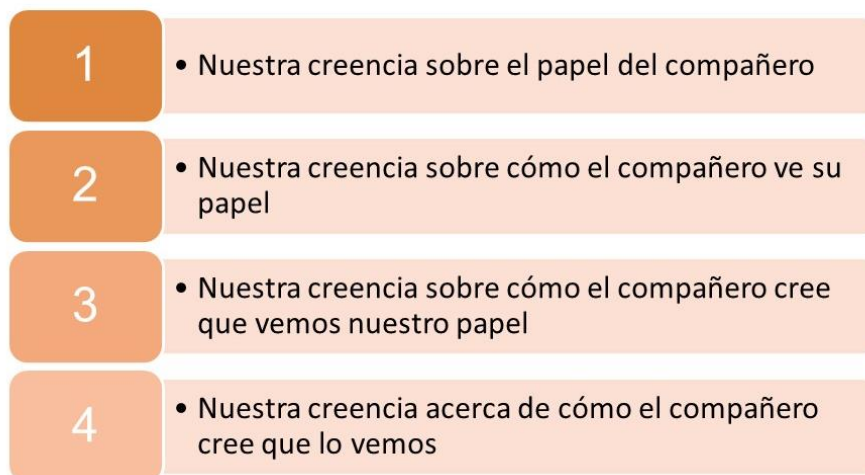


Figura 3: Niveles de mentalización

### ***Disfunción de la Cognición Social:***

Los déficits sociales son comunes y contribuyen en gran medida a la carga por discapacidad de las enfermedades mentales. Algunos de los trastornos que se caracterizan por el deterioro social son, los trastornos del espectro autista, la esquizofrenia, las personalidades psicopáticas y fronterizas, entre otras. Los pacientes con trastornos psicóticos han demostrado claros déficits en la cognición social desempeñando un papel importante en la etiología tanto de sus síntomas positivos como negativos. Por ejemplo, los episodios de paranoia se han relacionado con déficits en el reconocimiento de emociones y sesgos de atribución, o atribución errónea de estímulos neutros haciéndolos parecer negativos. El aislamiento social y la anhedonia social también pueden ser explicados por una disfunción en la cognición social.

### ***Tratamiento de la Disfunción de la Cognición Social:***

El tratamiento de esta disfunción deberá incluir intervenciones y entrenamientos interactivos socialmente focalizados, tratamientos cognitivo-conductuales y tratamiento farmacológico para los casos más graves.

A modo de resumen, los dominios cognitivos y las subfunciones involucradas se muestran en el diagrama 1.

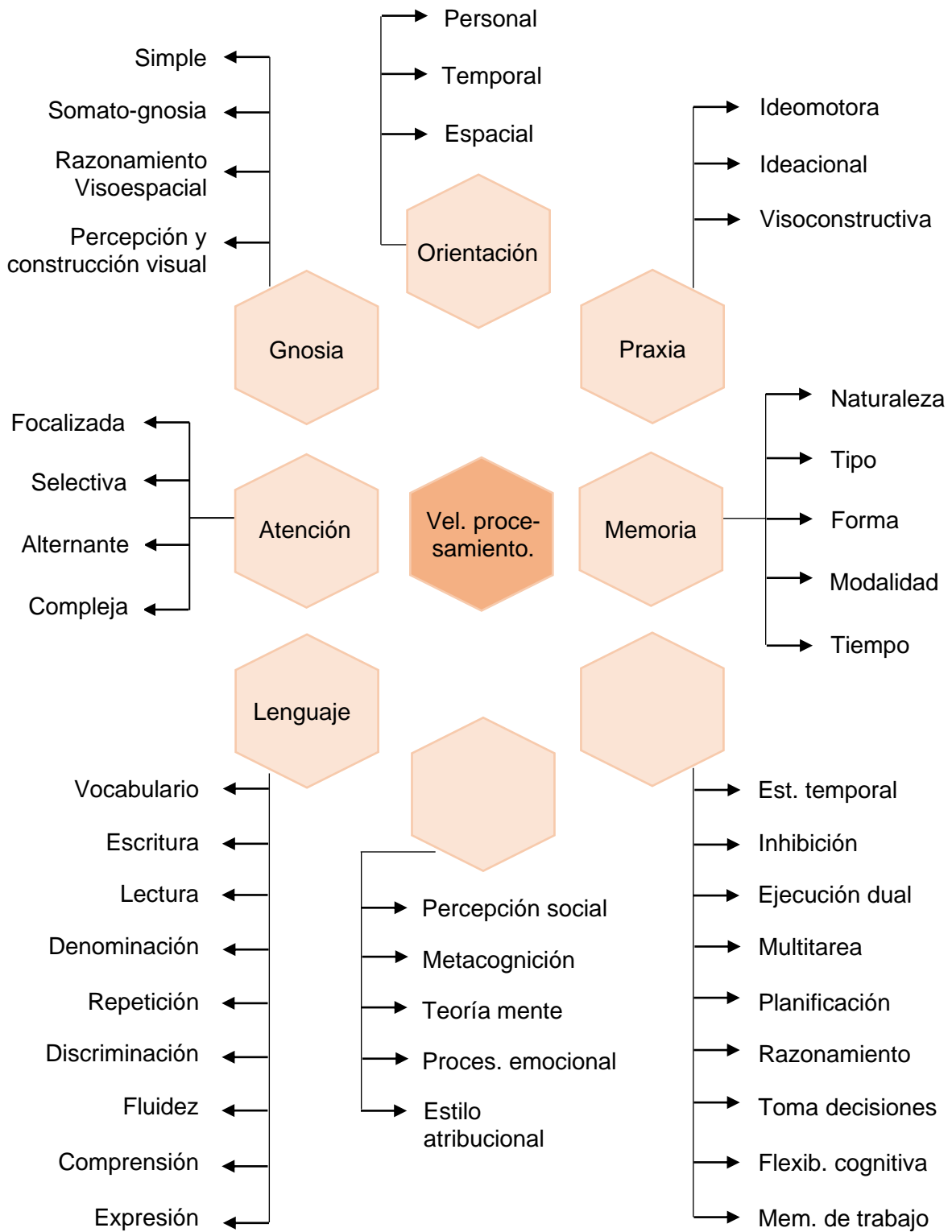


Diagrama 1: Resumen de los dominios cognitivos y subfunciones involucradas.

## 2.2. Bases cerebrales de las funciones cognitivas

Tradicionalmente, la neurociencia se ha centrado principalmente en la organización topológica de las funciones cognitivas en regiones cerebrales específicas (Figura 4).

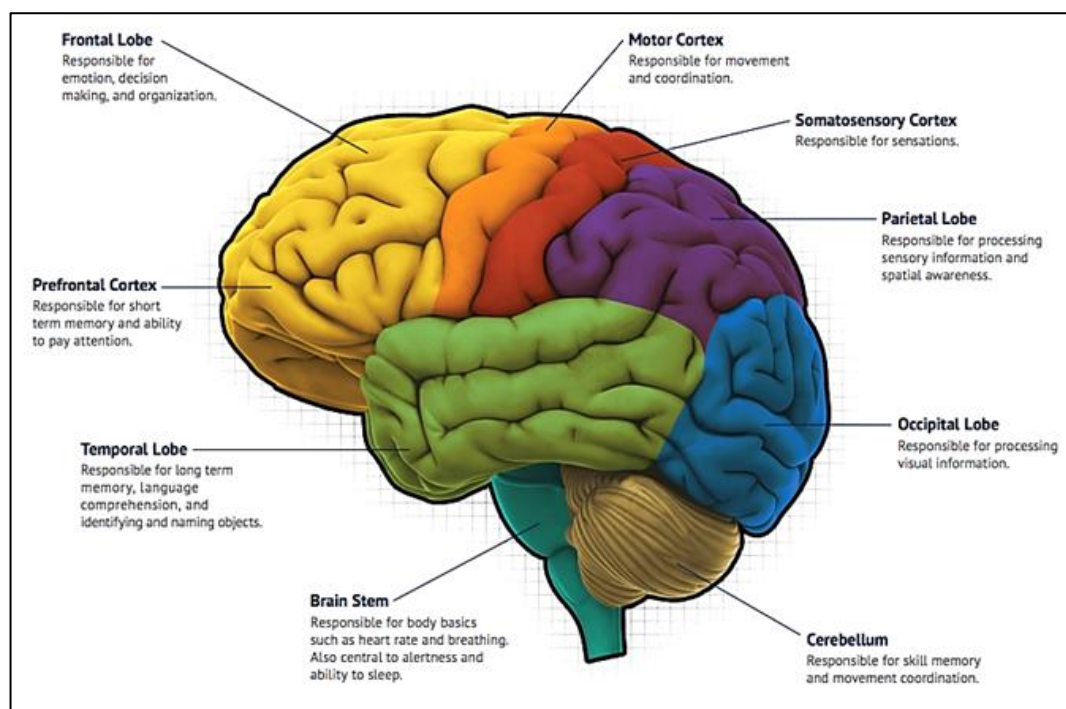


Figura 4: Mapeo cerebral de “North Jersey Health & Wellness”.

Sin embargo, actualmente existe un nuevo paradigma de “redes cerebrales” que se utiliza para entender las bases neuronales de la cognición: la clave para entender las funciones de cualquier región cerebral específica radica en comprender cómo su conectividad difiere del patrón de las conexiones en otras áreas cerebrales relacionadas funcionalmente. Cambiando los intereses neurocientíficos hacia el desarrollo de una comprensión más profunda de cómo la arquitectura intrínseca del cerebro influye en el procesamiento de la información cognitiva.

Según Mesulam (1990), el cerebro humano contiene al menos cinco redes funcionales principales:

- I. Red de atención espacial: anclada en la corteza parietal posterior (CPP) y los campos oculares frontales.
- II. Red lingüística: anclada en las áreas de Wernicke y Broca.
- III. Red de memoria explícita: anclada en el complejo hipocampo-entorrinal y la corteza parietal inferior.
- IV. Red de reconocimiento de caras y objetos: anclada en las cortezas mediotemporal y temporopolar.

- V. Red de memoria de trabajo - función ejecutiva: anclada en las cortezas prefrontal e inferior parietal.

Además, el Análisis Independiente de Componentes (ICA por sus siglas en inglés) se ha utilizado para identificar redes de conectividad intrínsecas involucradas en el control ejecutivo, la memoria episódica, la memoria autobiográfica, el procesamiento de auto-relacionado y la detección de eventos destacados. Este estudio ha revelado una red sensoriomotora anclada en las cortezas somatosensorial y motora bilateral; una red de atención visoespacial anclada en el surco intraparietal y los campos oculares frontales; una red visual de orden superior anclada en las cortezas temporal inferior y occipital lateral; y una red visual de orden inferior anclada en la corteza estriada y extraestriada. Esos módulos de la red pueden variar su intra conectividad y la conectividad entre módulos.

La Figura 5 muestra un ejemplo de topología de la organización modular de redes cerebrales funcionales, demostrando la comunicación entre recursos computacionales de diferentes tipos: (A) las regiones cerebrales están organizadas en áreas citoarquitectónicas distintas, (B) cada configuración citoarquitectónica tiene propiedades estructurales con diferentes implicaciones para las funciones computacionales, (C) las regiones citoarquitectónicas pueden ser representadas como nodos en una red, (D) los nodos tienen asociaciones funcionales, representadas como bordes que se extienden más allá de los límites espaciales evidentes en la organización de la citoarquitectura.

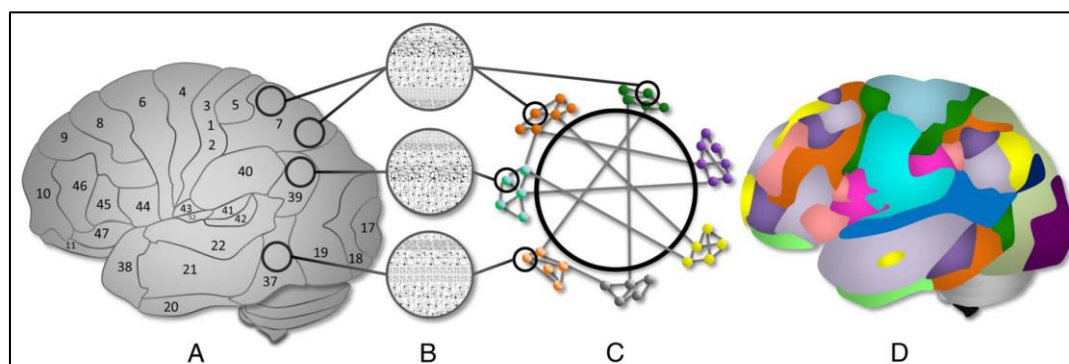


Figura 5: De nodos a redes (Medaglia et al., 2015). (A) regiones organizadas en áreas citoarquitectónicas distintas, (B) configuración citoarquitectónica con propiedades estructurales, (C) nodos en una red, (D) asociaciones funcionales de los nodos.

### 2.3. Funciones cognitivas deterioradas

Como se mencionó anteriormente, la pérdida de capacidades cognitivas obedece al proceso natural de envejecimiento. Sin embargo, la forma en que se desarrolla este proceso degenerativo depende de múltiples condiciones: salud, capacidad funcional, estructura genética, ambiente, etc. Además, existen otros factores que pueden alterar las capacidades cognitivas de forma aguda o crónica: enfermedades neurodegenerativas, trastornos del neurodesarrollo, discapacidades intelectuales, enfermedades mentales, adicciones, traumas

severos físicos o mentales, etc. La afectación en una o más de las funciones cognitivas tiene una implicación directa en el funcionamiento diario de las personas, individualmente o en interacción con los demás y el medio ambiente. La Tabla 1 muestra las implicaciones de algunas de las funciones cognitivas en la realización de actividades de la vida diaria.

Tabla 1: Implicaciones de los déficits cognitivos en la realización de actividades de la vida diaria

Función cognitiva	Actividades de la vida diaria
Reconocimiento del esquema corporal	Dificultades para vestirse, utilizar objetos en relación con el cuerpo (peine, cepillo de dientes, cubiertos, etc.).
Atención sostenida	Dificultades para seguir una película o libro, estudiar, etc.
Atención selectiva	Dificultades para trabajar en un ambiente con otras personas, con ruido u otras posibles distracciones.
Atención dividida	Dificultades para conducir un vehículo, cuidado del hogar o de los niños, etc.
Memoria semántica	Olvidar el conocimiento previamente adquirido, olvidar el nombre de las personas conocidas.
Memoria episódica	Olvidar dónde se dejó el coche, las llaves o las gafas, olvidar itinerarios (vacaciones, visitas, etc.)
Memoria prospectiva	Olvidar las citas del día siguiente, olvidar lo que se quiere comprar, etc.
Funciones ejecutivas	Dificultades para, planificar y elaborar la comida, utilizar el ordenador, controlar gastos, organizar viajes, resolver situaciones problemáticas, etc.

En años recientes y por medio de múltiples estudios a nivel mundial, se ha demostrado que el deterioro se puede ralentizar o hacer que los déficits cognitivos sean más leves, si se mantiene una vida activa y saludable en entornos estimulantes y, si se continúa estimulando o desarrollando estas funciones mediante prácticas y ejercicios de estimulación cognitiva.

### ¿Cómo puede mejorar la función cognitiva el ejercicio físico?

Una intervención no farmacológica prometedora para problemas cognitivos es el ejercicio físico. En adultos mayores sanos y personas con deterioro cognitivo leve, se está acumulando evidencia de los efectos positivos del ejercicio sobre la cognición. En estudios publicados, la evidencia indica que la memoria, la función ejecutiva, la atención y la velocidad de procesamiento son funciones cognitivas que han mejorado en personas mayores, después del entrenamiento físico.

Los mecanismos subyacentes a los efectos del ejercicio físico están relacionados con la neurogénesis, cambios vasculares por aumento de la saturación de oxígeno, promoviendo la angiogénesis y el aumento del flujo sanguíneo cerebral. También han sido estudiados los cambios en los neurotransmisores relacionados con factores inflamatorios. Detrás de esto, está la evidencia que afirma que el ejercicio incrementa los niveles de los factores neurotróficos, los cuales, a su vez, tienen una influencia positiva en la neurogénesis. El factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF por sus siglas en inglés) aumenta después del ejercicio aeróbico y ha sido implicado en la diferenciación, extensión y supervivencia de las neuronas en el hipocampo, la corteza estriada y el cerebelo.

## 2.4. Evaluación de las funciones cognitivas

Una evaluación neurocognitiva adecuada deberá incluir tanto la observación, entrevistas, utilización de escalas clínicas y psicosociales, test cognitivos, técnicas de neuroimagen o cualquier otra forma apropiada de evaluación. Centrándose además en las necesidades específicas de tratamiento que tiene la persona afectada. En general, la evaluación neurocognitiva debe incluir al menos, el estudio del rendimiento intelectual general, la orientación temporal y espacial, la atención, la velocidad de procesamiento de la información, la capacidad de aprendizaje y la memoria, las capacidades visoespaciales, las habilidades perceptivas y motoras, el lenguaje y la comunicación, el razonamiento, la capacidad de resolver problemas y algunas de las funciones ejecutivas. Actualmente existen múltiples instrumentos de evaluación para la evaluación de una o de varias funciones cognitivas a la vez, destinados a la población general o a grupos específicos de pacientes con deterioro neurocognitivo.

### I. Escalas cortas o pruebas de seguimiento cognitivo

Estas pruebas son fáciles de aplicar y requieren poco tiempo para su aplicación (5 a 20 minutos). La mayoría de ellas fueron diseñadas originalmente para evaluar los déficits cognitivos en pacientes de edad avanzada, aunque en general también son aplicables a pacientes con todo tipo de déficits cognitivos agudos o crónicos. La puntuación global obtenida permite obtener un "punto de corte" entre lo normal y lo patológico, facilitando la derivación de aquellos casos que necesitan una evaluación neuropsicológica más detallada. Sus principales utilidades se limitan a proporcionar una vista rápida del funcionamiento cognitivo del paciente, monitoreando y estableciendo correlaciones entre esta puntuación global y otras variables clínicas relevantes. Por ejemplo, el Mini-Mental State Examination (MMSE): evalúa la "orientación temporal", la "orientación espacial", la capacidad de "registro", la "atención", el "cálculo", la capacidad de "recuerdo", el "lenguaje", la capacidad de "repetición" y el seguimiento de "instrucciones complejas" (Figure 6-izquierda).



## II. Baterías de evaluación general

Se trata de un conjunto de pruebas o elementos que exploran sistemáticamente las más importantes funciones cognitivas. La principal ventaja de su uso es la oportunidad de obtener un perfil personal característico de los diferentes niveles de ejecución en los dominios cognitivos, con un mayor control sobre las variables que puedan afectar al rendimiento cognitivo de las personas (edad, nivel educativo, etc.). Sirven no solo para identificar los principales déficits sino también las habilidades preservadas en el paciente, esenciales para el establecimiento de un programa de rehabilitación personalizado. Por ejemplo, la escala de Inteligencia para adultos Weschsler (WAIS por sus siglas en inglés): evalúa vocabulario, similitudes, información, comprensión, aritmética, retención de dígitos, secuenciación de números y letras, completado de imágenes, diseño con bloques, razonamiento, codificación de símbolos y dígitos, búsqueda de símbolos (Figure 6-medio).

## III. Pruebas específicas de evaluación neuropsicológica

Estas pruebas se centran en examinar el deterioro de una función cognitiva específica. Se utilizan para elaborar un plan de trabajo realista para el paciente. Por ejemplo, los tests de Conners de ejecución continua y de audición continua (CPT o CATA por sus siglas en inglés): miden la atención sostenida y la atención selectiva. (Figura 6-derecha). Aunque la evaluación cognitiva o neurocognitiva debe ser realizada por un neuropsicólogo, las pruebas de detección (screening) de déficits cognitivos, son accesibles a todos los profesionales de la salud, quienes, con una preparación mínima, y en poco tiempo, pueden hacer una evaluación previa que les permita derivar a un paciente al profesional adecuado.

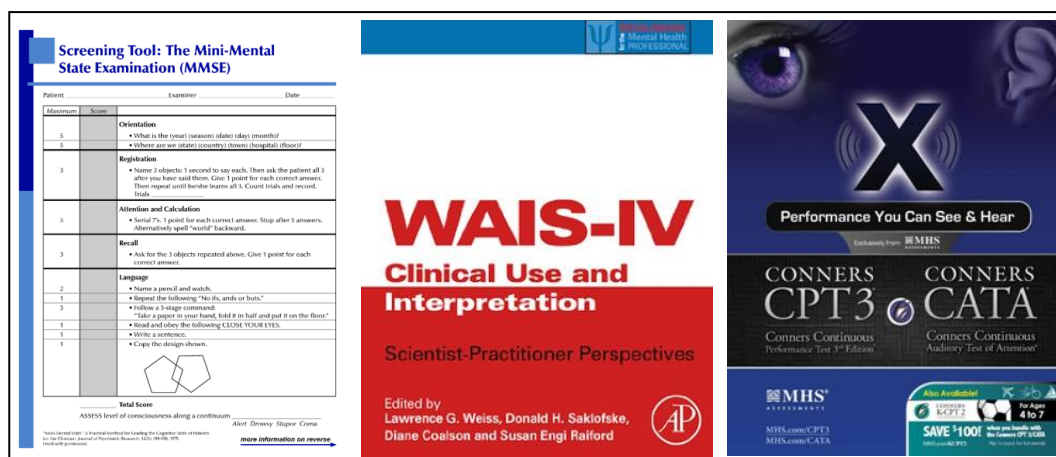


Figura 6: Prueba para la evaluación neurocognitiva. (izquierda) Mini-Mental State Examination (MMSE) , (medio) Weschsler Adult Intelligence Scale (WAIS), (derecha) Conners CPT - CATA.

## 2.5. Avances hacia una evaluación cognitiva más objetiva

La evaluación cognitiva siempre se ha llevado a cabo a través de pruebas y escalas estandarizadas en las que un observador puntúa el rendimiento de la persona evaluada

mientras responde a sus preguntas. Los posibles errores derivados de esta metodología son, por ejemplo:

- El observador o evaluador puede errar en el escalado de las respuestas. Como tal, las escalas y las pruebas de evaluación cognitiva son subjetivas, porque dependen de los criterios de una persona. Aunque estos criterios están estandarizados, es posible que en algunos casos el evaluador pueda malinterpretar las instrucciones o simplemente cometer un error al calificar un resultado.
- La persona evaluada puede sentirse incómoda en presencia del evaluador y hacer un mal desempeño debido a la falta de motivación.
- En las enfermedades neurológicas, las funciones motoras a menudo se ven comprometidas simultáneamente con los déficits cognitivos, por lo que, los malos resultados de algunas pruebas cognitivas pueden ser debidos en mayor medida al trastorno físico. Por ejemplo, en pruebas como la de trazos (TMT), que es una prueba altamente utilizada para medir funciones ejecutivas en personas con enfermedad de Parkinson, la tarea consiste en hacer un trazado de una línea sobre el papel mientras se van uniendo en orden números y letras; en esta prueba, el resultado del desempeño cognitivo es el tiempo que tarda la persona en completar la tarea. Sin embargo, debido a la lentitud del movimiento propia de la enfermedad, se podrían obtener resultados equívocos sobre el rendimiento cognitivo del paciente.

Con el fin de objetivar la evaluación cognitiva, recientemente se han desarrollado tecnologías innovadoras como el sistema de “rastreo ocular”. Es un método no invasivo para obtener una comprensión más profunda de procesos cognitivos como la resolución de problemas y la toma de decisiones. Mediante la medición de los movimientos oculares, es posible profundizar sobre algunos procesos mentales en curso durante la ejecución de las tareas, prescindiendo de las funciones motoras, del habla o de la movilidad de las extremidades superiores, requeridas tradicionalmente para desempeñarse en pruebas de formato papel-lápiz. Este sistema permite registrar el movimiento del ojo a través de una cámara inteligente y así obtener parámetros objetivos sobre cómo los pacientes realizan una determinada tarea mental. Algunos estudios previos consideran que la habilidad de “seguimiento ocular” puede ser considerada como un bio-marcador.

El sistema se compone básicamente de una pantalla que tiene una cámara inteligente integrada que rastrea el movimiento de la pupila del sujeto evaluado. Esta técnica funciona de manera similar a como lo hace la fotogrametría en el registro de movimiento humano. En este caso, el rastreador ocular utiliza la pupila como "marcador" para evaluar el movimiento deseado. El objetivo principal de esta técnica es evaluar el movimiento ocular como indicador clínico de los trastornos cognitivos, analizando la estrategia visual y el seguimiento con la mirada que hace el paciente, en respuesta a ciertos estímulos. Esta tecnología permite detectar la situación en el espacio de la pantalla a la que el usuario va dirigiendo su mirada (Figura 7) sin necesidad de contacto físico, con el fin de caracterizar la respuesta a ciertos estímulos visuales (colores, fotografías, etc.) y textuales (comprensión y lectura de textos). Las variables objetivas que se pueden estudiar con este sistema se muestran en la Tabla 2.

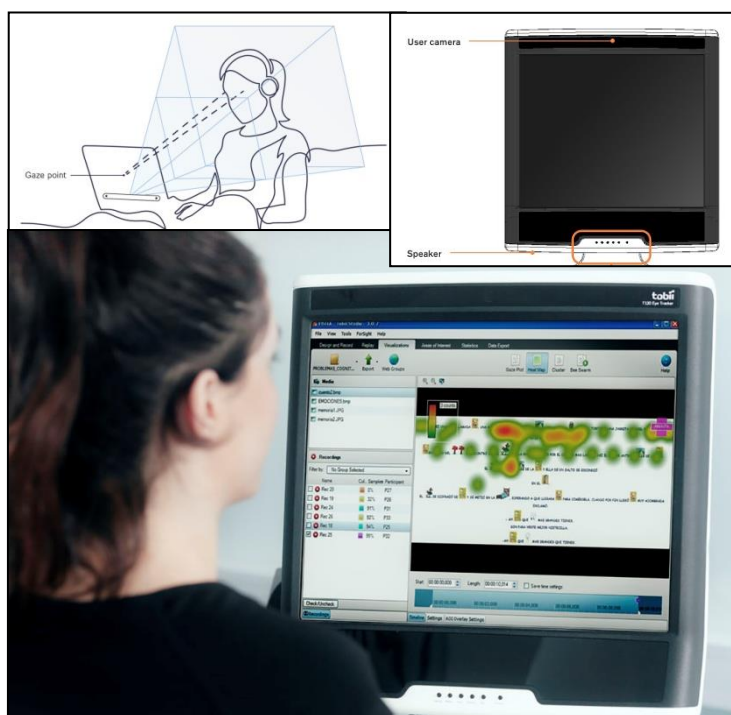


Figura 7: Evaluación con el sistema de rastreo ocular Tobii studio 120, versión de software 2.2. (Imágenes superiores del manual de usuario de Tobii).

Tabla 2 - Resultados de la evaluación con el sistema de rastreo ocular

Resultado	Descripción
Número de fijaciones de la mirada	Un gran número de fijaciones indica una menor eficiencia de búsqueda de elementos en la pantalla.
Tiempo medio de fijación de la mirada	Las fijaciones largas suelen ser indicativas de la dificultad del participante en la extracción de la información de estímulo.
Número de fijaciones de la mirada en cada área de interés	El número de fijaciones de la mirada en un elemento especial del estímulo debe reflejar la importancia de ese elemento. Los elementos más importantes recibirán un mayor número de fijaciones.
Porcentaje de tiempo de la mirada en cada	La proporción de tiempo mirando un elemento particular del estímulo podría reflejar la importancia de ese elemento.

área de interés	
Tasa de parpadeo espontáneo	Se correlaciona con los niveles de dopamina en el sistema nervioso central y pueden revelar los procesos que subyacen al aprendizaje y el comportamiento orientado a alcanzar una meta.
Dilatación de la pupila	Las pupilas no sólo se contraen en respuesta a la luz y dilatan en respuesta a la oscuridad; tanto en niños como en adultos, también se dilatan durante la excitación autonómica y la actividad mental. La razón para que la pupila responda a la excitación y a la actividad mental es que su dilatación está modulada por el locus coeruleus noradrenérgico, implicado en la regulación de la excitación fisiológica y el funcionamiento cognitivo.
Trayectoria de la mirada	Circuito de la mirada rastreada durante una prueba. Permite obtener un orden de los lugares en los que la persona fija la vista en la pantalla.
Velocidad de parpadeo	Frecuencia a la que los párpados se abren y cierran. Serve como una medida no invasiva, indirecta de la actividad de la dopamina en el sistema nervioso central. Este neurotransmisor está involucrado en el aprendizaje, la memoria de trabajo y el comportamiento orientado a alcanzar una meta.

En conjunto, la mirada, la dilatación de la pupila y la velocidad de parpadeo son tres medidas de la cognición, no invasivas y complementarias, con una alta resolución temporal y un buen entendimiento de los fundamentos neuronales.

El rastreo ocular se puede utilizar en la evaluación, diagnóstico y rehabilitación del rendimiento cognitivo, por lo que sus aplicaciones son diversas en áreas como el desempeño cognitivo y el funcionamiento psicosocial, entre otras.

### 3. Interferencia de la carga cognitiva en el rendimiento motor

---

En contextos habituales, realizamos varias tareas al mismo tiempo. Algunas situaciones que ejemplifican esto son:

- Cuando caminamos, podemos estar haciendo una multitud de tareas cognitivas: pensar en cómo ir a nuestro destino, observar los objetos en el entorno, tener una conversación con otra persona, o buscar algo en nuestro bolso.
- Cuando tenemos una conversación hacemos la tarea motora de "hablar" mientras planificamos lo que queremos decir a la otra persona.
- Cuando cocinamos, al mismo tiempo que manipulamos objetos en la cocina, estamos ordenando la serie de pasos a seguir para llevar a cabo una receta.

Esta carga cognitiva puede interferir con la tarea motora que estamos realizando, lo cual ha sido el tema de estudios en los últimos tiempos. Esta interferencia variará según el tipo de población estudiada, ya sean sujetos jóvenes sanos, personas mayores sanas, personas con trastornos neurológicos o personas con otras patologías que, debido a su enfermedad o tratamiento, generan toxicidad metabólica que altera su funcionamiento cognitivo o motor, tema que explicaremos más adelante.

En personas sanas, la carga cognitiva se puede medir porque el rendimiento de la tarea primaria no es el mismo que cuando no se incluye una carga cognitiva. Esta diferencia en el desempeño es más grave en ancianos sanos. Un ejemplo de esto es el estudio de MacPherson (2019) en el que se determinó el impacto de la carga cognitiva impuesta por una tarea de producción discursiva sobre el rendimiento motor del habla de adultos mayores y jóvenes sanos. El experimento de este estudio consistió en repetir frases tres veces: antes, durante y después de una tarea de Stroop. La tarea consiste en leer una palabra en 2 condiciones cognitivas: congruente e incongruente. En esta última condición, el participante debe suprimir o ignorar la información escrita (el nombre de un color) y decir el color que se ha utilizado para escribir la palabra (color diferente al del texto escrito). Los resultados de este estudio indican que, el incremento de la carga cognitiva en la condición incongruente, comparado con la condición congruente, estuvo asociado al incremento de la variabilidad de la coordinación articular y la duración del movimiento, para ambos grupos de edad. El efecto del aumento de la carga cognitiva fue mayor para los adultos mayores que para los adultos más jóvenes y fue mayor en la parte en la que se manipuló la carga cognitiva (durante la tarea de Stroop), seguido por el segmento pre-Stroop. La precisión de la producción de las frases en la condición incongruente se redujo en los adultos mayores.

Aunque el estudio MacPherson (2019) utiliza una tarea cognitiva de gran dificultad y una tarea motora fácil de ser interferida por la tarea cognitiva utilizada (hablando), el estudio de Chatain C. et al. (2019) utiliza una metodología completamente diferente. En este, se utiliza como tarea motora las contracciones sométricas de los cuádriceps al 15% de la contracción voluntaria máxima (bloques de 170s inter espaciados por evaluaciones neuromusculares), hasta el agotamiento, y dos condiciones de memorización como una tarea cognitiva. Todas las condiciones, (es decir, sin tarea cognitiva y con cada tarea de memoria) se realizaron en días diferentes. Los investigadores señalaron que el tiempo de resistencia era más corto

durante ambas condiciones de memoria, en comparación con el tiempo control (sin carga cognitiva). Además, otras medidas como el nivel de activación voluntaria, la actividad simpática y el esfuerzo muscular percibido se vieron comprometidas durante el desempeño con la carga cognitiva. El estudio de Chatain C. et al. (2019) muestra que la carga cognitiva puede interferir con las tareas motoras que no necesitan funciones cognitivas para su desempeño.

Es importante diferenciar en este punto la carga cognitiva de la carga mental. Está bien documentado que la fatiga mental tiene un impacto negativo en el rendimiento de resistencia posterior durante ejercicios con todo el cuerpo, así como durante las contracciones isométricas. En el caso de la fatiga mental, el deterioro del rendimiento se explica principalmente por el hecho de que los sujetos mentalmente fatigados alcanzaron su nivel máximo de esfuerzo percibido más rápido, lo que los condujo a un abandono anticipado de la tarea. La fatiga mental implica bloqueo mental, falta de motivación, irritabilidad, estrés, etc. todo lo cual tiene un impacto sobre múltiples sistemas cerebrales. Por otro lado, el rendimiento motor reducido por la carga cognitiva en el estudio de Chatain C. et al. (2019) puede explicarse por la interacción de diversos factores psicológicos y neurofisiológicos incluyendo mayor esfuerzo percibido, mayores perturbaciones de la actividad del sistema nervioso autónomo y deterioros cerebrales que conducen a la aparición temprana de la fatiga central.

Otra teoría importante que explica el bajo rendimiento motor cuando se desempeña una tarea cognitiva al mismo tiempo es la del "cuello de botella" que sugiere que ambas tareas (motora y cognitiva), compiten por recursos similares cuando se realizan al mismo tiempo. Esta teoría podría explicar los casos en los que las tareas motoras y cognitivas están relacionadas de alguna manera, como podría ser el caso de una tarea funcional como la marcha y una tarea cognitiva como el reconocimiento visual. Sin embargo, este enfoque difiere de la metodología utilizada por Chatain C. et al. (2019).

Lo que explicamos anteriormente es mucho más grave cuando hay una patología adicional con alteraciones motoras. Los estudios del desempeño motor con carga cognitiva en personas con lesión cerebral traumática, lesión cerebral adquirida, esclerosis múltiple, enfermedad de Parkinson, accidente cerebrovascular y enfermedad de Alzheimer han demostrado un deterioro significativo de diferentes funciones motoras cuando se ejecutan junto con tareas cognitivas.

En general, en los estudios, las principales tareas motoras estudiadas son la marcha y el equilibrio, y sus características de deterioro principales se muestran en la Figura 8. Estos estudios han permitido proponer una nueva metodología de rehabilitación motora en personas con las patologías mencionadas. Este nuevo enfoque consiste en incluir la carga cognitiva en la rehabilitación motora de la marcha y el equilibrio, con el fin de realizar el entrenamiento motor en un contexto más común y promover la práctica de situaciones probables en la vida diaria. La literatura apoya esta metodología, ya que se ha demostrado que el entrenamiento con un reto de carga cognitiva mejora el rendimiento de la marcha y el equilibrio, en mayor medida que la rehabilitación motora habitual sin carga cognitiva.



Figura 8: Los resultados de la marcha y el equilibrio se alteran comúnmente cuando ambas tareas motoras se desarrollan con carga cognitiva. COP, centro de presión.

## 4. Rendimiento motor en trastornos mentales y deterioro cognitivo

En la sección anterior, hemos revisado cómo la carga cognitiva afecta el rendimiento motor en personas sanas, mayores o con trastornos motores neurológicos. Si estudiamos este paradigma en una situación inversa, es decir, personas con una patología que implica trastornos cognitivos, también encontraremos un bajo rendimiento motor. La salud física se reconoce cada vez más como un factor determinante del estado neurocognitivo en poblaciones psiquiátricas y no psiquiátricas. Por ejemplo, un mayor índice de masa corporal se asocia con un rendimiento cognitivo más pobre y una reducción de la materia gris en muestras sanas.

En el estudio de este enfoque, debe tenerse en cuenta que la edad ha de ser un factor a controlar ya que el envejecimiento puede ser un factor de deterioro motor, diferente del deterioro cognitivo en sí mismo. Las patologías en las que se ha estudiado esto son de dos tipos: 1) Patologías que cursan con deterioro cognitivo, en adultos jóvenes o gente adulta, como el trastorno bipolar, la esquizofrenia o el trastorno depresivo mayor, 2) Patologías que de forma secundaria, ya sea por un curso natural de la enfermedad o por un tratamiento agresivo, desarrollan un trastorno cognitivo secundario, como ocurre en personas con daño hepático o con cáncer. A continuación, cada uno de estos se revisa en profundidad.

### Trastornos bipolares y depresión mayor

El deterioro cognitivo es una característica estable y crónica que persiste durante las fases agudas y eutímicas del estado de ánimo del trastorno bipolar (TB). En particular, la memoria verbal, la velocidad psicomotora, el funcionamiento ejecutivo (por ejemplo, la planificación y la inhibición) y, en menor medida, la memoria visual y la atención, han demostrado estar muy deterioradas en pacientes con TB gravemente enfermos. Estos déficits cognitivos también perjudican el funcionamiento social y ocupacional, contribuyendo a la carga personal, social y económica asociada con los trastornos del estado de ánimo.

Estos hallazgos se pueden interpretar sobre la base de la teoría de la neuroprogresión que se ha relacionado con un aumento en la vulnerabilidad del individuo al estrés psicológico, atrofia cerebral, y en última instancia con el deterioro cognitivo. Igualmente relacionado está el concepto de "estadiaje" que se ha aplicado a la fisiopatología del TB para explicar el deterioro progresivo de la salud mental, el funcionamiento psicosocial y el rendimiento cognitivo a lo largo de la enfermedad. Otra explicación potencial para los hallazgos de esta revisión podría estar relacionada con una hipótesis reciente que sugiere que las anomalías cerebrales estructurales en la materia gris y blanca observadas en TB están vinculadas a un proceso de envejecimiento cerebral acelerado. Estos hallazgos sugieren que el aumento de la inflamación puede conducir a la pérdida neuronal en regiones cerebrales de materia gris y blanca similar a la observada en enfermedades neurodegenerativas relacionadas con la edad, como la demencia.

Estas alteraciones cognitivas en personas con trastornos bipolares pueden dar paso a una serie de signos motores relacionados con la fragilidad física, como una marcha más lenta, problemas de equilibrio durante la marcha o pérdida de fuerza muscular para sentarse o



ponerse de pie. Por ejemplo, el estudio de Firth et al. demostró que la fuerza máxima de agarre tenía asociaciones significativas con un mejor desempeño en tareas de razonamiento y tiempo de reacción y, en medidas de memoria inmediata y diferida, en personas con depresión mayor, trastorno bipolar y en la población general. Por otro lado, un número creciente de publicaciones describen anomalías cerebrales en pacientes con trastornos bipolares, que podrían afectar al aprendizaje motor implícito, el cual permite mejorar una secuencia de actos motores a través de su repetición sin conciencia consciente de la exposición a la tarea. Chrobak et al. encontraron que los pacientes con trastornos bipolares, en comparación con los controles sin enfermedad, no son capaces de adquirir conocimientos de procedimiento mientras realizan una tarea de tiempo de reacción en serie, con ambas manos, delante de un ordenador con cuatro botones (Figura 9).

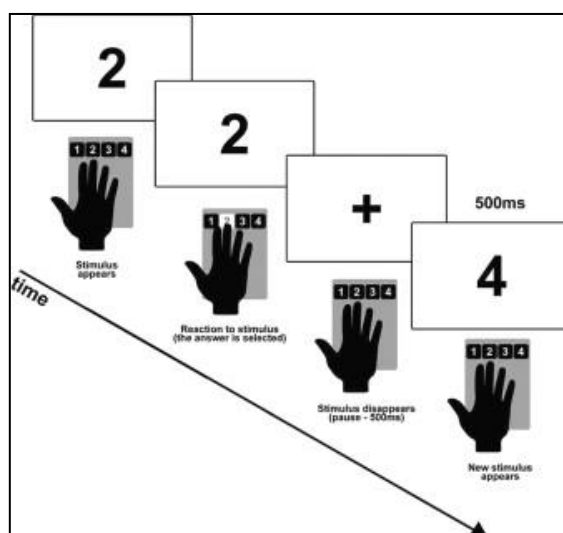


Figura 9: Tarea de tiempo de reacción en serie para la evaluación implícita del aprendizaje motor. La tarea del estudio de Chrobak et al. consistió en reaccionar a diferentes números de uno a cuatro con el botón correspondiente del panel de respuesta.

## Esquizofrenia

La esquizofrenia es un trastorno devastador que se cree que resulta principalmente de una patología cerebral. Los estudios de neuroimagen han proporcionado una gran cantidad de hallazgos de disfunción cerebral en la esquizofrenia. Además de los signos mentales y cognitivos conocidos en la esquizofrenia, hay una alta prevalencia de síntomas motores como catatonía, signos neurológicos leves, parkinsonismo y movimientos involuntarios anormales. Aunque en algunas patologías la afectación de las funciones cognitivas predispone a la afectación del rendimiento motor debido a la implicación que la cognición tiene en la ejecución del movimiento, en la esquizofrenia, los métodos de neuroimagen han permitido establecer que la hipocinesia se sugiere como resultado de la interacción insuficiente de bucles tálamo-corticales dentro del sistema motor. Esta insuficiencia talámica-cortical provoca una mala comunicación desde la corteza motora con el circuito de

entrada al núcleo de los ganglios basales (estriado), que deteriora la retroalimentación de este subcircuito al control del movimiento originado en la corteza cerebral (Figura 10).

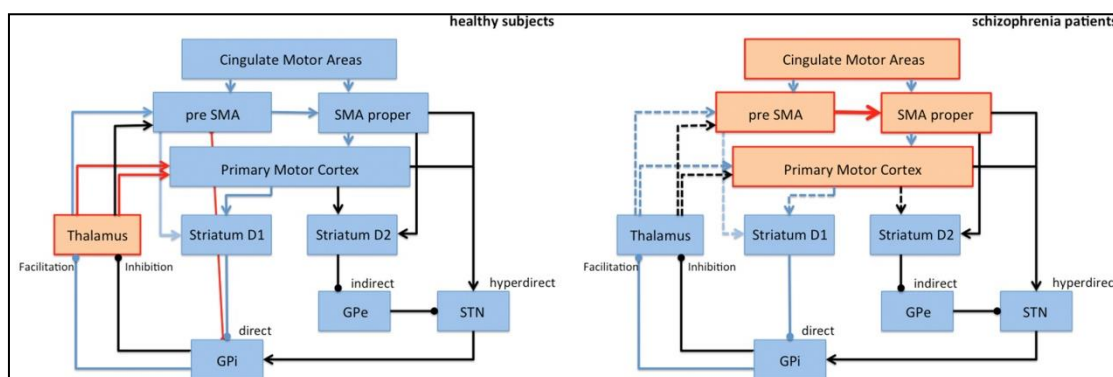


Figura 10: Conexiones entre componentes corticales y subcorticales del bucle del motor. (Izquierda) Circuito de sujetos sanos, (Derecha) Circuito alterado de personas con esquizofrenia. Imagen de Walther S. 2015.

Además de lo anterior, pacientes con esquizofrenia suelen sufrir deficiencias en diversos aspectos de la cognición. Se ha demostrado que estos déficits tienen efectos perjudiciales en el funcionamiento diario. Los deterioros cognitivos en la velocidad de procesamiento, la atención, el control ejecutivo y la memoria han sido bien documentados como una característica central de la esquizofrenia, y se asocian con la reducción de la calidad de vida, la discapacidad funcional y un mal pronóstico.

### Daño hepático

La insuficiencia hepática puede afectar la función cerebral, lo cual conduce a la encefalopatía hepática (EH), una afección neuropsiquiátrica que puede presentar diferentes formas y grados de gravedad. La insuficiencia hepática puede ser aguda o crónica (por ejemplo, cirrosis), y cada condición provoca diferentes alteraciones neurológicas. La amonía y la inflamación son los principales contribuyentes a este deterioro cerebral. Debido al metabolismo hepático en una situación de enfermedad, se genera una toxicidad metabólica que termina alterando el funcionamiento cerebral, lo que da paso a los signos de deterioro cognitivo observados en la encefalopatía hepática. La manifestación de la EH es frecuentemente precedida por una encefalopatía hepática mínima (EHM), con déficits de atención y deterioro cognitivo leve desvelados por pruebas psicométricas.

Debido a que el deterioro cognitivo y la neuropatía en pacientes que sufren de enfermedad hepática desencadenan la aparición de la fragilidad física, algunos autores tenían como objetivo determinar un perfil cognitivo y físico específico en estos pacientes con el objetivo final de identificar indicadores tempranos del deterioro progresivo. Hasta ahora, la relación entre los déficits cognitivos y motores en pacientes con daño hepático se ha reportado de una manera muy limitada. Una línea de esta investigación está relacionada con la evaluación de la fragilidad a partir de escalas o pruebas psicométricas. Por ejemplo, Ney et al. describieron una puntuación compuesta del test de Evaluación Cognitiva de Montreal y la Escala de Fragilidad Clínica, para predecir el ingreso hospitalario de pacientes con EH a los

6 meses. Sin embargo, las evaluaciones motoras como las pruebas clínicas o las escalas tienen algunas limitaciones, ya que los resultados pueden ser sesgados por los evaluadores subjetividad o inexactitud de los informes de los pacientes. En este sentido, incluir la evaluación de los signos motores en el estudio de indicadores tempranos en pacientes con EHM es un paso adelante ya que las herramientas biomecánicas permiten al investigador comprobar medidas objetivas de fragilidad. Al mismo tiempo, estas evaluaciones precisas nos permiten demostrar mejor el riesgo en pacientes no discapacitados. En esta línea, Mechtcheriakov et al. analizaron la cinemática de la escritura a mano en pacientes con cirrosis hepática y encontraron que desempeño de los pacientes era marcadamente más lento y menos eficientemente coordinado que el de sujetos sanos. Por otra parte, Urios et al. encontraron que los pacientes cirróticos con EHM mostraron un equilibrio deteriorado, principalmente en una superficie inestable con los ojos abiertos, en comparación con pacientes cirróticos sin EHM. Además, los parámetros de la prueba de posturografía correlacionan con otros parámetros biomecánicos como la coordinación motora y dominios cognitivos como la atención.

Una posible explicación para el deterioro físico concomitante con el deterioro cognitivo observado en pacientes con EHM es que la función de los circuitos neuronales entre los ganglios basales, el tálamo y la corteza, que modulan la actividad motora, se alteran en la EHM debido a la alteración en la neurotransmisión dopaminérgica, glutamatérgica y GABAérgica.

## Cáncer

Después del tratamiento con quimioterapia, muchos pacientes con cáncer de mama experimentan problemas cognitivos. La quimioterapia es un pilar importante en el tratamiento del cáncer de mama primario, que afecta la cognición por varios mecanismos. Estudios preclínicos mostraron que los agentes de quimioterapia pueden interrumpir varios procesos neurobiológicos, que pueden conducir a deterioro cognitivo. Se describen los efectos de la toxicidad celular en el deterioro cognitivo (neuronas, células gliales, progenitores y células madre), pero también reducción de la integridad de la materia blanca y reacciones inflamatorias como toxicidad vascular y estrés oxidativo. Estos mecanismos no son mutuamente excluyentes y uno también puede influir en el otro.

Los cambios cognitivos observados con frecuencia se refieren al aprendizaje y el funcionamiento de la memoria, la velocidad del procesamiento de la información y el funcionamiento ejecutivo. Los problemas cognitivos son generalmente leves a moderados y pueden afectar negativamente la capacidad de trabajo, las relaciones interpersonales y las actividades de ocio. Aunque el deterioro cognitivo en sí mismo tiene una implicación en el deterioro motor relacionado con las actividades y el funcionamiento, la toxicidad del tratamiento de los pacientes con cáncer puede reforzar el detrimento del movimiento. Una revisión sistemática evaluó estudios empíricos que examinan las habilidades motoras en niños durante y después del tratamiento para la leucemia linfoblástica aguda. La mayoría de los estudios indicaron que los niños en el tratamiento muestran habilidades motoras más graves y finas que los pares sanos, pero generalmente tienen intactas habilidades de integración visomotora. Los estudios han reportado dificultades motoras gruesas en 5-54% de los sobrevivientes.

## 5. Evaluación de la doble tarea

---

La forma adecuada de evaluar la carga cognitiva en una tarea motora, o viceversa, es desarrollar una doble tarea. La doble tarea o tarea doble es el término utilizado en la literatura científica para referirse al desarrollo simultáneo de dos tareas con objetivos diferentes y que requieren atención para su ejecución. Una de las tareas se denomina tarea principal y la otra tarea secundaria.

Tradicionalmente, cuando evaluamos una tarea motora, lo hacemos en una condición de una sola tarea, en la que la persona evaluada sólo es consciente de la forma en que realiza el gesto motor que se está evaluando. Sin embargo, en la vida diaria hacemos varias tareas simultáneamente, como caminar y tener una conversación al mismo tiempo o cocinar mientras escuchamos la televisión. Hay evidencia científica que indica que nuestro rendimiento motor no es el mismo si hacemos una tarea adicional o no. Debido a esto, la evaluación de una función motora bajo una doble tarea puede proporcionarnos información sobre cómo las personas "se mueven" en un contexto funcional y habitual.

En los últimos tiempos, la evaluación de las tareas duales es muy frecuente en estudios con personas mayores o que sufren de deterioro motor, siendo la marcha el gesto motor más evaluado en condiciones duales. En este contexto, la marcha (u otro gesto motor objeto de estudio), corresponde a la tarea principal. Como tareas secundarias se utiliza una tarea cognitiva o tareas motoras con los brazos. Las metodologías utilizadas para la evaluación en condiciones duales varían entre los estudios. Actualmente, tanto el rendimiento de la tarea principal como el rendimiento de la tarea secundaria se supervisan y registran. Para ello, la normalización de las instrucciones y del procedimiento de evaluación, son esenciales, y tienen como objetivo que todos los participantes de un estudio lleven a cabo con el mismo procedimiento la ejecución de las partes que componen la doble tarea.

Una de las partes más importantes de la estandarización del protocolo de medición de doble tarea es controlar dónde el paciente fija su atención. Dependiendo de dónde la persona dirija o centre su atención, determinará el nivel del sistema nervioso central que controla la tarea principal. Por ejemplo, cuando caminamos sin pensarlo, caminamos automáticamente, con el control nervioso a cargo de estructuras inferiores como los centros de control espinal o mesoencefálico. Por el contrario, si necesitamos cambiar el patrón de la marcha para adaptar la velocidad, la longitud del paso o cualquier otra característica de la misma, lo haremos de forma "consciente" y el cambio será regulado por las zonas motoras de la corteza cerebral. Esto se conoce como control de doble marcha y es tan flexible como eficaz.

Un claro ejemplo del desarrollo de tareas duales en la vida diaria es cuando una persona camina mirando el teléfono móvil. Mientras camina, realiza una tarea motora secundaria de manipulación con las manos, y al menos una tarea adicional de atención cognitiva (Figura 11). La importancia de la evaluación en condiciones duales o de multitarea no sólo es útil y necesaria porque es habitual en el contexto diario, sino que, en muchas patologías, como hemos visto a lo largo de esta Unidad didáctica, tienen algún grado de detrimento de ambos dominios, cognitivo y motor. Una forma de llevar a cabo este tipo de evaluación es con

herramientas de evaluación biomecánica que permiten objetivar la disfunción motora. De hecho, la literatura existe sólo utiliza herramientas de evaluación objetiva con las que se han caracterizado las deficiencias de marcha, el equilibrio, la fuerza muscular, la velocidad de reacción motora, entre otros.



Figura 11: Evaluación de doble tarea. En este ejemplo la tarea principal es la marcha y la tarea secundaria es la manipulación del teléfono móvil. La evaluación de la marcha se realiza con un sistema de fotogrametría que permite registrar los resultados cinemáticos de la evaluación, como la velocidad de marcha, los parámetros espaciotemporales y los ángulos articulares.

Una vez realizada una doble evaluación con herramientas objetivas, obtendremos dos tipos de parámetros, los verificados en una condición individual, es decir, desarrollando únicamente la tarea motora durante la evaluación y los obtenidos de la tarea motora con carga cognitiva o en una condición dual. La interferencia de la tarea secundaria, ya sea cognitiva o motora, se obtiene a través de una variable llamada "coste de la doble tarea", que se calcula a partir de la ecuación 1.

$$DTC(\%) = \frac{(ST \text{ score} - DT \text{ score})}{ST \text{ score}} * 100$$

Ecuación 1: Coste de la doble tarea. Tasa de interferencia de tareas duales durante el rendimiento de una tarea motora.

Por ejemplo, si una persona mayor camina a una velocidad de 1,10 m/s pero, al realizar la misma marcha mientras habla, ralentiza su marcha a 0,98 m/s, el costo de la doble tarea es del 10,9%. Lo que significa que la marcha de la persona evaluada tiene un deterioro del once por ciento durante la condición de doble tarea.

## 6. Ideas clave

---

- Las funciones cognitivas en el ser humano permiten llevar a cabo eficazmente todo tipo de actividades, tanto mentales, sociales como motoras. Dentro de las funciones cognitivas, las funciones ejecutivas son ampliamente estudiadas porque permiten la realización de múltiples tareas de manera eficiente y debido a su implicación en el movimiento.
- La evaluación de las funciones cognitivas es tradicionalmente medida con escalas y pruebas psicométricas que tienen un componente subjetivo debido a que la respuesta observada por el evaluador o dada por el paciente proviene de una percepción subjetiva. Herramientas como el rastreador ocular nos permiten objetivar una respuesta cognitiva a través del seguimiento del movimiento ocular, identificando a la pupila.
- La carga cognitiva tiene un impacto en el rendimiento motor de personas sanas, personas mayores o con trastornos neurológicos. Las funciones más estudiadas bajo carga cognitiva son la marcha y el equilibrio, encontrando un peor rendimiento cuando se realiza una tarea adicional al mismo tiempo.
- Las personas con enfermedades que cursan con deterioro cognitivo muestran deterioro motor por dos razones principalmente: 1) porque las funciones cognitivas alteradas están involucradas en actividades motoras como en el trabajo o la conducción, y 2) porque, además de las anomalías cerebrales que reflejan daño cognitivo, existen mecanismos donde los circuitos motores también se ven afectados. Ejemplos de estas patologías son el trastorno bipolar, la esquizofrenia, el daño hepático crónico y pacientes con cáncer y en tratamiento de quimioterapia.
- La forma de evaluar la carga cognitiva en una tarea motora, o viceversa, es a través de una doble tarea, donde la atención de la persona evaluada fluctúa entre el desempeño de la tarea primaria y la tarea secundaria. El indicador de esta interferencia es el *parámetro de coste de la doble tarea*, que indica el porcentaje de deterioro de tarea primaria, debido a la carga adicional.
- La importancia de la evaluación biomecánica en condiciones duales es que, por un lado, son un contexto funcional y habitual para las personas, y por otro lado, muchas patologías mentales o cognitivas, a su vez, causan daños motores, que pueden requerir atención médica adicional, en este ámbito.

## 7. Referencias

---

1. Adams R, Parsons O. Neuropsychology for clinical practice: etiology, assessment, and treatment of common neurologic disorders. Washington, DC: American Psychological Association; 2003.
2. Alvarez JA, Emory E. Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychol Rev* 2006;16:17-42.
3. APA - American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Arlington, VA: Author.
4. Baddeley A. Modularity, Mass-Action and Memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, Volume: 38 issue: 4, page(s): 527-533. November 1, 1986.
5. Ballesteros, S. (2001). *Habilidades cognitivas básicas: Formación y deterioro*. Madrid: UNED.
6. Ballesteros, S. (2002). *Psicología General. Atención y percepción*. (Vol. II). Madrid: UNED. Ballesteros, S. (2014). La atención selectiva modula el procesamiento de la información y la memoria implícita [Selective attention modulates information processing and implicit memory]. *Acción Psicológica*, 11(1).
7. Chatain C., Radet R., Vercruyssen F., Rabahi T., Vallier JM., Bernard T., Gruet M. Influence of cognitive load on the dynamics of neurophysiological adjustments during fatiguing exercise. *Psychophysiology*. 2019 Jun;56(6):e13343.
8. Chrobak A., Siuda-Krzywick K., Przemysław-Siwiek G., Arciszewska A., Siwiek M., Starowicz-Filip A., Dudek D. Implicit motor learning in bipolar disorder. *Journal of Affective Disorders*, Volume 174, 15 March 2015, Pages 250-256.
9. Collette F, Hogge M, Salmon E, Van der LM. Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience* 2006;139:209-221.
10. Dorfman J. Problem solving, inhibition and frontal lobe function. In: Raz N, editor. *The other side of the error term: aging and development as model systems in cognitive neuroscience*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science; 1998. p 395–448.
11. Dosenbach NU, Fair DA, Cohen AL, Schlaggar BL, Petersen SE. A dual-networks architecture of top-down control. *Trends Cogn Sci*. 2008 Mar;12(3):99-105. doi: 10.1016/j.tics.2008.01.001. Epub 2008 Feb 11.
12. Eckstein M., Guerra-Carrillo B., Miller Singley A., Bunge S. Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development? *Developmental Cognitive Neuroscience* 25 (2017) 69–91.

13. Escudero LR. La organización y sustratos neuronales de la memoria humana. *International Journal of Neurology*, 01 de enero de 1987; 21-22:218-22.
14. Felipo V. Hepatic encephalopathy: effects of liver failure on brain function. *Nat Rev Neurosci*. 2013 Dec;14(12):851–8.
15. Firth J., Firth J., Stubbs B. Association between muscular strength and cognition in people with major depression or bipolar disorders and healthy controls. *JAMA Psychiatry*. 2018;75(7):740-746.
16. Fox MD, Raichle ME. Spontaneous fluctuations in brain activity observed with functional magnetic resonance imaging. *Nat Rev Neurosci*. 2007 Sep;8(9):700-11.
17. Fritz NE., Cheek FM., Nichols-Laren DS. Motor-cognitive dual-task training in neurological disorders: A systematic review. *J Neurol Phys Ther*. 2015 July ; 39(3): 142–153.
18. Greicius MD, Krasnow B, Reiss AL, Menon V. Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2003 Jan 7;100(1):253-8. Epub 2002 Dec 27.
19. Greicius MD, Krasnow B, Boyett-Anderson JM, Eliez S, Schlaggar AF, Reiss AL, Menon V. Regional analysis of hippocampal activation during memory encoding and retrieval: fMRI study. *Hippocampus*. 2003;13(1):164-74.
20. Green J., Knight S., McCarthy M., De Luca C. Motor functioning during and following treatment with chemotherapy for pediatric acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Blood Cancer* 2013; 60: 1261-1266.
21. John D. Medaglia, Mary-Ellen Lynall, and Danielle S. Bassett. *J Cogn Neurosci*. 2015 August; 27(8): 1471–1491.
22. Kang G., Mickey B., Krembs B., McInnis M., Gross M. The effect of mood phases on balance control in bipolar disorder. *Journal of Biomechanics*, Volume 82; 3 January 2019, Pages 266-270.
23. Kelly VE., Eusterbrock AJ., Shumway-Cook A. A review of dual-task walking deficits in people with Parkinson's disease: motor and cognitive contributions mechanisms, and clinical implications. *Parkinson's disease*; 2012: 918719.
24. Kopelman MD. Disorders of memory, *Brain*, Volume 125, Issue 10, October 2002, Pages 2152–2190.
25. Lachman, R., Lachman, J. L., & Butterfield, E. C. *Cognitive psychology and information processing. An introductory.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.1979.



26. Lezak MD, Howieson DB, Bigler ED, Tranel D. Neuropsychological assessment. Fifth edition. New York: Oxford University Press; 2012.
27. Light, J., & McNaughton, D. (2013). Putting People First: Re-Thinking the Role of Technology in Augmentative and Alternative Communication Intervention. *Augmentative and Alternative Communication*, 29(4), 299-309.
28. Lynne Beal A., Holdnack James A., Saklofske Donald H., Weiss Lawrence G. Chapter 3 - Practical Considerations in WISC-V Interpretation and Intervention in WISC-V Assessment and Interpretation Scientist-Practitioner Perspectives Practical Resources for the Mental Health Professional. 2016, Pages 63-93.
29. MacPherson MK. Cognitive Load Affects Speech Motor Performance Differently in Older and Younger Adults. *J Speech Lang Hear Res*. 2019 May 21;62(5):1258-1277.
30. Mechtcheriakov S, Graziadei IW, Kugener A, Schuster I, Mueller J, Hinterhuber H, et al. Motor dysfunction in patients with liver cirrhosis: impairment of handwriting. *J Neurol*. 2006 Mar 1;253(3):349–56.
31. Menon V (2010) Large-Scale Brain Networks in Cognition: Emerging Principles. In: *Analysis and Function of Large-Scale Brain Networks*. (Sporns O, ed) pp. 44-53. Washington, DC: Society for Neuroscience.
32. Meehan TP, Bressler SL. Neurocognitive networks: findings, models, and theory. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012 Nov; 36(10):2232-47. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.08.002. Epub 2012 Aug 18.
33. Mirsky, A.F., Anthony, B.J., Duncan, C.C. et al. Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychol Rev* 2, 109–145 (1991).
34. Morice R and Delahunty A. Frontal/Executive Impairments in Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, Volume 22, Issue 1, 1996, Pages 125–137.
35. Ney M, Tangri N, Dobbs B, Bajaj J, Rolfson D, Ma M, et al. Predicting Hepatic Encephalopathy-Related Hospitalizations Using a Composite Assessment of Cognitive Impairment and Frailty in 355 Patients With Cirrhosis. *Am J Gastroenterol*. 2018 Sep 28;1.
36. North Jersey Health and Wellness. Comprehensive and Preventive Health Care. Brain Mapping. Cited: January 2020 (Available from: <https://njhwllc.com/brain-mapping/>).
37. Persad C., Jones JL., Ashton-Miller J., Alexander NB. and Giordan B. Executive Function and Gait in Older Adults With Cognitive Impairment. *Journal of Gerontology*: 2008, Vol. 63A, No. 12, 1350–1355.
38. Reitan, R.M., & Wolfson, D. (1985). *The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Theory and Clinical Interpretation*. Tucson, Arizona: Neuropsychology Press.

39. Ridderinkhof KR, van den Wildenberg WP, Segalowitz SJ, Carter CS. Neurocognitive mechanisms of cognitive control: the role of prefrontal cortex in action selection, response inhibition, performance monitoring, and reward-based learning. *Brain Cogn* 2004; 56:129-140.
40. Seeley WW, Menon V, Schatzberg AF, Keller J, Glover GH, Kenna H, Reiss AL, Greicius MD. Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control. *J Neurosci*. 2007 Feb 28;27(9):2349-56.
41. Seeley WW<sup>1</sup>, Allman JM, Carlin DA, Crawford RK, Macedo MN, Greicius MD, Dearmond SJ, Miller BL. Divergent social functioning in behavioral variant frontotemporal dementia and Alzheimer disease: reciprocal networks and neuronal evolution. *Alzheimer Dis Assoc Disord*. 2007 Oct-Dec;21(4):S50-7.
42. Squire LR. The organization and neural substrates of human memory. *International Journal of Neurology*, 01 Jan 1987; 21-22:218-22.
43. Stuss DT, Alexander MP. Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychol Res* 2000;63:289-298.
44. Tirapu J (2007) La evaluación neuropsicológica. *Intervención Psicosocial*, Vol. 16 N.º 2. Págs. 189-211. Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid.
45. Urios A, Mangas-Losada A, Gimenez-Garzó C, González-López O, Giner-Durán R, Serra MA, et al. Altered postural control and stability in cirrhotic patients with minimal hepatic encephalopathy correlate with cognitive deficits. *Liver Int*. 2017 Jul 1;37(7):1013–22.
46. Vervoot G., Heremans E., Bengevoord A., Strouwen C., Nackaerts E., Vandenberghe W. Dual-task related neural connectivity changes in patients with Parkinson's disease. *Neuroscience*. 2016 Mar 11; 317:36-46.
47. Walther S. Psychomotor symptoms of schizophrenia map on the cerebral motor circuit. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, Volume 233, Issue 3, 30 September 2015, Pages 293-298.
48. Witlox L., Schagen S., Ruiter M., Geerlings M., Peeters P., Koevoets E., van der Wall E., Stuiver M., Sonke G., Velthuis M., van der Palen L., Jobsen J., May A., Monninkhof E. Effects of physical exercise on cognitive function and brain measures after chemotherapy in patients with breast cancer (PAM study): protocol of a randomised controlled trial. *BMJ Open* 2019;9:e028117.
49. Yogev G., Hausdorff JM., and Giladi N. The Role of Executive Function and Attention in Gait. *Mov Disord*. 2008 Feb 15; 23(3):329-472.



El apoyo de la Comisión Europea para la producción de esta publicación no constituye una aprobación del contenido, el cual refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma.

