

# neuronUP

Marco teórico:  
**Conceptos generales**

# ÍNDICE

	Página
Introducción	3
<b>Bases para la rehabilitación</b>	10
Modelo jerárquico del Sistema Nervioso Central (SNC)	11
Plasticidad	13
Intervención: cómo rehabilitar	15
<b>Funciones cognitivas</b>	18
Orientación	19
Atención	22
Agnosias	25
Apraxias	32
Habilidades visuoespaciales	37
Memoria	40
Lenguaje	46
Funciones ejecutivas	51
Cognición social	61
<b>Actividades de la vida diaria</b>	66
Actividades básicas de la vida diaria (ABVD)	66
Actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD)	67
Educación	68
Trabajo	69
Juego	69
Ocio y tiempo libre	70
Participación social	70
<b>Habilidades sociales</b>	71
<b>Referencias</b>	72

# Introducción

La meta de la rehabilitación neuropsicológica es mejorar el desempeño funcional de una persona y compensar los déficits cognitivos resultantes de un daño cerebral con la finalidad de reducir las limitaciones funcionales, aumentando la habilidad de las personas para realizar actividades de la vida diaria (Bernabéu & Roig, 1999). El propósito final es la mejora de la calidad de vida de las personas (Christensen, 1998; Prigatano, 1984; Sohlberg & Mateer, 1989).



Las operaciones cognitivas están interrelacionadas y son interdependientes en un nivel anatómico cuando han de darse respuestas funcionales. Implican múltiples tipos y niveles de procesamiento. Cuando una actividad externa o interna se lleva a cabo se combinan redes neuronales de mundo pequeño, bien de manera modular o a través de redes a gran escala. Estas combinaciones reclutan procesos neuropsicológicos específicos que son llevados a cabo para la ejecución. Desde el reconocimiento visual a los procesos de iniciación de la conducta (automáticos o no), el control de impulsos, o el desarrollo de estrategias metacognitivas que planean un comportamiento. Por lo tanto, desde un punto de vista aplicado es lógico formular

actividades de rehabilitación que cubran todo el rango de procesos, de manera discreta pero también holística.

La meta de NeuronUP es el diseño de esas actividades identificando los constructos, operaciones y funciones (Burgess et al., 2006) implicados en diferentes actividades humanas con la finalidad de calibrarlas en el proceso de rehabilitación. De esta manera queremos proveer al terapeuta de una base de datos de actividades útiles para la rehabilitación neuropsicológica y la terapia ocupacional. Estos materiales están integrados en una plataforma comprensiva y flexible para los profesionales, que podrán diseñar los programas de intervención de una manera individualizada.

NeuronUP se creó como respuesta a una serie de cuestiones urgentes en el campo de la rehabilitación neuropsicológica, con el ánimo de integrar aspectos clínicos y experimentales. En línea con la necesidad de llevar a cabo una evaluación neuropsicológica más ecológica (Tirapu, 2007) que permitiese a los clínicos tener medidas funcionales (representativas y generalizables) fiables de la condición de las personas que acudían a la consulta clínica, emerge una línea de pensamiento acorde en el campo de la rehabilitación. **Su objetivo principal es el uso de contenidos ecológicos motivacionales y personalizables en el proceso de la estimulación y la rehabilitación neuropsicológicas** (Wilson, 1987; 1989).



## La planificación de las actividades de rehabilitación y de los tiempos está bajo el control del terapeuta”

### Validez ecológica

No deja de ser irónico que el concepto de validez ecológica surgiese de la investigación experimental. En un principio este término aparece como el grado de relación entre una señal proximal y una variable distal en los experimentos sobre percepción visual (Brunswick, 1956). El concepto ha evolucionado a lo largo de los años para referirnos (Kvavilashvili & Ellis, 2004) a un tipo de actividades que cumplan los principios de representatividad (grado de solapamiento en forma y contexto entre la actividad propuesta y la tarea “real”) y generalización (capacidad que tiene esa actividad para predecir la ejecución en actividades reales que le sirven de modelo). En el campo de la rehabilitación neuropsicológica el principio de generalización también se utiliza con otro significado: sería la propiedad de “transferencia” (el entrenamiento en una tarea supone un beneficio cognitivo en un proceso que se transfiere a dominios diferentes al entrenado originalmente).

Existen tres niveles de generalización:

Nivel 1. En el que se preservan los resultados de sesión a sesión, en actividades y materiales que son los mismos.

Nivel 2. En el que existe un progreso en tareas similares a la entrenada, pero que difieren de ella.

Nivel 3. En el que se produce una transferencia de la ganancia en las operaciones y funciones entrenadas a otras actividades de la vida diaria diferentes.

**En NeuronUP diseñamos materiales que impliquen actividades y situaciones de la vida diaria relacionadas no sólo con los constructos y operaciones neuropsicológicos básicos, sino también con variables de funcionalidad específica** (Yantz, Johnson-Greene, Higginson & Emmerston, 2010). Las actividades de la vida diaria requieren operaciones neuropsicológicas específicas, de ahí la importancia de entrenar también procesos básicos.

### Exhaustividad

Para hacer una rehabilitación neuropsicológica estratégica es necesario analizar exhaustivamente el perfil cognitivo de la persona que acude a rehabilitación. Esto nos permite realizar una valoración de los puntos fuertes y débiles en dicho perfil y establecer los objetivos prioritarios junto con el paciente y su entorno. Siguiendo esta premisa en NeuronUP hemos diseñado un árbol de clasificación de actividades exhaustivo que abarca 40 procesos neuropsicológicos, divididos en once funciones y áreas de intervención.

La planificación de las actividades de rehabilitación y de los tiempos, dificultad e intensidad del tratamiento deben encontrarse bajo el control del terapeuta, que es quien ajusta todos estos parámetros en base a la evolución del paciente (Muñoz-Céspedes & Tirapu, 2004). NeuronUP adopta este principio como una de sus bases en la aproximación a los procesos de rehabilitación.

Incorporando las observaciones generales sobre rehabilitación neuropsicológica realizadas por Muñoz-Céspedes & Tirapu (2001) en NeuronUP entendemos prioritario:

- La calibración de la complejidad de las actividades.
- La división de las tareas en sus diferentes parámetros.
- La redacción de instrucciones claras y sencillas que ayuden a dar estructura a la tarea y a su ejecución. En caso de que el lenguaje usado no sea adecuado para nuestro paciente puede individualizarse.
- La accesibilidad a los recursos como parte de un tratamiento menos costoso en términos de tiempo, dinero y desplazamiento.

## Beneficios de la rehabilitación a través del ordenador

¿Por qué usar una plataforma web de rehabilitación? Aunque es incorrecto pensar en NeuronUP como algo completamente basado en ordenador

(puesto que hay actividades imprimibles), creemos que existen beneficios asociados al uso de este tipo de formatos. **NeuronUP es una herramienta que ayuda al terapeuta y no un sustituto.** Una incorrecta aplicación por parte del terapeuta (poca supervisión, mal ajuste de la planificación al perfil del paciente, formato incorrecto, uso exclusivo de la plataforma para la rehabilitación, etc.) supondrá un mal resultado, independientemente del recurso que se esté usando.

Los beneficios principales del uso de ordenador en rehabilitación son (Ginarte-Aria, 2002; Lynch, 2002; Roig & Sánchez-Carrión, 2005):

- Permitir el control preciso de algunas variables como por ejemplo el tiempo de exposición a un estímulo y el tiempo de reacción permitido. Ello permite un mayor control de la evolución del paciente.
- La colección de datos es más consistente y eficaz, lo que permite un análisis más fluido de los datos. Este es un componente importante en el diseño de planes estratégicos de rehabilitación neuropsicológica.
- Los estímulos presentados son más atractivos, lo que incrementa la motivación de los individuos. La personalización de las actividades, tanto en nivelación como en forma, es imprescindible para la rehabilitación estratégica.
- Integración de materiales multimedia, lo que permite terapias multi-formato.
- Provee un feedback adecuado y preciso, permitiendo la construcción

Beneficios de una plataforma informática: seguimiento de datos, materiales motivadores, feedback preciso, método flexible, ajuste, planificación..

de un sistema interactivo. Este aspecto también está implicado en la conciencia de déficits.

- Permite la conexión de periféricos para problemas visuales o motores, entre otros.
- Permite el entrenamiento en un ambiente desinstitucionalizado, desmarcando la rehabilitación de un ambiente hospitalario.
- Permite la flexibilidad puesto que los materiales basados en ordenador pueden ser programados en una interfaz sencilla. Con NeuronUP puedes modificar parámetros de las actividades como el tipo de estímulos utilizados, el nivel de dificultad, el tiempo de exposición a los ejercicios, etc. Todo ello basándote en las necesidades y puntos fuertes específicos de tu paciente.
  - Los programas de ordenador tienen (o deben tener) un coste-beneficio razonable: ahorrar tiempo al terapeuta (recursos del centro) y evitar el gasto de recursos que tiene el paciente (intervención en el hogar).

“  
Teniendo sólo en  
cuenta la esfera  
cognitiva es un enfoque  
insuficiente”

¿Cuáles son los principales problemas prácticos asociados a la rehabilitación con ordenador, y cómo hemos intentado corregirlos?

1. Planteamos un **SISTEMA flexible**, donde el terapeuta puede modificar los parámetros de la actividad, y acceder a las actividades apropiadas para cada paciente. De esta manera evitamos que se apliquen las actividades de una manera rígida e inapropiada (Ginarte Arias, 2002).
2. Adaptamos los contenidos al momento evolutivo de la persona que lleva a cabo la rehabilitación (Tam & Man, 2004). El sistema experto permite la selección de actividades adaptadas al lenguaje, el nivel educativo, el tipo de deterioro cognitivo y lesión, etc.
3. Conceptualizando la tecnología como una herramienta, y no un fin en sí misma. El uso de plataformas y programas de rehabilitación no es sustitutivo del contacto, apoyo, esfuerzo y supervisión del terapeuta.
4. Promocionando una **herramienta que esté en continua actualización, adaptando las aportaciones del cliente de manera rápida** (Sánchez Carrión, Gómez Pulido, García Molina, Rodríguez Rajo & Roig Rovira, 2011). Considerar una intervención que sólo tenga en cuenta la esfera cognitiva sin el reconocimiento de los factores psicosociales, emocionales y comportamentales asociados es una aproximación insuficiente a la rehabilitación neuropsicológica (Salas, Báez, Garreaud, & Daccarett, 2007).

Las tecnologías de soporte para la cognición están siendo utilizadas para el entrenamiento de un amplio rango de actividades, desde la comunicación verbal a la participación social (Gillespie, Best & O'Neill, 2012). Su uso ha evolucionado de juegos y actividades de primera generación a tecnología de cuarta generación, en la que la intervención grupal y la rehabilitación de reali-

dades funcionales y ecológicas son parte de un modelo holístico. Para Lynch (2002), estas nuevas actividades deben usarse para rehabilitar tareas asociadas a las actividades de la vida diaria.

Las tecnologías para la rehabilitación basadas en ordenadores pueden ser usadas en un amplio espectro poblacional. Cole (1999) enfatizó la necesidad de que las interfaces fueran amistosas y altamente personalizables, y recomendó su uso si cumplían estas propiedades (Cole, Ziegmann, Wu, Yonker, Gustafson & Cirwithen, 2000). Debido a esa heterogeneidad, los materiales y guías usados en las tecnologías de la rehabilitación deben ser adaptados en términos de complejidad: número y dificultad de “puntos de toma de decisiones”, secuencias de información, y otros (LoPresti, Mihailidis & Kirsch, 2004). Los usuarios deben ser incluidos en el proceso de diseño de las actividades, de acuerdo al concepto de “diseño sensitivo para la inclusión del usuario” propuesto por Newell & Gregor (2000). Por último, esta interfaz debería proveer de un archivo de acceso a datos del paciente simplificado, comandos de “guardar” e “imprimir” para esos datos, y la posibilidad de incluirlos en mayores cantidades de información.

## Evidencias

Peretz, Korczyn, Shatil, Aharonson, Birnboim & Giladi (2011) compararon a un grupo que recibía un entrenamiento personalizado con materiales basados en ordenador frente a un grupo que era entrenado con materiales basados en ordenador tradicionales. **La mejora en la condición de personalización fue significativa en todos los dominios cognitivos mientras que el grupo de entrenamiento con actividades clásicas de ordenador sólo mejoró en cuatro dominios.**

Para obtener revisiones extensas, el lector puede consultar los siguientes estudios: Gillespie et al. (2012); Kueider, Parisi, Gross & Rebok (2012); Cicerone et al. (2011); Stahmer, Schreibman & Cunningham (2010); Faucounau, Wu, Boulay, De Rotrou, Rigaud (2009); Lange, Flynn & Rizzo (2009); Tang & Posner (2009); LoPresti et al. (2004), Kapur, Glisky & Wilson (2004), Bergman (2002) and Lynch (2002).

En relación a la rehabilitación con materiales basados en ordenador de las funciones neuropsicológicas específicas, una gran cantidad de investigación ha sido llevada a cabo hasta la fecha. Hemos realizado una selección de algunos textos que muestran la efectividad de la rehabilitación con este tipo de herramientas y materiales en diferentes funciones: **atención** (Borghesse, Bottini & Sedda, 2013; Jiang et al., 2011; Flavia, Stampatori, Zanotti, Parrinello & Capra, 2010; Barker-Collo et al., 2009; Dye, Green & Bavelier, 2009; Green & Bavelier, 2003; Cho et al., 2002; Grealy, Johnson & Rushton, 1999; Gray, Robertson, Pentland, Anderson, 1992; Sturm & Wilkes, 1991; Niemann, Ruff & Baser, 1990; Sohlberg & Mateer, 1987), **memoria** (Caglió et al., 2012, 2009; das Nair & Lincoln, 2012; McDonald, Haslam, Yates, Gurr, Leeder & Sayers, 2011; Bergquist et al., 2009; Gillette & DePompei,



La investigación futura de las intervenciones basadas en ordenador debe controlar los parámetros adecuados para mejorar la validez”

2008; Wilson, Emslie, Quirk, Evans & Watson, 2005; Ehlhardt, Sohlberg, Glang & Albin, 2005; Glisky, Schacter & Tulving, 2004; Kapur, Glisky & Wilson, 2004; Tam & Man, 2004; Webster et al., 2001; Wilson, Emslie, Quirk & Evans, 2001; van der Broek, Downes, Johnson, Dayus & Hilton, 2000), **habilidades visuoespaciales** (Boot, Kramer, Simons, Fabiani & Gratton, 2008), **lenguaje** (Allen, Mehta, McClure & Teasell, 2012; Fink, Brecher, Sobel & Schwartz, 2010; Lee, Fowler, Rodney, Cherney & Small, 2009; Kirsch et al., 2004b; Wertz & Katz, 2004; Katz & Wertz, 1997), **cognición social** (Grynszpan et al., 2010; Bernard-Opitz, Srira & Nakhoda-Sapuan, 2001), y **funciones ejecutivas** (Nouchi et al., 2013; Johansson & Tornmalm 2012; López Martínez et al., 2011; O’Neill, Moran & Gillespie, 2010; Westerberg et al., 2007; Ehlhardt et al., 2005; Kirsch et al., 2004a; Gorman, Dayle, Hood & Rumrell, 2003).

En lo que respecta a perfiles específicos de deterioro, los materiales y herramientas basadas en ordenador han sido aplicadas con éxito en diversas condiciones: **TCE** (Cernich et al., 2010; Gentry, Wallace, Kvarfordt & Lynch, 2008; Thornton & Carmody, 2008; Michel & Mateer, 2006), **ictus** (Cha & Kim, 2013; Lauterbach, Foreman & Engsberg, 2013; Akinwuntan, Wachtel & Rosen, 2012; Cameirão, Bermúdez I Badia, Duarte Oller & Verschure, 2009; Michel & Mateer, 2006; Deutsch, Merians, Adamovich, Poizner & Burdea, 2004; Teasel et al., 2003; Wood et al., 2004), **demencia** (Crete-Nishihata et al., 2012; Mihailidis, Fernie & Barbenel, 2010; Cipriani, Bianchetti & Trabucchi, 2006; Cohene, Baecker & Marziali, 2005; Alm et al., 2004; Hofman et al., 2003; Zanetti et al., 2000), **esclerosis múltiple** (Flavia et al., 2010; Shatil, Metzger, Horvitz & Miller, 2010; Vogt et al., 2009; Gentry, 2008), **trastornos del espectro autista** (Sitdhisanguan, Chotikakamthorn, Dechaboon & Out, 2012; Wainer & Ingersoll, 2011; Tanaka et al., 2010; Beaumont & Sofronoff, 2008; Sansosti & Powell-Smith, 2008; Stromer, Kimball, Kinney & Taylor, 2006; Goldsmith & LeBlanc, 2004; Silver & Oakes, 2001; Werry, Dautenhahn, Ogden & Harwin, 2001; Lane & Mistrett, 1996), **TDAH** (Steiner, Sheldrick, Gotthelf & Perrin, 2011; Rabiner, Murray, Skinner & Malone, 2010; Shalev, Tsal & Mevorach, 2007; Mautone, DuPaul & Jitendra, 2005; Shaw & Lewis, 2005), **dificultades de aprendizaje** (Nisha & Kumar, 2013; Seo & Bryant, 2009 -con recomendaciones sobre efectividad-; Kim, Vaughn, Klingner & Woodruff, 2006; Hasselbring & Bausch, 2005; Lee & Vail, 2005; Maccini, Gagnon & Hughes, 2002; MacArthur, Ferretti, Okolo & Cavalier, 2001; Hall, Hughes & Filbert, 2000), **discapacidad intelectual** (Cihak, Kessler & Alberto, 2008; Mechling & Ortega-Hurndon, 2007; Ayres, Langone, Boon & Norman, 2006; Ortega-Tudela & Gómez-Ariza, 2006; Standen & Brown, 2005; Furniss et al., 1999), **esquizofrenia** (Sablier et al., 2011; Suslow, Schonauer & Arolt, 2008 -con recomendaciones para investigación futura-; Medalia, Aluma, Tryon & Merriam, 1998; Hermanutz & Gestrich, 1991), o **fobia social** (Neubauer, von Auer, Murray, Petermann,



Helbig-Lang & Gerlach, 2013; Schmidt, Richey, Buckner & Timpano, 2009). Las intervenciones con materiales computerizados también pueden ser usadas para la promoción de un **envejecimiento saludable en población sin deterioro** (Kueider, Parisi, Gross & Rebok, 2012; Cassavaugh & Kramer, 2009; Basak, Boot, Voss & Kramer, 2008; Finkel & Yesavage, 2007; Rebok, Carlson & Langbaum, 2007; Jobe et al., 2001).

A pesar de lo anterior, algunas cuestiones clínicas y experimentales quedan todavía por resolver. El control adecuado de los factores que afectan a los resultados de los ensayos clínicos que emplean este tipo de herramientas y materiales es mejorable. Santaguida, Oremus, Walker, Wishart, Siegel & Raina (2012) han identificado una serie de debilidades metodológicas en las revisiones de estudios sobre rehabilitación neuropsicológica en pacientes con ictus, que pueden extenderse al estudio de materiales informáticos para ese fin. Los estudios primarios presentaban problemas en la aleatorización y búsqueda de la muestra poblacional, el diseño de estudios con ciego, y los criterios de selección y exclusión de la muestra. Además, hay una serie de problemas que afectan a las variables extrañas como la comparación de la línea base con el rendimiento posterior, los eventos y efectos adversos y la contaminación de muestras. El control de efectos adicionales a la cognición debido a los tratamientos coadyuvantes al analizado es un asunto importante que ni siquiera se menciona en la literatura existente.

La racionalización del tipo y número de medidas de cambio, así como de los instrumentos usados, es fundamental y no se realiza correctamente en los estudios. También existe una debilidad en el hecho de que en los estudios publicados no expliquen detalladamente variables como la intensidad, diseño, tipo de materiales y actividades de los tratamientos, tanto del tratamiento diana como de los tratamientos coadyuvantes.

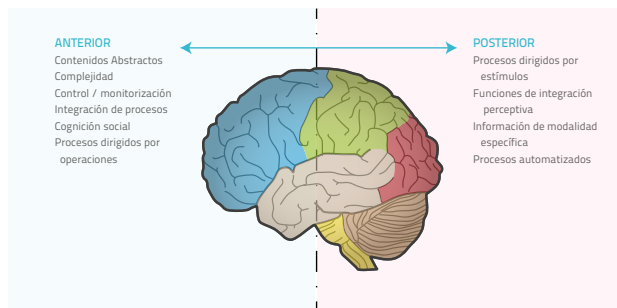
Jack, Seelye & Jurick (2013) ya han abordado la generalización de tareas entrenadas frente a tareas no entrenadas. De acuerdo a sus resultados, *“pocos estudios han demostrado la mejora en tareas no entrenadas dentro del dominio cognitivo entrenado, dominios cognitivos no entrenados, o habilidades de la vida diaria. Los efectos de la rehabilitación cognitiva deberían generalizarse a tareas no entrenadas, funcionales, y durante periodos de tiempo prolongados”*. **Los meta-análisis recomiendan diseños metodológicos más fuertes**. Para una buena revisión de los principios que deberían ser tomados en cuenta en la investigación aplicada al aprendizaje con tareas informáticas, recomendamos Cook (2012, 2005). Van Heugten, Gregório & Wade (2012) recomiendan el desarrollo de una lista internacional que incluya la descripción detallada de intervenciones no farmacológicas complejas.

En definitiva, las intervenciones informáticas pueden facilitar la mejora de manera eficiente en muchas actividades, pero **es necesaria investigación adicional que controle los parámetros relevantes en los estudios de rehabilitación con materiales basados en ordenador**.

# BASES PARA LA REHABILITACIÓN

# Modelo jerárquico del Sistema Nervioso Central (SNC)

El SNC puede dividirse en tres ejes jerárquicos con especificidad funcional.

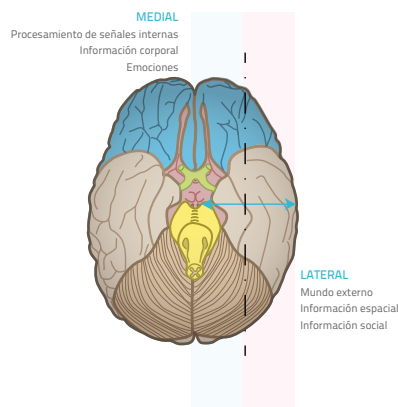
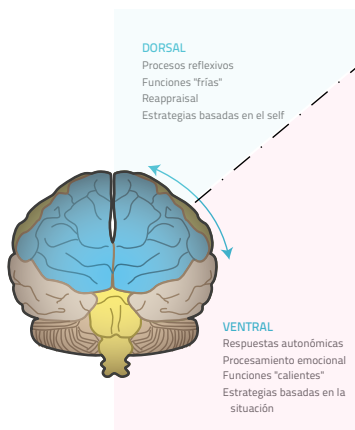


## Eje anterior-posterior o rostral-caudal:

en el que las zonas anteriores o frontales manejarían un tipo de contenido abstracto y un tipo de información más compleja, posiblemente implicada en la monitorización y la integración de contenidos y procesos. En este sentido, podemos observar procesos de control en funciones cognitivas y emocionales. Respecto a las emocionales, la ínsula, las regiones posteriores, la corteza cingulada posterior, la ínsula posterior y la corteza cingulada medial - soportan la funcionalidad de procesos simples de primer orden, de tipo sensorial, mientras que las zonas anteriores contienen representaciones más complejas de los contenidos emocionales. En los procesos atencionales, podemos ver cómo las zonas más frontales monitorizan y guían la búsqueda en base a contenidos complejos (por ejemplo, metas), mientras que las zonas corticales más posteriores (por ejemplo, el parietal) guían el proceso basándose en los estímulos, y no en un proceso reflexivo.

El contenido cognitivo de las zonas anteriores también es más complejo. Las zonas anteriores frontales, por ejemplo, controlan los procesos conscientes y reflexivos, monitorizando las acciones que llevamos a cabo y usando las informaciones de tipo modal y específico que les llega desde los distintos puntos del cerebro, de forma directa (comunicación entre regiones frontales) o mediante áreas de asociación.

En conjunto, la complejidad de las representaciones contenidas en las zonas más rostrales es mayor, y se usa para elaborar esquemas abstractos, funciones cognitivas superiores y comandos conscientes y volitivos de acción. Además, las zonas rostrales en este plano son capaces de



integrar diferentes informaciones de otras partes del cerebro más posteriores, como por ejemplo inputs simples sobre ubicaciones y luminancia.

## Eje cortical- límbico o dorsal-ventral

En el que las zonas dorsales se encargarían de un procesamiento de tipo reflexivo o cognitivo, frente a las zonas ventrales, encargadas de un procesamiento dirigido por estímulos o emocional. Entre las estructuras más dorsales encontramos la corteza cingulada anterior o ACC, especialmente el rostral. La amígdala es un núcleo de procesamiento emocional autónomo. Es lógico pensar que estos presentan un procesamiento más automático como, por ejemplo, en lo referente a estrategias basadas en la situación; tal y como sucede con la implicación del ACC rostral al modular a la amígdala en la resolución del conflicto. Por otra parte, pensemos ahora en el reappraisal, que es un control cognitivo de los procesos emocionales, una estrategia reflexiva basada en uno mismo.

## Eje medial- lateral

Las zonas anteriores o frontales controlan los procesos conscientes y reflexivos, el seguimiento de las acciones y el uso de información procedente de diferentes zonas del cerebro

En el que las estructuras mediales se encargarían de un procesamiento centrado en el individuo y sus señales internas, mientras que las zonas más laterales se encargan de cuestiones más visuales y espaciales y con la representación de características del mundo externo. En este sentido, podemos entender que las localizaciones mediales son más próximas a los centros emocionales y por ello, debido a la organización citoarquitectónica, poseen un mayor número de conexiones. De hecho, las estructuras emocionales son aquellas encargadas de dar información al sujeto sobre sus estados internos, y sería lógico pensar que a medida que citoarquitectónicamente nos alejamos de estas áreas la relación funcional es menor. En todo caso, la disociación entre mediales como referentes al individuo y laterales como relativas a aspectos del mundo externo tiene al menos dos apoyos. En primer lugar, dado que las estructuras más profundas tienen conexiones con el sistema sensorial autónomo y por tanto, con el arousal, es más lógico pensar que dichas estructuras influyen en aquellos eventos guiados por los datos. Mientras que las estructuras menos profundas modulan de algún modo a estas con procesos de tipo reflexivo.

# Plasticidad

La plasticidad cerebral se define de manera general como la capacidad del cerebro para reorganizar sus patrones de conectividad neuronal, reajustando su funcionalidad. La plasticidad neuronal está presente en el envejecimiento normal y también en el daño cerebral adquirido e incluso en las demencias (a pesar de la especificidad que existe cuando se atacan las estructuras hipocampales que reducen el ratio de neurogénesis progresivamente en demencias tipo Alzheimer).

## El cerebro adulto humano genera nuevas neuronas continuamente

La rehabilitación neuropsicológica aprovecha este fenómeno para generar nuevas sinapsis, aunque el efecto sea limitado en algunas ocasiones. A día de hoy no existe un consenso establecido respecto al efecto que se produce aprovechando este fenómeno, ya que **depende de múltiples factores: tipo de deterioro, edad, proceso de recuperación, reserva cognitiva –y conectividad asociada-, factores genéticos, etc.**

Lo cierto es que el aprendizaje de habilidades tras un daño cerebral y otras patologías se sustenta en redes neuronales “de repuesto”, y en las nuevas redes que se generan. Las bases fisiológicas para la neurorrehabilitación son las siguientes (Dobkin, 2007):

- Cambios en los potenciales neuronales (en parámetros de movimiento),
- Variabilidad de firing neuronal a través de procesos de práctica y recompensa,
- Fortalecimiento Hebbiano de las conectividades neuronales con remapeado de las representaciones,
- Reclutamiento de actividad remota o correlacionada dentro de una red,
- Otros tipos de autorregulación y procesos asociados al aprendizaje.

Se generan continuamente nuevas neuronas en el cerebro humano (Ming & Song, 2011; Boyke, Driemeyer, Gaser, Büchel & May, 2008; Ge, Sailor, Ming & Song, 2008; Fuchs & Gould, 2000; Gross, 2000; Eriksson, Perfilieva, Björk-Eriksson, Alborn, Nordborg et al., 1998). Desde este punto de vista, la plasticidad puede surgir a partir de la acción de dos mecanismos potenciales (Ming & Song, 2011): renovación neuronal y/o cambios en la potencialidad de las neuronas. Los rangos de frecuencia de estos dos procesos son significativamente más lentos en el cerebro adulto que en el cerebro joven.

Pero, ¿cómo puede un pequeño número de neuronas afectar al funcionamiento global del cerebro? Ming & Song (2011) proponen que la plasticidad actúa a través de las nuevas neuronas de dos maneras diferentes: como nuevas unidades de almacenamiento y codificación, y a través de la modificación de los umbrales de disparo de las neuronas existentes (y por tanto de la

sincronización y las oscilaciones presentes). Los principios que definen este proceso serían:

1. Nuevas neuronas en el cerebro adulto que se activan por inputs específicos,
2. Nuevas neuronas en el cerebro adulto que inhiben outputs de redes locales,
3. Nuevas neuronas en el cerebro adulto que modifican circuitos locales a través de la activación selectiva de vías modulatorias, y
4. Efectos en diversos subtipos de interneuronas locales.



La plasticidad implica la adaptación del cerebro a las tareas y la edad. Los factores ambientales influyen en la plasticidad ”

La plasticidad puede mejorar los procesos de aprendizaje en tres niveles (Berlucchi, 2011): un nivel neuronal, un nivel sináptico, y un nivel de red (cambios en la conectividad funcional). Estos niveles no son mutuamente excluyentes. La remodelación de las pautas de actividad neuronal a corto y largo plazo, incluyendo la formación, eliminación y el cambio en las frecuencias y umbrales de disparo, así como el brote de nuevos axones, son formas principales para alcanzar la organización neuronal a través de la experiencia y la maduración (Álvarez & Sabatini, 2007). Los factores neurotróficos también se modifican

por la experiencia a través de la regulación epigenética (Berlucchi, 2011).

La plasticidad es un fenómeno natural que conlleva la adaptación del cerebro a tareas específicas a lo largo de la vida. Cuanto más viejo es un cerebro, se requieren más mecanismos de compensación para una ejecución mejor o similar. En tareas de memoria de trabajo, la actividad neuronal de personas ancianas se distribuye, presentando una actividad neuronal más difusa. Esto podría deberse a una respuesta de compensación natural (Dennis & Cabeza, 2011). A pesar de ello, la plasticidad como un proceso de maduración y la plasticidad que tiene lugar tras un daño cerebral no son iguales, y las diferencias entre esos procesos deberían clarificarse antes de extraer conclusiones.

Como se ha mencionado, **hay diferentes factores ambientales que pueden afectar a la plasticidad**. Algunos estudios han descubierto que el estrés o los síndromes de deficiencia de insulina (un perfil que podría en algunos casos estar relacionado con la enfermedad de Alzheimer) reducen el ratio de neuroplasticidad en el cerebro adulto. En el extremo opuesto hay actividades que favorecen la neuroplasticidad. El ejercicio físico prolifera la generación de nuevas células (van Praag et al., 1996; citado en Ming & Song, 2011). El aprendizaje modula la neurogénesis adulta de manera específica (Zhao, Deng & Gage, 2008). Por ejemplo, algunos tipos de neurogénesis adulta sólo están influenciados por tareas de aprendizaje que dependen del hipocampo. Entre otras (Deng et al., 2010) se encuentran:

- Tareas de aprendizaje espacial y retención en la memoria espacial a largo plazo.
- Discriminación de patrones espaciales.

- Condicionamiento de trazas de memoria y condicionamientos aversivo contextual.
- Reorganización de la memoria a través de sustratos neuronales extrahipocampales.

## Intervención: cómo rehabilitar

**La estrategia terapéutica debe seleccionarse en base a la severidad de los déficits mostrados (puntos débiles y fuertes), el tiempo transcurrido tras la lesión, y la tipología que genera el deterioro cognitivo.** De una manera general podemos establecer las siguientes estrategias (Lubrini, Periañez & Rios-Lago, 2009):

- Re-establecimiento de pautas cognitivas y de comportamiento previamente aprendidas.
- Establecimiento de nuevas pautas de actividad cognitiva a través de estrategias de sustitución.
- Introducción de nuevas pautas de actividad a través de estrategias de sustitución.

La rehabilitación ayuda a los pacientes y a sus familias a adaptarse a la nueva condición con el fin de mejorar el nivel de funcionamiento general de las personas.

Zangwill (1947) distingue la compensación (una reorganización del comportamiento dirigido a la minimización de una discapacidad específica) de la sustitución (la consecución en una tarea a través de nuevos métodos de resolución, diferentes de los aprendidos originalmente por un cerebro intacto para esa tarea).

La evolución de la recuperación funcional que sigue a una lesión cerebral (de ser posible) puede estar adscrito a cinco principios básicos (Edelman & Gally, 2001):

1. **La desaparición espontánea** de los efectos agudos de esa lesión específica
2. **La reversión de la diáquisis**, esto es, la reversión de la depresión temporal en la actividad de las partes preservadas de un cerebro que se produce debido a la desconexión con las partes lesionadas,
3. **El principio de función vicaria** (asunción de funciones a gran escala –redes específicas y distantes–)
4. **El principio de redundancia** (asunción de funciones por redes del mismo sistema de procesamiento que siguen intactas)
5. **El principio de degeneración** (asunción por parte de diversos sistemas de una función perdida)

**La esencia de la terapia es una práctica progresiva de sub-tareas y metas intencionadas completas (funcionales) usando claves físicas y cognitivas, con un feedback sobre los resultados y la ejecución** (Dobkin, 2005). Sin embargo, debemos tener en cuenta la/s estrategia/s implicada/s en terapia ya que el potencial de recuperación funcional de un sistema neuronal dañado puede suprimirse si se realiza un mal planteamiento (Belucchi, 2011).

En NeuronUP creemos además que la rehabilitación neuropsicológica debe estar guiada por los siguientes principios:

- Estar basada en modelos teóricos fuertes, y en la evidencia científica.
- Tener una perspectiva multidisciplinar.
- Ser estructurada, con un orden de prioridades, y estratégica.
- Permitir el ajuste del tiempo y la intensidad de los tratamientos de acuerdo a las características y evolución de los pacientes.
- Considerar la autonomía y la calidad de vida como los principales objetivos.
- Estar focalizada en los puntos fuertes, con el objetivo de mejorar los puntos débiles.
- Comprender las esferas cognitiva, comportamental, emocional, social y laboral.
- Enfatizar la motivación, identificando los reforzadores significativos para el paciente.
- Incluir tareas que ayuden a la generalización.
- Usar las herramientas para la rehabilitación como un método, y no como una finalidad.



Problemas en la rehabilitación cognitiva. Aplicación de NeuronUP



# FUNCIONES COGNITIVAS





# Orientación

La orientación es una función cognitiva cuyo objetivo es ubicar al propio sujeto en un parámetro específico de su entorno. Debido a ello requiere, además de a las funciones de atención y memoria (episódica y semántica) y la memoria de trabajo, información relativa a la ubicación espacial.

La orientación se define como la **conciencia de uno mismo en relación a las características que le rodean: espacio, tiempo e historia personal**.

Requiere la integración de la atención, la percepción y la memoria (Lezak, 2004). Un déficit en la percepción o en la memoria puede dar lugar a leves déficits en la orientación, mientras que una alteración en los subsistemas de atención da lugar a un deterioro grave de la orientación en todos los niveles. La dependencia de otros sistemas hace que la orientación sea especialmente vulnerable (su presencia no descarta, sin embargo, la afección cognitiva ya que también está influenciada por la rutina).

Existen tres tipos de orientación:

**Orientación temporal:** Son procesos de actualización cuyo output informa sobre cuestiones relativas al día, hora, mes, año, momento de realizar conductas, festividades, estaciones, etc. Depende en gran parte de la atención sostenida y la memoria semántica, mientras que la atención selectiva captaría los cambios en el entorno que determinan un **proceso ordenado** de tiempo (cuándo se está realizando una acción –cenar, levantarse-, qué significa -temporalmente- que esté nevando...). La orientación temporal difiere de la **estimación temporal**, ya que este proceso meta-cognitivo implica:

- O bien una estimación del tiempo que ha transcurrido (vigilancia, toma de decisiones, percepción),
- O bien una estimación de la cantidad de tiempo que puede ocuparnos una actividad (y que dependen de la planificación y memoria prospectiva).

Actualizar procesos requiere la recuperación de información almacenada reciente y antigua sobre lugar, hora e identidad

**Orientación espacial:** Son procesos de actualización en los que el sujeto es capaz de ubicarse en una continuidad espacial (de dónde viene, dónde se encuentra en un momento específico, a dónde va). La orientación espacial depende en primer lugar de la orientación visual atencional, la atención sostenida, la atención selectiva, y la memoria.

**Orientación personal:** La orientación personal es el proceso más complejo de los tres, ya que suele requerir información multiformato que implica a la identidad personal y un mecanismo de control que verifica la ve-

racidad de la información (de fallar, sucederían confabulaciones). Algunos autores se han referido a este tipo de orientación como conciencia auto-noética (Tulving, 2002). La conciencia auto-noética implica la actualización de contenidos de la memoria episódica autobiográfica, puestos en relación al momento actual y con sentido de continuidad del yo. Para acceder a este tipo de información en primer lugar se necesitarían unas claves de codificación, y luego la memoria de trabajo actualizaría ese contenido poniéndolo en relación con el tiempo y con el momento actual, dando lugar a la sensación de continuidad del yo.

## Dependencia de los sistemas funcionales

Orientarse implica recordar. Por lo tanto es un sistema cuyas trazas se distribuyen corticalmente a lo largo de todo el sistema nervioso central, pero con una especial relevancia en cuanto al hipocampo. El peso de algunas estructuras del hipocampo difiere, dependiendo del tipo de orientación al que hagamos referencia, pero es una función particularmente anclada a esta estructura. De hecho, las actividades de orientación suelen utilizarse principalmente en personas con demencias asociadas a esta estructura. Esto se debe a varias razones.

**La orientación es la función más vulnerable en los síndromes de desconexión, ya que se basa en las extensas redes del cerebro**

En primer lugar, el tipo de información que es requerida suele cambiar bastante (especialmente la temporal) y depende de trazas de memoria muy recientes. Si el hipocampo no ha podido formar algoritmos que vinculan información mnésica con trazas corticales debido a una lesión, esas trazas neuronales desaparecen. En segundo lugar, la actualización de contenidos depende en gran medida de la memoria de trabajo. Si bien es cierto que la memoria de trabajo es un proceso ejecutivo que está ampliamente distribuido en el sistema nervioso central (aunque con predominio funcional de la corteza prefrontal dorso-lateral), en las demencias suele haber una afección general de los tractos de materia blanca que afectan a la integridad de la red de trabajo (opuesta a la red en reposo). Esta afección produce una desconexión entre los sistemas encargados de recabar y actualizar información (corteza prefrontal, fascículos longitudinales), las trazas de memoria (materia gris), y los mecanismos que generan algoritmos para facilitar el acceso a esas trazas (hipocampo).

Esta desconexión es progresiva, y el deterioro en la orientación se produce en paralelo a ella. Así, los datos más recientes y cambiantes (día, hora, lugar nuevo, nacimientos recientes en la familia, nombres de personas conocidas recientemente, edad...) son los primeros en perderse, mientras que otros son más resistentes al deterioro porque las claves neuronales ya existen.

## Modelos usados para elaborar materiales

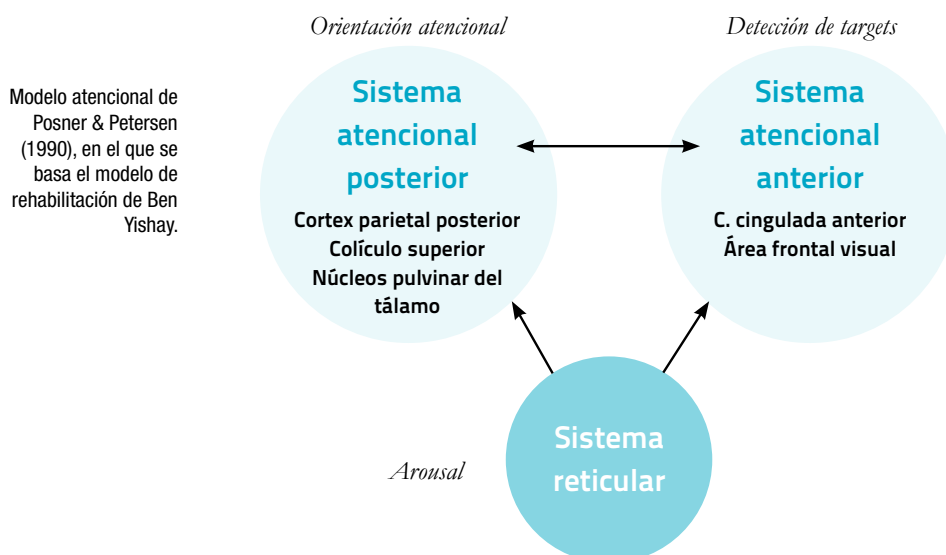
Para la elaboración de los ejercicios de orientación nos basamos principalmente en dos modelos: la Terapia Orientada a la Realidad y Reminiscencia –flexible y apoyada en ayudas externas-, y el Modelo de Rehabilitación a la Orientación de Ben Yishay (Ben Yishay et al., 1987) basado en el modelo atencional de Posner y Petersen (1990).

La rehabilitación de la orientación requiere aumentar el estado de alerta, la enseñanza de estrategias de codificación y la recuperación de ayudas externas

La Terapia de Orientación a la Realidad y Reminiscencia tiene como finalidad la re-orientación témporo-espacial y fortalecer los cimientos de la identidad personal del paciente, a través de la presentación repetitiva de informaciones de orientación y de la utilización de diversas ayudas externas (Arroyo-Anlló, Poveda Díaz-Marta y Chamorro Sánchez, 2012). Estos materiales se elaboran basándose en dos factores: uno individual, con actividades que se entrenan con el paciente diariamente y otro con actividades que pueden ser llevadas a cabo en grupo mediante marcadores interactivos. Específicamente, las intervenciones con reminiscencia trabajan grupos de edad similares y fomentan el relato compartido de realidades autobiográficas que promueven la colaboración grupal para construir significados de la biografía (personal y compartida) de las personas en el grupo. Para hacerlo, es necesario integrar contenidos como fotos, videos, canciones, palabras. NeuronUP pretende proveer interfaces para compartir estos contenidos en un entorno amigable, y fácil de manejar tanto por los terapeutas como por los pacientes.

El Modelo de Rehabilitación a la Orientación de Ben Yishay tiene un carácter atencional más marcado y una estructura teórica mayor que concuerda con las premisas generales que manejamos en NeuronUP, especialmente con la idea de jerarquía funcional. En esta jerarquía funcional, las actividades diseñadas para la orientación surgen del primer nivel jerárquico de los módulos de Ben Yishay, centrado en aumentar el nivel de alerta.

Además, algunos conceptos desde el Modelo Montessori de intervención se han seguido para elaborar las actividades de esta área. Ello es debido a que los ejercicios de orientación se formulan principalmente (aunque no exclusivamente) para la intervención en demencias.





# Atención

La atención es una función cognitiva compleja que implica varios subsistemas y que ha intentado ser explicada mediante diferentes maneras. De acuerdo a la definición de Posner (1995) la atención es “la selección de información para el procesamiento y la acción conscientes, así como el mantenimiento del estado de alerta requerido para el procesamiento atento” (Posner y Bourke, 1999). La atención es una función de capacidad limitada que permite distribuir la actividad cognitiva del organismo en base a esquemas de situación (ORIENTACIÓN), y en términos de **prioridad informativa**. Tiene dos funciones principales: mantener el estado de **alerta y seleccionar** la información relevante, a la que se van a dedicar los recursos (MONITORIZACIÓN Y CONTROL). Las características de la atención son las siguientes (Posner, 1995):

- A. La atención **no procesa información**; se limita a hacer posible o a inhibir ese procesamiento. La atención puede diferenciarse anatómicamente de los sistemas de procesamiento de la información.
- B. La atención se sustenta en **redes anatómicas**, no pertenece a una zona específica del cerebro ni es un producto global del mismo.
- C. Las áreas cerebrales implicadas en la atención no tienen la misma función, sino que funciones diferentes están sustentadas por áreas diferentes. **No se trata de una función unitaria**.

## ¿Qué redes atencionales soportan la atención?

Existen **tres redes anatómicas atencionales** contrastadas, que funcionan a modo de “redes de mundo pequeño” conectadas a gran escala.

- **Sistema reticular ascendente** (Posner, 1995): Encargado de tareas de tonicidad, regulación de los estados de vigilia y del estado autonómico para el funcionamiento. Sus núcleos principales se encuentran en el tronco cerebral, aunque sus redes se extienden por las vías ascendentes a lo largo de todo el cerebro. Su neurotransmisor principal es la norepinefrina (NE). las principales entradas de NE del locus coeruleus son el área parietal, el núcleo pulvinar del tálamo y los colículos, es decir, las áreas que forman la red atencional posterior.
- **Red cíngulo-opercular** (Dosenbach et al., 2008): está formada por la corteza prefrontal anterior, la ínsula anterior, la CCA dorsal y el tálamo. Su función principal es la de **mantener estable el set cognitivo** durante la realización de una actividad.
- **Red fronto-parietal** (Dosenbach et al., 2008): Formada por la corteza prefrontal dorsolateral, el lóbulo parietal inferior, la corteza frontal dorsal, el surco intraparietal, el precuneus, y la corteza cingulada medial. Su función principal es la de **iniciar y ajustar el control cognitivo**, respon-

## Las funciones del cerebelo, como un concentrador entre redes del cíngulo opercular y frontoparietal, actúa como un mecanismo de detección de errores

diendo de manera diferencial según el feedback que recibe de nuestras conductas.

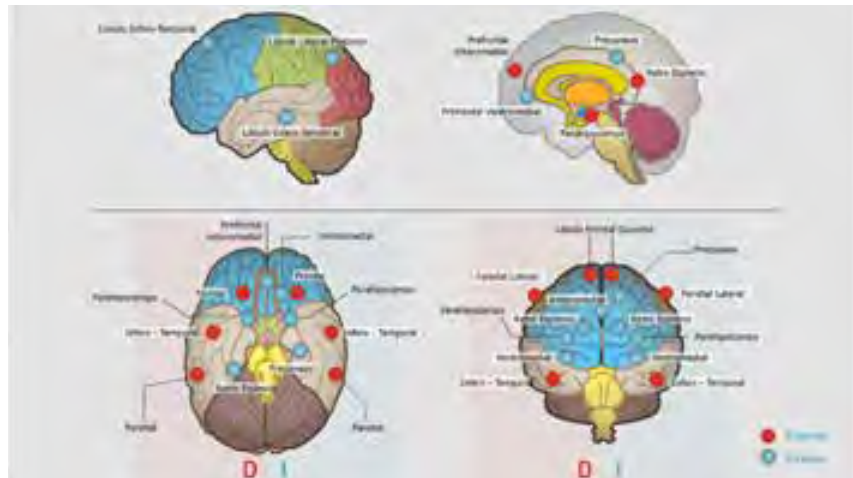
La unión de las redes fronto-parietal y cíngulo-opercular se produce a través del **cerebelo**, que funciona a modo de “**estación de paso**” entre al tálamo (cíngulo-opercular) y el precuneus, la corteza parietal inferior y la corteza prefrontal dorsolateral (fronto-parietal), actuando como un mecanismo de análisis de error y conectando con áreas que detectan (Corteza cingulada anterior) y adoptan estrategias (red fronto-parietal) ante el error percibido. cíngulo anterior) y adoptan estrategias (red fronto-parietal) ante el error percibido.

Estas redes anatómicas se integran en dos modos o estados diferentes (Corbetta et al., 2008), una **doble red de**

### **ejecución atencional:**

- Una ventral, encargada de **detectar la saliencia** de estímulos ambientales,
- Y una dorsal que es la que se encuentra activada en **tareas de atención focalizada** con una duración prolongada, y que también actúa guiada por la red ventral.

Ambas redes no se relacionan de manera directa.



Red por defecto

## ¿Qué procesos cognitivos conforman la atención?

Hemos establecido un modelo jerárquico similar al de Ben Yishay, pero centrado en conceptos funcionales. Cada uno de los procesos conlleva una complejidad diferente, porque las tareas (actividades) que son creadas en NeuronUP parten de niveles sencillos en los que se pone en juego la actividad en su forma más aislada, mientras que en niveles complejos de esas mismas actividades los procesos neurocognitivos se combinan en función del control interno (demanda) atencional que el sujeto debe mantener. Hemos diferenciado las siguientes funciones:

## Los procesos neurocognitivos se combinan en función del control de la atención interna (la demanda) que el sujeto debe mantener

- **Velocidad perceptiva:** Hace referencia a la velocidad de procesamiento. Aunque originariamente esta variable se incluía en habilidades visuoespaciales, la factorialización llevada a cabo por Miyake et al. (2000) demuestra que la demanda ejecutiva es muy baja en comparación con otros procesos visuoespaciales que requieren memoria de trabajo.
- **Atención sostenida:** es la capacidad del sujeto para mantener un foco atencional continuado.
- **Atención selectiva:** es la capacidad para discriminar y centrarse en el foco atencional respecto a otros estímulos ambientales.
  - **Atención alternante:** es la capacidad para alternar dos -o más- sets cognitivos, lo que requiere a su vez una capacidad para poder mantenerlos en el bucle fonológico.
  - **Heminegligencia:** Incapacidad de alternar, orientar y/o dirigir el foco atencional desde un hemisferio sensorial –visual, auditivo, corporal, etc.- al contrario (normalmente el hemisferio afectado es el izquierdo). Consideramos que, aunque la heminegligencia puede ser considerada como un problema de la orientación espacial (Lezak, 2004), existe también literatura que la considera un trastorno atencional para su abordaje terapéutico (Sohlberg y Mateer, 1987, entre otros). Diferenciamos este trastorno de aquellos problemas en la orientación de hemisferios somáticos que implican una falta de reconocimiento del esquema corporal.

## Modelos usados para elaborar materiales

Hay varios modelos principales en los que nos basamos para rehabilitar la atención. Antes de exponerlos, es necesario tener en cuenta que los procesos atencionales no están desligados de otras funciones como la memoria, las funciones ejecutivas o la cognición social, y que suponen su base anatómica y funcional:

- **Modelo de Atención para la orientación de Ben Yishay (1987):** ejercicios de tiempo de reacción; control atencional y conciencia sobre los procesos de atención; mantenimiento interno de los procesos de atención; procesos de control atencional y alternancia.
- **Modelos de la rehabilitación de la atención de Sohlberg y Mateer (1987):** Utilizamos el concepto de tareas ordenadas jerárquicamente por niveles de dificultad, que finalmente incluyen componentes complejos de control atencional y memoria de trabajo. Las autoras conceptualizan la rehabilitación de la atención a partir de los subprocesos específicos que la conforman.



- **Entrenamiento en habilidades atencionales específicas.**
- **Manejo de la presión del tiempo** (Fassoti, Kovacs, Eling y Brouwer, 2000)
- **Estrategias metacognitivas** (Ehlhardt, Sohlberg y Glang y Albin; 2005)



## Agnosias

Son fallos en el reconocimiento, no atribuibles a déficits sensoriales, deterioro psiquiátrico, problemas atencionales, afasia o poca familiaridad con el estímulo presentado (Frendiks, 1969). Las agnosias son sensorialmente específicas: el acceso al reconocimiento puede darse a través de una vía sensorial diferente.

Existe en la neuropsicología un problema en la conceptualización de los desórdenes perceptivos que podría clasificarse como histórico. Desde la formulación del concepto, no se ha aclarado si el problema gnóstico se debe a una alteración en el almacén de memoria, a una alteración perceptiva o incluso a un problema atencional.

En este apartado nos centraremos principalmente en las agnosias visuales por considerarlas las más discapacitantes, debido a que somos seres que procesan el mundo externo principalmente a través de la visión.



## Agnosias visuales

Los problemas con la formulación de una teoría del reconocimiento visual no han cesado, pese al intento de varios autores de formular aproximaciones al fenómeno. Esta dicotomía proviene de dos corrientes: una basada en un análisis computacional de la percepción visual y otra corriente que busca, desde los datos neuropsicológicos corroboran una teoría de la percepción visual.

Así, el modelo representacional de **Marr y Nishihara** (1978; 1982) propone una solución computacional que ha recibido apoyo empírico, pero no el suficiente como para estar completamente contrastado. El modelo de Biederman con los geones posee mayor apoyo psicofísico que el de Marr y Nishihara, pero la teoría no es clara respecto a la cantidad de geones primarios existentes, y esto la hace menos abordable. Durante la era de las teorías computacionales de la visión, se hace referencia al análisis de alto nivel, pero no a los niveles primarios de procesamiento visual.

En NeuronUP aceptamos como válida (por el contraste empírico que ha recibido) una evolución del modelo de Marr y Nishihara, concretamente el modelo de **Humphreys y Riddoch** de procesamiento visual. Además, consideramos que existe evidencia empírica para tener en cuenta modelos alternativos como el de Farah, o el de Warrington y Taylor.

Warrington y Taylor proponen un modelo que se solapa en cierto modo con las agnosias aperceptivas y asociativas propuestas por Lissauer. Durante la primera fase de la percepción se produce un análisis visual y se realiza de igual manera en ambos hemisferios. La siguiente fase se denomina categorización perceptiva y representa a aquellos procesos que posibilitan la constancia del objeto estableciendo que dos perspectivas distintas de un objeto son, en realidad, representaciones de la misma cosa. Tras la categorización perceptiva viene la categorización semántica, que incluye la atribución de significado a lo percibido.

Para Farah, existen dos sistemas de reconocimiento independientes: uno basado en un sistema de reconocimiento por partes – que analiza las partes del objeto en base a representaciones almacenadas de dichas características-

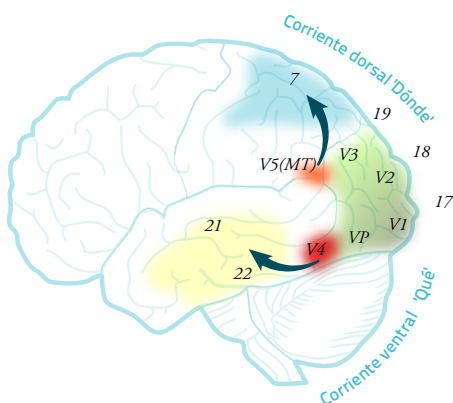
– y otro basado en el análisis holístico – que analiza el ajuste entre las representaciones holísticas almacenadas y el input-. Esto es compatible con los modelos de representación estructural –sistema de análisis de partes- y con los modelos basados en el punto de vista –sistema holístico-. Ella usa estos dos sistemas para explicar la evidencia de tres alteraciones en el reconocimiento, que se explican en base a la disfunción de estos dos sistemas:

- Prosopagnosia, que se corresponde con una disfunción en el sistema de análisis holístico
- Alexia, que se corresponde con una disfunción del sistema de reconocimiento basado en partes
- Agnosia de los objetos, que se explicaría en base a un deterioro parcial de uno o ambos sistemas, y que viene definido por el grado en que un objeto es reconocido de manera holística o por partes.

Por lo tanto, propone un continuo en el que los extremos son los sistemas de análisis que explican síndromes puros, siendo el espacio entre ambos extremos una gradación de la alteración funcional que explica los déficits gnósticos presentes.

Según Kolb y Wishaw, existen diversas teorías que establecen relaciones entre redes neurales y determinados aspectos de la conducta espacial. Así, la ruta dorsal mediaría la “visión para la acción”, dirigiendo de manera inconsciente las acciones en el espacio en relación con la distribución de los objetos y nosotros mismos en éste (sustentando, de esta manera, la conducta espacial egocéntrica). Por otra parte, la ruta ventral mediaría la “visión para el reconocimiento”, dirigiendo las acciones, esta vez conscientemente, en función de la identidad de los objetos (sustentando la conducta espacial allocéntrica).

El modelo de Humphreys y Riddoch (2001) es un desarrollo del de Marr y Nishihara, complementándolo con una serie de pasos intermedios e incluyendo la integración entre los procesamientos perceptivos top-down y bottom-up. En la primera etapa tiene lugar un procesamiento de los rasgos básicos de los estímulos (color, forma, profundidad, movimiento) generando un esbozo primario (a través de los sistemas de representación perceptual).



Schachter, 1994). En la segunda etapa se esbozaría un contorno general del objeto, para posteriormente representar un esbozo primario en 3D para percibirlo de modo estable (aunque también se puede reconocer por estímulos salientes en perspectivas inusuales). Una vez que se han integrado las características del objeto, buscamos en las trazas de memoria dos tipos de información: una referida a la forma del objeto y otra referida a sus propiedades semánticas.

Un caso especial de procesamiento visual es el de las caras, para lo cual el lector podrá remitirse a Ellis y Young (2000).

## Tipos de agnosias

### Aperceptivas

- **Características**

- No acceso a la estructuración perceptiva de las sensaciones visuales.
- Ni dibujo ni emparejamiento.
- Conciencia del déficit.
- Búsqueda de detalles en el objeto, que pueden llevar al reconocimiento pero suelen ser fuentes de error constante.
- En formas no masivas: errores de identificación de imágenes superpuestas.
- Localización: heterogénea, unilateral o bilateral posterior, puede ser una lesión extendida y difusa –abarcando bilateralmente la zona posterior parieto-temporo-occipital, aunque a veces son focales, afectando a las circunvoluciones temporoccipitales inferiores, a la lingual y a la fusiforme.

- **Tipos**

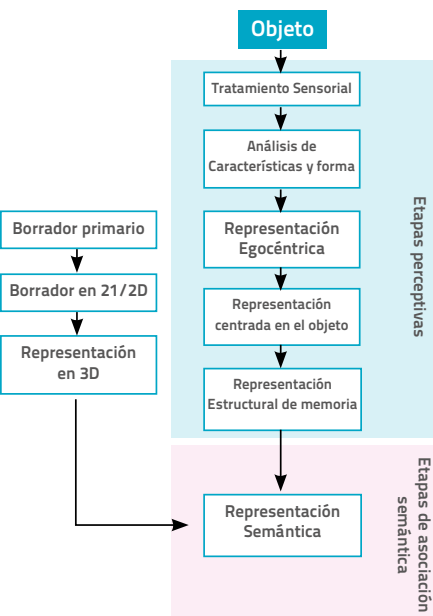
La nomenclatura aperceptiva para todos los déficits contemplados no es exhaustiva. Muchos pacientes muestran déficits específicos y pueden realizar algunas tareas perceptivas, mientras que otras no (p. ej. Se pueden discriminar las formas y no ser capaz de realizar la discriminación Figura-fondo). Distinguir discriminación de la forma, discriminación del brillo, color, y forma.

- **Agnosia de las formas**

- **Agnosia de transformación:** Déficit de categorización perceptiva: incapacidad de reconocer objetos en perspectivas no canónicas. Test de perspectivas visuales.

- **Agnosia de integración:** Incapacidad de reconocer la relación global entre los detalles de un todo. Tareas de decisión de objetos con dibujos y siluetas.

Modelo de Humphreys y Riddoch(2001)

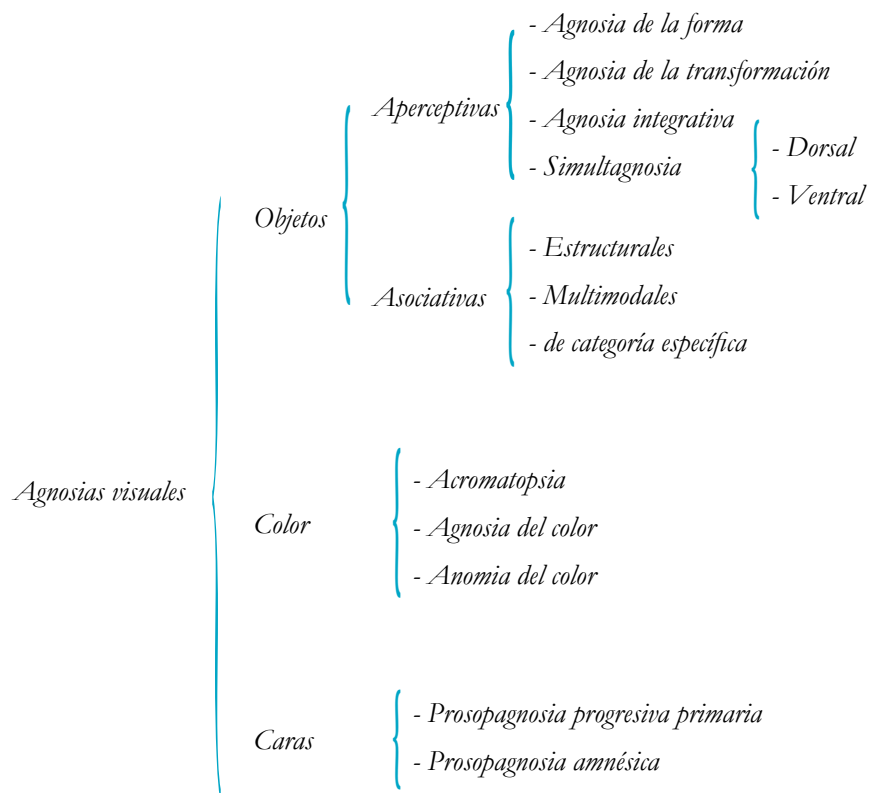


- **Simultagnosia:** Incapacidad de reconocer imágenes complejas mientras que los detalles, los fragmentos o los objetos aislados pueden percibirse, sin que pueda realizarse una síntesis coherente; los sujetos no pueden ver más que un solo objeto a la vez.
  - o Dorsal: lesión parieto-occipital bilateral, relacionada con trastornos oculomotores
  - o Ventral: lesión temporo-occipital izquierda, asociada a problemas perceptivos.

## Asociativas

- **Características**

- Déficit en el reconocimiento a pesar de que la habilidad perceptiva es normal. Para diferenciarla debemos comprobar si el sujeto conserva la descripción de un objeto y si es capaz de copiarlo.
- No emparejan objetos por categorías o funcionalmente, y presentan errores morfológicos, funcionales y perseverativos.
- Intentar presentar el estímulo mediante otra vía sensorial.
- Las lesiones afectan a la región posterior del hemisferio izquierdo, normalmente.



- **Estructurales:** Fallos en la representación estructural de los objetos. Acceso táctil preservado. Copia de dibujos posible. Los objetos reales se reconocen mejor que las imágenes. Lesión bilateral de las circunvoluciones lingual y fusiforme.
- **Polimodales:** Fallos en el reconocimiento de los objetos y sus funciones. Errores perseverativos en la nominación y semánticos. No hay imitación por mímica del uso de objetos por uso verbal. Los dibujos y el emparejamiento determinan el estado. Es característico que el acceso no se produzca por otras vías sensoriales. El dibujo se realiza de forma pobre, así como las descripciones de los objetos en contraposición a las palabras abstractas. Lesión en el área 39 –circunvolución angular izquierda-, o con las vías aferentes a ella, lóbulos lingual y fusiforme.
- **Agnosias categoriales:** Déficit a nivel de tratamiento semántico de las percepciones estructurales o bien al nivel de acceso a ese tratamiento. Disociamos reconocimiento de objetos de reconocimiento de acciones. El déficit contrasta con la preservación de los conocimientos verbales en la denominación de objetos a partir de su definición verbal. Puede existir déficit en la memoria semántica.

## Agnosias de los colores y acromatopsia

Incapacidad de denominar colores que se le muestran o bien seleccionar un color que el examinador nombre.

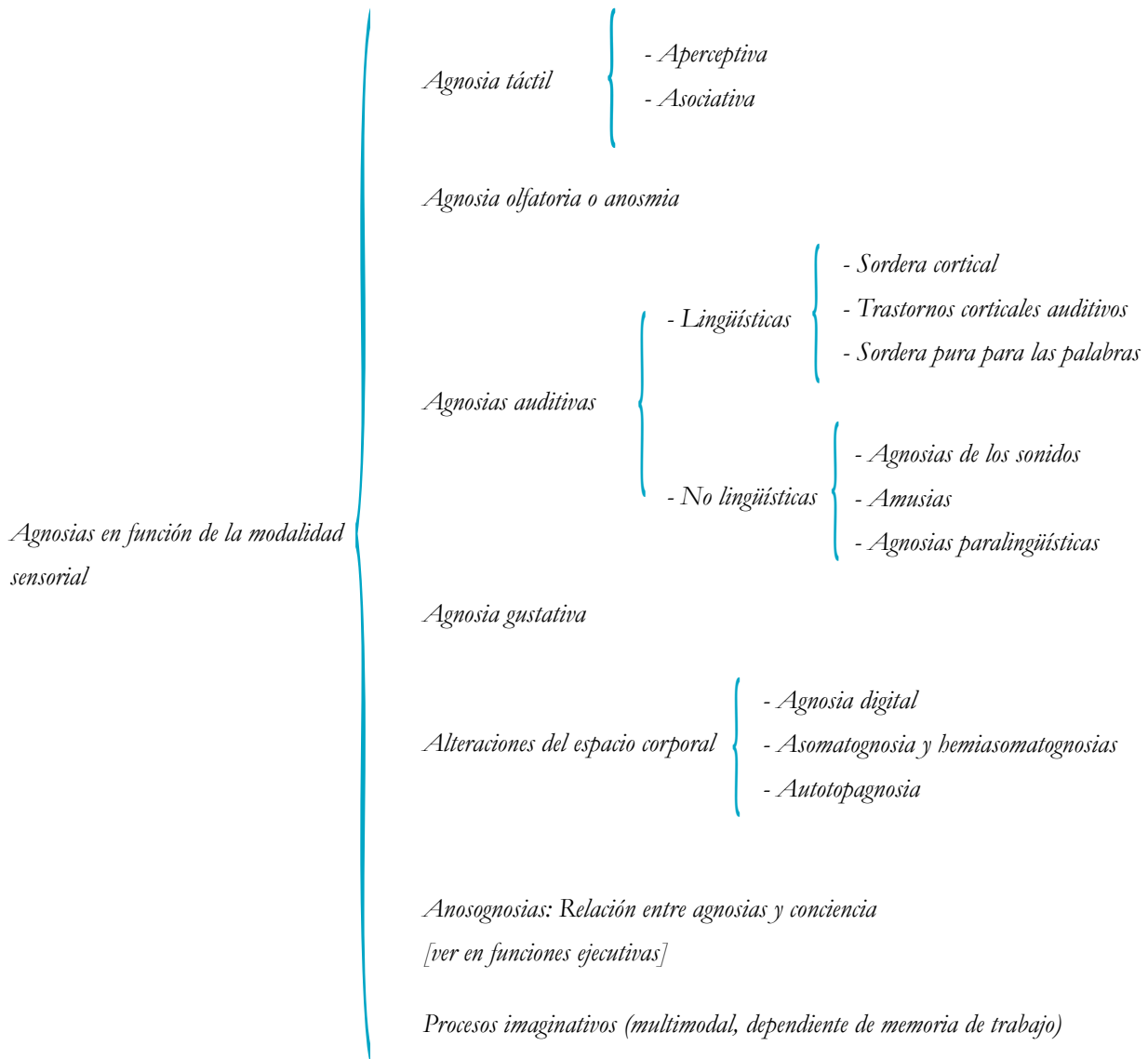
- Acromatopsia: incapacidad de percibir los colores en una parte o en la totalidad del espacio visual. Lesión uni o bilateral que afecta a la corteza Ventromedial inferior, estructuras giro lingual y fusiforme, especializadas en la codificación del color.
- Agnosia de los colores: Fallo al emparejar los colores con los objetos.
- Anomia de los colores

## Prosopagnosias

Incapacidad para reconocer y/o integrar rasgos faciales en un todo reconocible o con sentido.

- Lesiones normalmente temporooccipitales bilaterales, aunque sirve una lesión unilateral derecha de la conjunción occipitotemporal en conexión con la zona parhipocámpica derecha.
- Prosopagnosia primaria progresiva
- Prosopagnosia amnésica

## Otras agnosias en función de la modalidad sensorial



## Modelos usados para elaborar materiales

No existe un modelo específico para rehabilitar las agnosias, ya que dependen de cada modalidad específica. Sin embargo, podemos hablar de técnicas específicas para la compensación de los déficits funcionales que provocan.

El objetivo de nuestras actividades es favorecer el escaneo visual y la discriminación de rasgos visuales

En este sentido, aunque es probable que los modelos de rehabilitación basados en realidad virtual y hardware puedan fomentar la rehabilitación de algunos tipos de agnosia específica (especialmente las espaciales, táctiles y procesos imaginativos), el software es aplicable a la rehabilitación de las agnosias visuales y auditivas, e incluso sirve como apoyo a intervenciones de otras modalidades.

El objetivo de nuestras actividades es favorecer el escaneo visual y la discriminación de rasgos visuales (agnosias visuales); construcción y discriminación en 3D; conseguir asociaciones entre estímulos auditivos y formas/objetos/personas específicos mediante estrategias de discriminación; diferenciar palabras de no-palabras, etc.

Para ello realizamos entrenamientos específicos en exploración visual, elaborando materiales que pueden ser analizados mediante autoinstrucciones.

Realizamos entrenamientos específicos en exploración visual, elaborando materiales que pueden ser analizados mediante autoinstrucciones

- También elaboramos materiales recortables que pueden usarse para la discriminación de formas, la estimación de los rasgos diferenciales del objeto, la estimación de la profundidad, etc.
- Juegos para la discriminación de las tonalidades del color.
- Juegos para la construcción en 3D
- Juegos para la discriminación de estímulos salientes similares.
- Juegos en los que se pueden poner estímulos reconocibles para poder discriminar elementos similares, pero de naturaleza diferente (objetos peligrosos vs. seguros).
- Elaboración de dibujos y mapas para la orientación espacial.
- Puzzles en 3D.
- Elaboración de programas para la segmentación de los hemisferios espaciales.
- Elaboración de instrucciones y pautas para el análisis de objetos.



# Apraxias

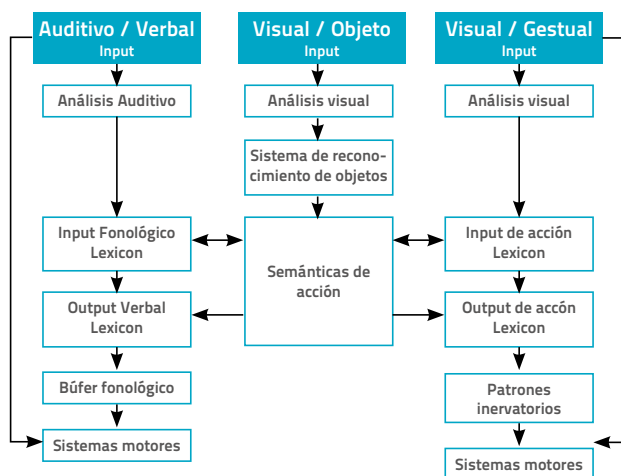
*Aclaración: No se incluyen aquellos déficits aparentemente práxicos que se deben a la ausencia o al déficit en el sistema conceptual sobre los objetos (es decir, que el sujeto no sepa que X es una herramienta). Si se incluyen otros aspectos del sistema conceptual implicado en praxias: esquemas de ejecución motora con herramientas, objetos o ejecución con partes del cuerpo, identificación de gestos y planificación motora (Secuenciación en la ejecución motora). Además se incluyen déficits en los comandos que regulan la ejecución motora en términos temporal-espaciales –sistema de producción-. No se incluyen déficits sensoriales, o debidos a bradicinesia u otras alteraciones del movimiento, ni alteraciones de la comprensión, la capacidad ejecutiva (planificación) o la inteligencia.*

La apraxia no es un trastorno debido a la pérdida del significado de los objetos, ni a una disfunción motora primaria. Se trata de un déficit heterogéneo de tipo cognitivo-motor, en el que se altera la capacidad para ejecutar movimientos intencionados, no atribuible a una incapacidad de comprensión, agnosia o dificultades motoras (temblor, ataxia, alteraciones posturales).

La apraxia está fuertemente asociada a la degeneración cortico-basal, a las lesiones del hemisferio izquierdo y a las demencias.

A pesar de su importancia en la realidad clínica, el problema de la formulación de las apraxias se agrava mucho más que el de la formulación de las agnosias, comentado anteriormente. Esto se debe a dos aspectos: por un lado, la formulación inicial del concepto (Liepmann, 1900); por otro, la distribución extensa de los principales circuitos anatómicos que sustentan esta función (ejes frontotemporal y frontoparietal –“sistemas de neuronas espejo”-, ganglios basales, cerebelo y sustancia blanca).

Modelo de Apraxia de Rothi, Ochipa & Heilman (Junqué, 2009)



## Modelos de apraxia

Un modelo ampliamente usado para la explicación de las apraxias es el de Rothi, Ochipa y Heilman (citado en Junqué, 1999) que distingue dos vías de entrada de información visuales (imitación y acción con objeto) y una verbal (petición de orden). Estas entradas de información producen lexicones de entrada de acción, mientras que la producción y realización se producen a través de un lexicón de salida. Los tipos de actos motores que se alteran en la apraxia serían:

- Movimientos transitivos: relacionados con el uso de objetos.
- Movimientos intransitivos: relacionados con la realización de gestos simbólicos, comunicación no verbal [con significado], o bien intransitivos sin significado [imitación].



## Tipos de apraxia



### Ideomotoras

Componente espacial y temporal de la ejecución motora: Programas de acción, ejecución del acto motor (espacial y temporal).



### Ideatorias

Componente conceptual de la ejecución motora: conocimiento de la función del objeto, conocimiento de la acción, y conocimiento del orden serial de los actos que llevan a esa acción.



### Bucofaciales y oculares

*Aclaración: Los trastornos del lenguaje como la apraxia del habla y la agrafia apráxica no se incluyen en este apartado, pese a que somos conscientes de que algunos autores las conceptualizan como alteraciones en la ejecución y/o conceptualización de los engramas motores de producción del habla. Este tipo de alteración se considera en Lenguaje.*

**Bucofaciales:** Capacidad de ejecutar movimientos intencionales con estructuras faciales que incluyen las mejillas, los labios, la lengua y las cejas.

**Oculares:** Se incluye apraxia del párpado y oculares. Párpado: Capacidad para ejecutar acciones con los párpados. Oculares: capacidad de realizar movimientos oculares sacádicos a la orden.



### Visoconstructivas

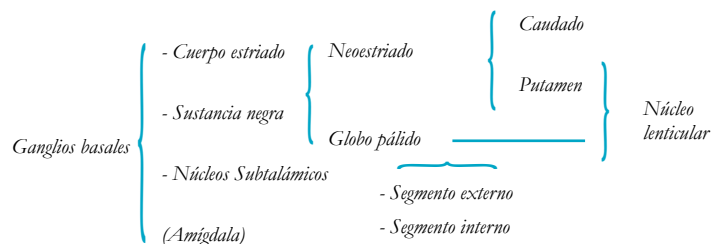
Capacidad de llevar a cabo el acto motor distribuyendo (relación todo-partes) correctamente la ejecución de los movimientos en los ejes espacial y temporal. Implica planificación referida a las estimaciones visoespaciales -sobre el objeto- que realiza el sujeto para ejecutar la conducta. La diferencia con la planificación (en Función Ejecutiva) radicaría en que mientras la praxia es un caso específico que implica al acto motor y la distribución de su ejecución la planificación implica estimaciones semánticas y temporales de actos, pero no necesariamente ejecución de engramas motores. Tampoco se incluyen aquí Habilidades Visoespaciales, que no implican ejecución motora ni la relación de las partes y el todo de un objeto ya dado –sin transformaciones- sino transformaciones mentales con objetos.

**Breves consideraciones sobre las apraxias:** Podría establecerse una clasificación alternativa de acuerdo a la realidad de la evaluación neuropsicológica (gestos transitivos, intransitivos, por imitación, a la orden, con herramientas, espontáneos, actos simples, actos seriados). También podría complementarse con los modelos de Cubelli et al. (2000) o con el modelo de Buxbaum y Coslett (2001).

## Sistemas funcionales de las praxias

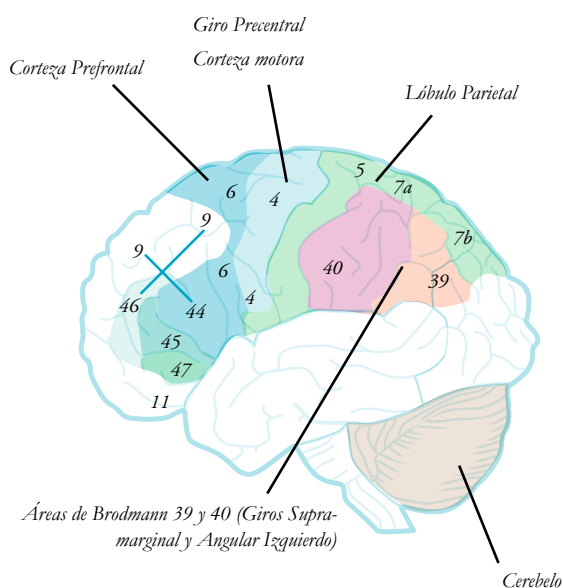
Los sistemas funcionales implicados en la praxia son variados. Podemos diferenciar hasta seis sistemas implicados en el movimiento. Cada uno de ellos tiene una especificidad funcional, pero como en el caso de la atención el movimiento es una actividad compuesta por subprocesos interrelacionados.

- **Cerebelo:** Implicado en el ajuste fino de los movimientos y su ejecución temporo-espacial. Es una estación de paso (“hub”) que contiene aprendizajes motores y corrige los movimientos, ejerciendo una monitorización de bajo nivel.



- **Ganglios basales:** Son unos nodos importantes para el procesamiento motor. Su función es regular y filtrar la información neuronal que proviene de otras áreas (tálamo) para que sea procesada en el área de procesamiento superior (córtex). Los ganglios basales tienen efectos contrarios en la conducta motora dependiendo de las vías implicadas. La vía directa implica el impulso de excitación neuronal desde el tálamo al córtex, aumentando la actividad motora. La vía indirecta decrementa el input excitatorio de las dos zonas, por tanto disminuyendo la actividad motora. Además de esto, los ganglios basales tienen un papel importante en el sistema de recompensa, tomando parte en la predicción de la inmediatez o demora de las recompensas” (Tanaka, Doya, Okada, Ueda, Okamoto & Yamawaki, 2004).

Ganglios basales (a) y áreas neocorticales que participan en el movimiento



- **Lóbulo parietal (áreas 5 y 7):** El área 5 está especialmente involucrada en la manipulación de objetos, mientras que el área 7 está implicada en cuestiones visoespaciales del movimiento.
  - **Lóbulo inferoparietal izquierdo:** Contiene engramas automatizados por medio de la experiencia; cuando se realizan computaciones sobre movimientos con la finalidad de tomar decisiones, estas áreas son un “almacén” en el que se buscan patrones de movimiento adquiridos.
  - **Áreas 39 y 40 de Brodmann (circunvolución angular y supramarginal izquierdas):** Son áreas multimodales y polimodales de integración de la información sensorial, lo que permite transformar las representaciones en movimiento.

A medida que avanzamos a un polo anterior del cerebro, las funciones son menos automatizadas e implican procesos cognitivos de alto nivel (planificación, secuenciación temporal, recuperación de esquemas de memoria, toma de decisiones, flexibilidad).

- **“Bucle” motor frontal:** Área suplementaria motora, corteza pre-motora y corteza motora primaria. Se trata de un bucle articulatorio de tipo motor, una red de alto procesamiento cognitivo que envía las órdenes motoras a los diferentes núcleos de ejecución.
- **Corteza prefrontal:** Realiza las computaciones necesarias para la toma de decisiones del movimiento, adapta estrategias motoras, monitoriza el feedback del acto motor y genera patrones de movimiento.

## Estrategias para la rehabilitación de las apraxias

El análisis de la ejecución motora en cada paciente permite establecer los procesos específicos que se encuentran alterados. Dependiendo del proceso alterado, durante la rehabilitación se hará énfasis en una u otra técnica. También es relevante establecer el tipo de conducta que se desea rehabilitar. En ocasiones el objetivo para la rehabilitación es la imitación de gestos, mientras que en otros casos son secuencias propositivas, o la rehabilitación con una herramienta determinada. En cualquier caso el objetivo (Buxbaum et al., 2008) nunca es curar la apraxia, sino compensar los déficits presentes buscando la independencia funcional, minimizando los efectos que la apraxia tiene en la vida diaria. El tratamiento de las apraxias (y de otros déficits que implican a las funciones espaciales) puede acompañarse con estimulación propioceptiva.

El objetivo de la rehabilitación compensa los déficits cognitivos buscando una funcionalidad independiente

Hay dos abordajes principales en la rehabilitación de la apraxia (Edman, Webster & Lincoln, 2000): **la generalización del entrenamiento y las aproximaciones funcionales**. La generalización del entrenamiento parte de la idea de que un paciente puede generalizar el entrenamiento en un área funcional con contenidos sencillos a otros contenidos y actividades funcionales más complejas, pero similares. La aproximación funcional busca rehabilitar o compensar el síntoma, más que la causa, y trabaja con actividades de la vida diaria concretas. Ambos modelos son adoptados en las actividades que elaboramos.

Los materiales están elaborados para ser significativos y lúdicos, graduando la secuencialidad de las acciones y la adaptación de esas secuencias motoras a contextos cambiantes.

Un aspecto específico es la rehabilitación en el espacio de las conductas. Para lo que hemos ideado un proyecto en el que el sujeto puede ver sus acciones de manera simultánea en el ordenador a través de ejes que dividen el

espacio, de tal manera que obtiene un feedback inmediato de su ejecución.

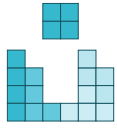
Los principios que guían la elaboración de los materiales son el **modelado, el encadenamiento, las aproximaciones sucesivas, y el aprendizaje sin error** (aunque en muchas apraxias el cerebelo está preservado y es capaz de almacenar información del aprendizaje, por lo que el error puede ser necesario para obtener feedback y entrenar los movimientos).

También hemos integrado algunas técnicas y ayudas en las actividades.

Trabajamos con la posibilidad de introducir la personalización en las instrucciones de análisis de secuencias. Otros aspectos que desarrollamos en las actividades son las pistas en la ejecución de secuencias, el uso de la imitación, y la posibilidad de integrar en la plataforma videos de imitación y repetición.

El objetivo futuro en esta función es la sistematización de multitud de conductas con la posibilidad de personalizar las aproximaciones sucesivas.

La aproximación  
funcional emplea  
actividades concretas  
de la vida diaria



# Habilidades visuoespaciales

Las habilidades visuoespaciales son las capacidades para percibir, aprehender y manipular un objeto **mentalmente**. Puesto que es una habilidad que implica orientación intrapsíquica y manipulación mental de elementos espaciales las diferenciamos de las capacidades para el reconocimiento—que se tratan en agnosias visuales—, la ubicación en el espacio —que se trata en orientación y en agnosias corporales— y del componente espacial del movimiento —que se aborda en las apraxias—.

Las habilidades visuoespaciales son un componente específico de la función visuoespacial que se circunscribe a la percepción, aprensión y manipulación de objetos mentales. Las alteraciones de las habilidades visuoconstructivas son “*disrupciones en la formulación de actividades en las que la forma espacial del producto no es satisfactoria, siempre y cuando no exista una apraxia de los movimientos simples*” (Benton, 1969). Se asocian al hemisferio no dominante para el habla, y aparecen con frecuencia acompañados de defectos en la percepción espacial. Estos déficits se encuentran entre las disfunciones más probables tras un daño en el lóbulo parietal, independientemente del hemisferio. Los desórdenes en la construcción toman formas diferentes dependiendo del hemisferio afectado. Si el hemisferio es el izquierdo, irrumpen en la programación o el orden de los movimientos necesarios para la actividad constructiva (praxias y planificación). Las lesiones en el hemisferio derecho implican la alteración de las relaciones espaciales o la manipulación mental espacial.

## Las habilidades visuoespaciales: Memoria de trabajo visuoespacial

La memoria de trabajo visuoespacial es considerada un subcomponente de la memoria de trabajo, relacionada pero no solapada con las funciones ejecutivas. La agenda visuoespacial sirve como un sistema de trabajo con un almacenamiento limitado, no específico (de una modalidad sensorial), capaz de integrar información visual y espacial en una representación unitaria (Baddeley, 2007). Los procesos visuoespaciales (menos automatizados que los verbales, compuestos por ítems menos familiares y con un proceso de verificación del resultado más complejo) demandan una mayor implicación ejecutiva y por tanto son más sensibles a la interrupción durante la realización de otras tareas que requieren una mayor carga atencional/ejecutiva.

Miyake, Friedman, Rettinger, Shah y Hegarty (2001) han propuesto un triple modelo funcional compuesto por: visualización espacial, relación espacial y percepción

Los procesos visuoespaciales exigen una mayor participación ejecutiva y son más sensibles a la interrupción durante la realización de otras tareas

visuoespacial. La **visualización espacial** comprende procesos de aprehensión, codificación y manipulación mental de formas espaciales (3D). Las **relaciones espaciales (rotación)** son transformaciones mentales que implican manipulaciones de objetos en 2 dimensiones en las que la velocidad es un factor relevante. La rotación mental implica dos procesos: en primer lugar la representación de un objeto, y en segundo lugar la transformación mental sobre esa representación, de tal forma que la figura resultante sea comparada con la original. Por último, **la velocidad perceptiva visuoespacial** es la velocidad y eficacia para realizar juicios perceptivos sin transformaciones. Los tres factores son separables, pero están correlacionados.

Estos tres procesos difieren en el grado en que demandan componentes ejecutivos (determinados factorialmente mediante concentración de oxígeno en zonas cerebrales). Las tareas de rotación espacial se encuentran en un punto intermedio de demanda ejecutiva. Las tareas de visualización espacial requieren mayor control ejecutivo. Las tareas de percepción visuoespacial tienen un perfil bajo de demanda ejecutiva. Cuanto mayor sea la demanda ejecutiva que requiere el proceso—en términos de control atencional y distribución de recursos—, mayor es la relación con el razonamiento y la inteligencia psicométrica (Conway, Kane y Engle, 2003).

Debido a lo anterior, hemos incluido el primero de los tres factores (velocidad perceptiva) en la función de la atención ya que requiere poca demanda ejecutiva, tratándose de procesos dependientes de tiempos de reacción.

La función visual espacial maneja representaciones visuales estables, las transforma y verifica las respuestas a las situaciones

## Bases anatómicas de las habilidades visuoespaciales

La imaginaria visual y la retención de elementos son cruciales para comprender las bases anatómicas de las habilidades visuoespaciales. Aunque el consenso actual es que las funciones visuoespaciales comparte los sustratos neuronales de las funciones visuales, también existe una función visuoespacial que manipula representaciones visuales estables independientes de inputs visuales (Moulton and Kosslyn, 2009), las transforma, y comprueba las respuestas a las situaciones. Y esta habilidad está fuertemente relacionada con la memoria de trabajo.

Debido por tanto a su naturaleza multifactorial, es necesario comprender que estas funciones se dan a lo largo de grandes escalas neuronales, que implican a todo el cerebro. Por depender de componentes de la memoria de trabajo, consideramos que la corteza prefrontal dorsolateral es fundamental para ejecutar este tipo de proceso. Además, el córtex parietal derecho contiene esquemas espaciales que permiten el análisis espacial de los objetos e incluso el orden espacial de las secuencias numéricas. Por último, el cerebelo ha demostrado ser un componente importante en la rotación espacial mental (Molinari, Petrosini, Misciagna y Leggio, 2003), considerando la rehabilita-

ción de estos trastornos un paso previo a la rehabilitación motora.

## Rehabilitación de las habilidades visuoespaciales

Los materiales elaborados para la rehabilitación de las habilidades visuoespaciales son jerárquicos (en términos de complejidad analítica) y se basan en técnicas que han demostrado efectividad (Cicerone et al., 2000). Como menciona Weinberg (1979), los déficits en las habilidades visuoespaciales pueden mejorar con un tratamiento en múltiples niveles de procesamiento visuoespacial, por lo que para obtener unos resultados robustos y más generalizables puede ser beneficioso utilizar tanto las actividades de habilidades académicas complejas como actividades de procesamiento visual y actividades manipulativas. Algunas de las técnicas que hemos utilizado para elaborar nuestros materiales son:

- Materiales para el entrenamiento en el escaneo y análisis visual.
- Rotaciones de objetos en 3 dimensiones.
- Ayudas para el análisis de componentes visuales.
- Entrenamiento en el análisis de las características básicas de estímulos. como la profundidad, el tamaño, la distancia entre objetos.
- Entrenamiento en orientación visuoespacial.
- Entrenamiento para la organización visuoespacial simple y compleja.
- Actividades para la conciencia somatosensorial (recomendaciones).
- Entrenamiento en técnicas de organización espacial.
- Técnicas de imaginación visual

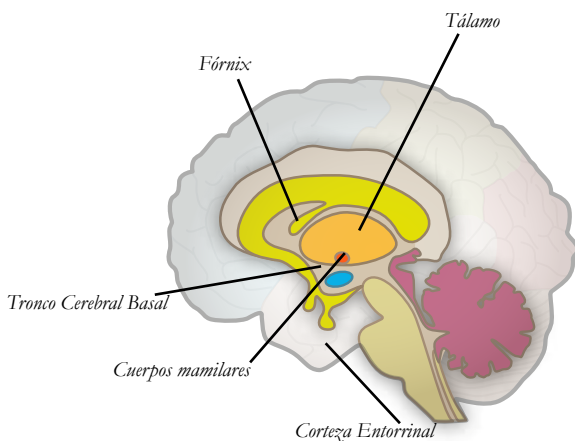
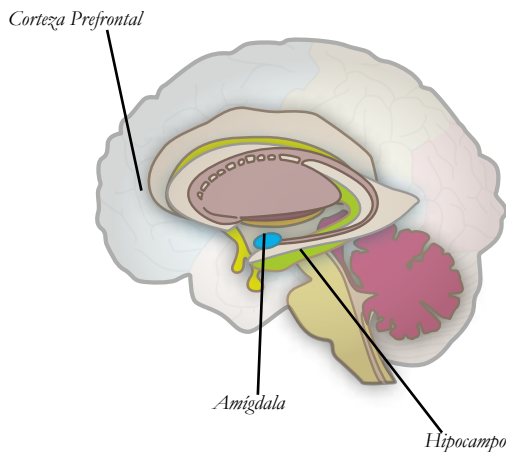
Los materiales permiten ejercitar las habilidades visuoespaciales a varios niveles, pero además contener ejercicios lúdicos con elementos abstractos, pero también significativos para el sujeto que va a realizarlos. Por ello, planteamos ejercicios que integren también visuoconstrucción con materiales con volumen (3D) para formar elementos reales, y claves espaciales para la lectura, entre otros.

Como puede pasar con las praxias, muchos de estos materiales sirven para adquirir estrategias con las que compensar los déficits más que para curar los problemas, y pretenden enseñar estrategias generalizables para la vida cotidiana. La práctica de las habilidades visuoespaciales en personas con heminegligencia, acompañadas de entrenamiento en escaneo visual, es una práctica reconocida como efectiva y que permite generalizar los resultados a varias áreas de la vida (académica, laboral, lectura, actividades de la vida diaria, etc.) (Gordon, Hibbard, Egelko, Diller, Shaver & Lieberman, 1985), siendo la práctica intensiva por niveles la mejor estrategia posible.



# Memoria

La memoria es la capacidad para recuperar información previamente aprendida (codificada y almacenada) de manera efectiva. Según Wilson (2009), ésta puede ser conceptualizada en diferentes términos: en términos de tiempo; como memoria dependiente del tipo de información; como memorias de modalidad específica; como estadios de recuerdo, recuperación o reconocimiento; como memoria implícita o explícita; o como memoria retrógrada o anterógrada. A continuación exponemos brevemente el modelo de Larry Squire, aunque a su vez nos gustaría hacer énfasis en los modelos sobre procesos de memoria. Si bien estos procesos no están integrados en el marco conceptual de la plataforma, sí han sido tenidos en cuenta en la elaboración de materiales.



## Sistemas

Squire (1987) propone una representación esquemática en la que desglosa los sistemas de memoria en base a la propiedad de que sus contenidos puedan verbalizarse o declararse, frente a un conocimiento de tipo procedimental sin necesidad de recuerdo consciente.

La memoria declarativa se puede diferenciar entre hechos (M. semántica) y eventos (M. Episódica). A estos sistemas se les puede añadir dos: un sistema de memoria a corto plazo, dos tipos de memorias breves sensoriales y conceptuales relativamente automáticas, y un sistema de representación perceptual (módulos de dominio específico que operan en la información perceptual en la forma y estructura de las palabras y los objetos).

Las propiedades de cada uno de los sistemas son:

- **Memoria declarativa:** Recolección consciente de eventos y hechos. Compara y contrasta información, codifica recuerdos en términos de relación entre múltiples ítems y eventos. Se compone de representaciones flexibles y de representaciones autobiográficas y del mundo. Se clasifica en términos de verdadera o falsa. Es proposicional y cumple el principio de exclusividad (qué es propio del ítem o evento).
- **Memoria procedimental:** No es ni verdadera ni falsa (no posee esa cualidad). Es de tipo disposicional. No recolecta eventos sino que actúa y procesa comportamientos. Es modificable con sistemas específicos de actuación y se activa por la reactivación de los sistemas.

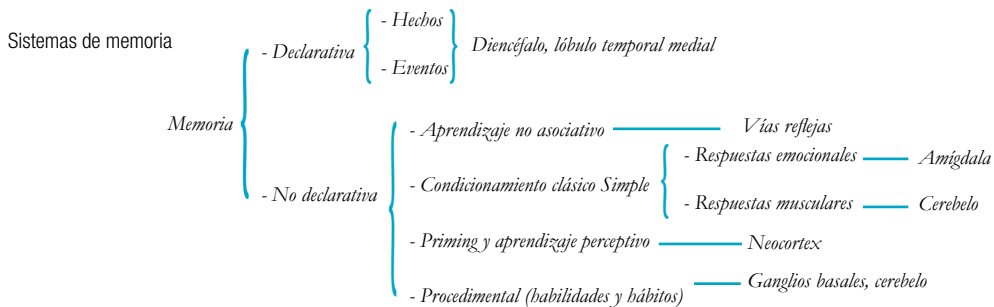


## Los modelos centrados en los procesos de memoria complementan los modelos de sistemas

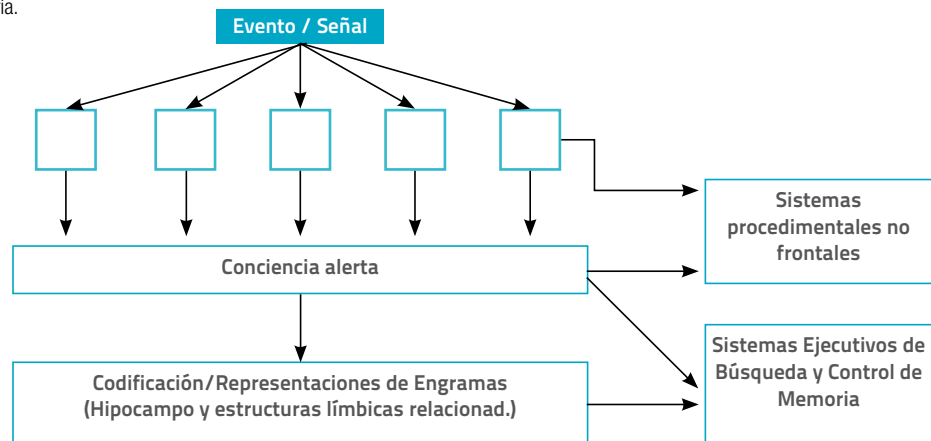
Ambas sirven a propósitos diferentes y son funcionalmente incompatibles aunque estén relacionadas, lo que satisface los criterios expresados por Tulving para que los sistemas de memoria sean considerados como tales. Trabajan en paralelo para apoyar la conducta: si una forma de conocimiento se ve dañada, la otra puede surgir para mantener el aprendizaje necesario en otro formato.

- El lector puede consultar la obra de Moscovitch (1994), quien propone un modelo en el que hay tres componentes modulares de memoria y un sistema central frontal. Cada uno de los sistemas mediaría procesos que dominan la ejecución en diferentes tipos de tarea de memoria (ver gráfico).

De acuerdo a la Teoría de Zonas de Convergencia de Damasio (1989), la corteza cerebral sensorial posterior e intermedia contiene trazas fragmentarias de memoria que contienen componentes característicos -de eventos, objetos, etc.- y que pueden ser reactivadas mediante anclajes combinatorios apropiados. Los patrones de actividad neuronal que corresponden a propiedades físicas distintivas de una entidad se graban en las mismas conexiones cerebrales que se activan durante su percepción. Sin embargo, los códigos que permiten anclar y describir las coincidencias espaciales y temporales se almacenan en trazas neuronales separadas llamadas zonas de convergencia. Las zonas de convergencia elicitan y sincronizan los patrones de actividad neuronal correspondientes a las representaciones fragmentadas (pero organizadas) en el cerebro, dependiendo de la asociación de la información. Esta asociación viene dada por la experiencia y se realiza en base a la similaridad, el emplazamiento espacial, la secuencia temporal, la coincidencia temporal-espacial, u otros parámetros.



Sistemas de Memoria (II) de acuerdo a tareas, una interpretación de la distribución de memoria.



## Procesos

Los procesos de memoria son procesos neuropsicológicos ejecutados con el fin de aprender/codificar, almacenar o recuperar información y lo hacen por, desde o para los sistemas de memoria. Se dividen en:

- **Procesos de adquisición y almacenamiento** implícito, asociativo, procedimental, elaboración, y procesos constructivos.
- **Procesos de recuperación:** activación y fluidez, familiaridad, búsqueda asociativa, recuperación constructiva e inferencial.
- **Procesos de olvido:** Decaimiento, interferencia, inhibición, distorsiones.
- **Procesos de consolidación y reconsolidación.**

## Sistemas funcionales de la memoria

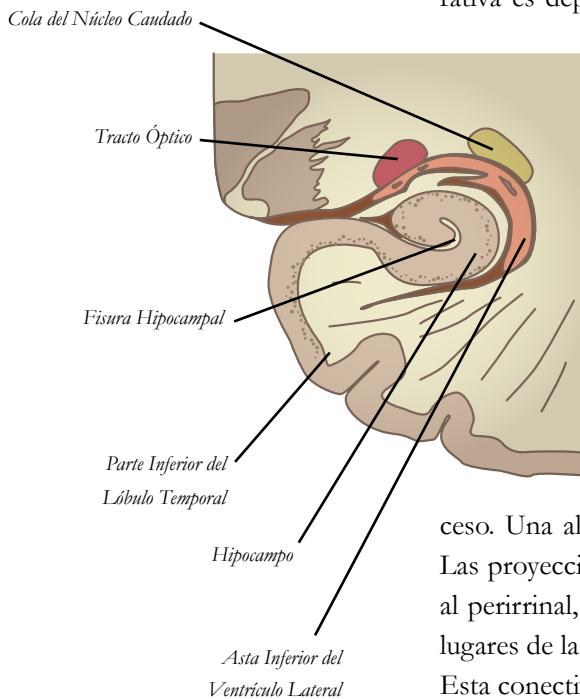
La concepción que tenemos se acerca a la propuesta de Damasio en su teoría de las trazas de memoria y zonas de convergencia es similar.

Las estructuras del lóbulo temporal son necesarias para archivar información declarativa, y durante un tiempo para evocarla. Sin embargo, la información declarativa consolidada acaba siendo independiente del hipocampo, repartiéndose a lo largo de toda corteza cerebral, dependiendo de cada característica de la información que se codifica. Cuando recordamos, hacemos participar a diversas áreas. En un primer lugar el hipocampo es el encargado de implementar un algoritmo, que es un código de almacenamiento de la información distribuida. En el modelo de Squire, la memoria declarativa es dependiente del hipocampo, y la memoria no declarativa no. En

dicho modelo, la corteza prefrontal y la corteza parietal estarían involucradas en procesos de memoria operativa; la memoria procedimental en los ganglios basales; el condicionamiento instrumental en los ganglios basales y el cerebelo, y el condicionamiento clásico podría depender de primig emocional, de tal forma que la activación de la amígdala desencadena un rápido proceso de recuerdo de asociación.

Junqué (2009) proporciona un modelo anatómico en la explicación de la memoria. Para que el procesamiento de la información persista en la memoria a largo plazo, las estructuras temporales mediales deben mediar el proceso.

Una alteración en esta estructura implicaría una amnesia retrógrada. Las proyecciones procedentes de la corteza llegan al córtex hipocámpico y al perirrinal, para posteriormente pasar a la corteza entorrinal y a diversos lugares de la formación hipocámpica (CA3 y CA1, circunvolución dentada). Esta conectividad proporciona a amplios lugares del córtex un acceso al hipocampo. La información puede retornar al neocórtex a través del subículo y el córtex entorrinal.



La información procesada en el lóbulo temporal medial también llega a áreas críticas para la memoria, en el diencefalo, y de allí a través del tracto mamilotalámico llegan al núcleo anterior del tálamo. El núcleo dorsomedial del tálamo y las proyecciones de la amígdala reciben información del córtex perirrinal.

El lóbulo prefrontal es una importante diana de las estructuras diencefálicas y del lóbulo temporal medial. Los núcleos talámicos anterior y dorsomedial proyectan a la corteza frontal ventro-medial y dorsolateral. Además el córtex entorrinal y el subículo envían importantes proyecciones al córtex ventro-medial.

Las estructuras mediales del lóbulo temporal y del tálamo medial son componentes del sistema de memoria esencial para la memoria declarativa a largo plazo. Este sistema es necesario en el aprendizaje y durante un periodo de tiempo posterior, mientras se desarrolla de forma lenta el proceso de consolidación en la corteza cerebral, presumiblemente gracias al sueño.

La memoria a corto plazo es independiente de este sistema. Los hábitos, habilidades, priming y algunas formas de condicionamiento son también independientes de las estructuras temporales mediales y del tálamo. La memoria procedimental depende del sistema frontoparietal, del neocórtex y del cerebelo. El priming perceptivo depende de las áreas cerebrales posteriores.

## Principios y técnicas para la rehabilitación de la memoria

### Principios

Utilizar técnicas específicas para elaborar materiales de rehabilitación requiere el conocimiento de algunos principios básicos sobre el entrenamiento en memoria que sirven para mejorar en cada sujeto el proceso de adquisición de la información y su recuperación. Aplicar cualquier técnica en cualquier sujeto no es útil ni práctico para el profesional. Lo primero que debemos hacer es **adaptar las estrategias y los materiales a nuestros sujetos**. Según Wilson (1989):

- El material debe ser simple, con poca carga de información –al menos en las etapas iniciales, añadimos-.
- Las instrucciones deben ser claras y concisas.
  - El sujeto debe comprender las instrucciones.
  - El material debe ser adaptado, tanto en forma como en el lenguaje empleado.
  - Establecer asociaciones entre elementos que se recuerden (personas, canciones, contextos, fechas, actividades) y elementos a aprender.

En NeuronUP seguimos el **principio de niveles de procesamiento** de Lockhart (1972): el sujeto debe ma-

Las personas manipulan activamente la información, por ello hay que adaptar las estrategias y materiales

nipular y no ser un receptor pasivo del aprendizaje. Elaborar material significativo ligado a situaciones de la vida cotidiana es un principio que también puede adecuarse a los postulados de los niveles de procesamiento.

## Técnicas

Por un lado está el entrenamiento en estrategias internas de memoria; por otro lado las adaptaciones y ayudas externas. Las actividades que elaboramos se basan en ambas realidades, pero tienen un tratamiento diferente dependiendo del tipo de actividad o utilidad que va a ser elaborada.

## Entrenamiento en estrategias internas de codificación, almacenamiento y recuperación

- **Verbales**
  - Organización (estrategias de codificación como hacer grupos de categorías, o fonéticas –menos efectivas-). Adaptar los estímulos al paciente.
  - Asociación Dar un contexto semántico a la información procesada, formar historias, rimas, canciones (procesamiento auditivo), asociación contextual, etc.
  - Acrónimos (iniciales a partir de nombres o cosas, que forman otros nombres) y mnemotecnias
  - Aprendizaje sin errores
  - Encadenamiento inverso (vanishing cues)
  - Recuperación espaciada (Landauer y Bjork, 1978) con práctica distribuida (Baddeley, 1999).
  - Repetición.
  - Ensayo-error
  
- **Visuales**
  - Visualización: pares asociados con el fin de crear imágenes. Palabras y dibujos. Generación de estrategias visuales para la recuperación de memoria.
  - Técnica Loci (lugares)

## Adaptaciones del entorno y ayudas externas

Son medidas encaminadas a establecer adaptaciones en el medio ambiente, de modo que se disminuyan las demandas de memoria hasta un nivel más manejable.

- Entrenamiento en el manejo de etiquetas con imágenes, colores y nombres
- Medidas que facilitan el acceso a la información almacenada previamente: alarmas, temporizadores.

- Registrar la información: grabadoras o agendas. Elaboración de materiales de soporte en los que acceder de manera sencilla a contenidos significativos.
- A veces el uso de estas estrategias implica educar al entorno cercano del paciente.

#### **Las principales características de este tipo de adaptaciones son:**

- Activas, oportunas (en el momento que deben aparecer) y específicas (comandos sencillos).
- Fácil generalización
- Más sencillas que las estrategias internas: debemos descargar la memoria del paciente.
- Muy útiles en los pacientes más graves.
- Es más eficaz cuando los pacientes a pesar de los problemas de memoria presentan:
  - o Inteligencia media o superior
  - o Razonamiento
  - o Conciencia de los déficits
  - o Habilidades para iniciar una conducta

### **Entrenamiento en el manejo de una agenda**

Sohlberg & Mateer (1989) proponen usos para una agenda que abarcan entre otras: Orientación (información autobiográfica), memoria (actividades a realizar), calendario, tareas, transporte, nombres de personas conocidas, actividades laborales, mapas.

Las fases del entrenamiento en el uso de una agenda son:

- **Adquisición:** aprender secciones, objetivos, y uso del libro-
- **Aplicación :** dónde y cuándo usar la agenda.
- **Adaptación:** demostración de la adecuada utilización en entornos naturales.

Schmitter, Edgecombe, Fahy, Whelan, y Long (1995) proponen el uso de la agenda personas, entre otras, como apoyo para los siguientes aspectos: Notas personales (información autobiográfica), Diario, Calendario, Nombres, Actividades laborales.. Según estos autores, las fases del entrenamiento en el uso de agendas serían

- **Anticipación:** identificar los déficits de memoria y demostrar la necesidad de ayudas externas.
- **Adquisición:** enseñar el objetivo de cada sección.
- **Aplicación:** Cómo hacer las anotaciones.



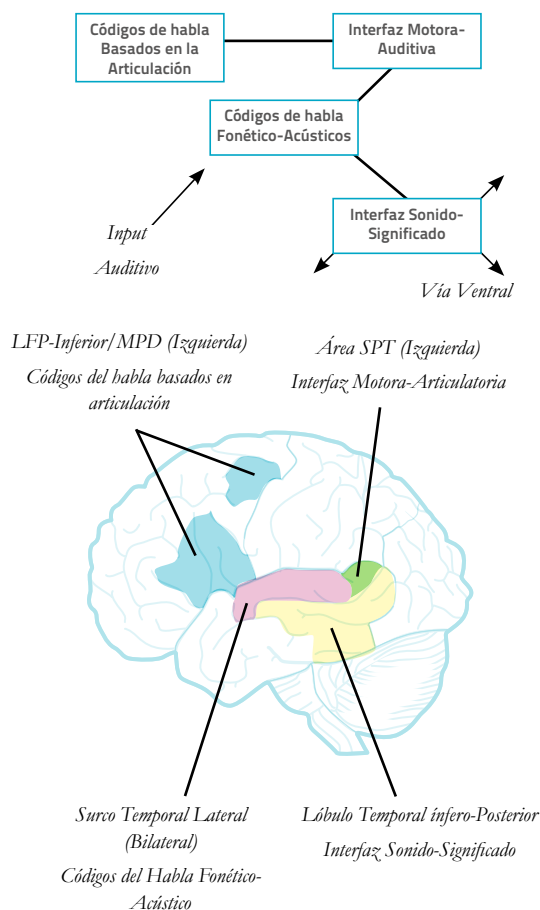
# Lenguaje

El lenguaje es la habilidad para elaborar y comunicar procesos del pensamiento mediante la ejecución motora de un sistema de gestos (comunicación no verbal), símbolos (escritura y lectura) y sonidos (habla). Es un fenómeno que requiere de la coordinación de una red neuronal distribuida, con áreas que varían en cuanto a su especificidad funcional. Si bien el hemisferio izquierdo (en diestros) es el que tiene mayor dominancia, las funciones del hemisferio derecho también pueden producir alteraciones del lenguaje como la prosodia o la detección de intencionalidad (ironías). La lesión en cada uno de los nodos necesarios para un funcionamiento competente puede producir alteraciones en un aspecto específico del proceso lingüístico, que pueden darse en:

- Codificación
- Producción (articulación, ejecución, modulación)
- Comprensión
- Denominación
- Elaboración y organización
- Contextualización
- Motivación

Vías de procesamiento del lenguaje (a) y Áreas Neocorticales Implicadas en Lenguaje

Vía dorsal



Los cuatro niveles en los que puede verse afectado el lenguaje son: sintáctico, semántico, fonológico y morfológico.

## Alteraciones del lenguaje

El objetivo de este documento no es realizar una clasificación exhaustiva de estas alteraciones. Para una clasificación exhaustiva de los diferentes trastornos de la comunicación (excluyendo los trastornos del espectro autista), consultar Junqué y Barroso (2009), o Martinell Gispert-Sauch (2012). A continuación definimos los principales déficits que se tratan en el lenguaje.

**Afasia:** pérdida o alteración del lenguaje como consecuencia de un daño cerebral adquirido. Se produce un deterioro en la producción y comprensión lingüística; la severidad del trastorno en cada área varía. La alteración fundamental se da en el procesamiento lingüístico. No se trata de un problema perceptivo o motor. Tampoco es una alteración de los procesos del pensamiento. Se producen cuando la lesión daña la red neural que permite transformar las imágenes o pensamientos internos en símbolos y estructuras lingüísticas apropiadas, o bien impide trasladar

palabras oídas, o texto escrito, a ideas y pensamiento no verbales.

**Alexia:** alteración de la lectura que aparece como consecuencia de una lesión cerebral en sujetos que ya habían adquirido la lectura. De este modo, los diferenciamos de los trastornos durante la adquisición de la lectura, las dislexias.

**Agrafia:** pérdida de la capacidad para producir lenguaje escrito debido a lesión cerebral. En la mayoría de los pacientes afásicos el deterioro de la escritura tiene características similares al deterioro de la expresión oral.

**Aprosodia:** Son trastornos del lenguaje que afectan a la entonación, la melodía, las pausas, la acentuación y el énfasis. Son de tres tipos: hiperprosodia (uso excesivo de la prosodia), la disprosodia (o prosodia atáxica, cambio en la calidad de la voz que puede dar lugar a un “acento extranjero”; se conserva como resultado de la recuperación tras afasia no fluida), y la aprosodia (limitación en la capacidad para modular la entonación).

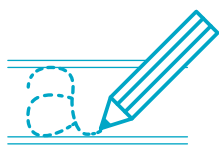
## Clasificación de funciones del lenguaje

Hemos seguido parcialmente la clasificación de funciones del lenguaje que hace Lezak (2004).



### Lectura

Capacidad para identificar y transformar los símbolos escritos -en un código- en representaciones internas. Implica la discriminación de símbolos y palabras, su asociación fonética, y la comprensión de esquemas de relación gramaticales (fonemas, palabras, frases, párrafos y textos) en el lenguaje escrito. No implica comprensión, ni se incluye en Repetición o Lenguaje Espontáneo cuando el lenguaje hablado es una lectura en voz alta. Tampoco es agnosia de la forma (el sujeto es capaz de identificar dos letras o números iguales).



### Escritura

Capacidad para producir lenguaje escrito, que no implica comprensión. Existen tres variantes principales: copia de textos, palabras o textos al dictado, o escritura espontánea.



### Comprensión

Capacidad para comprender el significado semántico al combinar símbolos (escritos) o fonemas (lenguaje hablado) en estructuras gramaticales (palabras, frases, textos, oraciones, etc.). La comprensión no implica a las fórmulas lingüísticas -ironías, dobles sentidos, etc.-, ni los significados alternativos del mensaje (que requieren Abstracción, como el significado de los refranes). Tampoco implica la prosodia o el tono emocional del discurso.



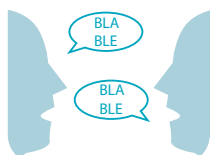
## Denominación

Capacidad para nombrar y/o identificar objetos, personas o hechos mostrados por confrontación visual (dibujos o fotografías) o verbal (definiciones). La alteración de esta capacidad puede surgir como consecuencia de la destrucción total o parcial del almacén semántico, o bien como consecuencia de una alteración en la capacidad de búsqueda del término (por ejemplo, en conductas de aproximación lingüística). No se incluyen anomias que se deben a problemas en la comprensión, la producción de lenguaje, o a fallos en el reconocimiento.



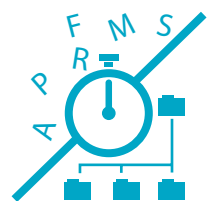
## Vocabulario

Cantidad de información relativa a palabras en el almacén semántico (cantidad de palabras que el sujeto posee).



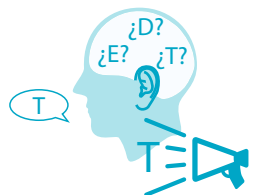
## Repetición

Capacidad para transformar fonemas y activar las representaciones y engramas motores del lenguaje para producir los mismos sonidos que el sujeto escucha. Pueden ser sonidos vocales o sonidos no vocales



## Fluidez

Capacidad para producir de manera rápida y eficaz lenguaje (escrito y verbal). Esta producción depende de dos estrategias principales: una búsqueda semántica (fluidez semántica) o fonética (fluidez fonética). Conlleva la preservación del almacén semántico, así como de las representaciones de la vía fonológica del lenguaje. También implica flexibilidad. Puede tener tres formas: fluidez hablada (espontánea o no), fluidez escrita o fluidez lectora. No consideramos la fluidez como una medida principal de velocidad de procesamiento (por lo que excluimos la lectura), sino de velocidad de producción. Tampoco la incluimos como una medida de producción del lenguaje espontáneo complejo (en este caso se incluye en el apartado de Discurso espontáneo), sino de palabras.



## Discriminación

Capacidad para reconocer diferentes frecuencias, intensidades y tonalidades que nos ayudan a identificar fonemas, frases, o palabras idénticas – siempre como resultado de un proceso lingüístico- sin la necesidad de comprenderlos.



## Modelos anatómico-funcionales del lenguaje

**Modelo de Damasio and Damasio.** Existen 3 grandes sistemas cerebrales:

- Sistema de representación de conceptos: activa los conceptos asociados al registro de las palabras. Depende de numerosas zonas corticales, de diferentes jerarquías y modalidades que se distribuyen en la zona parietal, temporal y frontal bidireccionalmente (fascículo arqueado).
- Sistema lingüístico de representación (fonemas, palabras y reglas sintácticas de combinación): localizado en el hemisferio izquierdo. El sistema perisilviano anterior es responsable del ensamblaje fonémico de las palabras y de las palabras en frases. El sistema perisilviano posterior contiene los registros auditivos y cinestésicos de los fonemas y de las secuencias fonémicas que configuran las palabras. En este sistema comienza la comprensión, aunque depende del acceso a las zonas de representación y asociación.
- Sistema intermediario: córtex temporal izquierdo, fuera de las áreas clásicas del lenguaje. Es el intermediario entre los dos sistemas anteriores y media en la recuperación léxica. También está implicado en el acceso a nombres de personas, cosas, animales, etc.

Los autores inciden en la implicación en este sistema del lenguaje de otras zonas: los ganglios basales y el tálamo, el área motora suplementaria y el giro cingulado anterior (córtex frontal medial), implicados en la iniciación y mantenimiento del habla; y el hemisferio derecho, implicado en automatismos verbales, los aspectos narrativos y del discurso y en la prosodia.

Además del modelo de Damasio y Damasio, nos basamos en el modelo de Marcel Mesulam. Para un modelo cognitivo del lenguaje, puede consultarse el modelo de Ellis y Young (1992).

## Técnicas para la rehabilitación del lenguaje

El lenguaje depende de y sustenta a otras funciones cognitivas. Por ello, una rehabilitación del lenguaje debe apoyarse en los procesos y funciones preservadas, a la par que se adapta individualmente el tratamiento. Es necesario tener en cuenta que las intervenciones en el lenguaje deben abarcar diferentes módulos cognitivos y en ocasiones un entrenamiento neuromuscular, por lo que una intervención multidisciplinaria es importante para la mejora significativa. Además los déficits en el lenguaje producen aislamiento social por lo que integrar la intervención en la comunidad es necesario, sin olvidar las estrategias de comunicación funcional.

Las intervenciones en el lenguaje deben comprender diferentes módulos cognitivos y la intervención multidisciplinaria

La intervención debe ser funcional pero también debe centrarse en los déficits específicos de procesamiento, por lo que los materiales deben responder a ambas demandas: en algunos casos debe centrarse en situaciones y actividades de la vida diaria, pero combinando estos ejercicios con aspectos básicos del procesamiento lingüístico, en algunos casos. Los temas familiares o de la actividad diaria suelen ser

muy útiles en la rehabilitación del lenguaje, además de motivadores.

Los materiales elaborados deben cumplir algunos principios, especialmente las ayudas necesarias para el comienzo de los tratamientos. Deben darse opciones de ayuda siempre bien escritas, fonéticas, y/o visuales, con paneles de comunicación aumentativa si es necesario y material multimedia.

Las técnicas principales de rehabilitación del lenguaje pueden dividirse, según Cuetos (1998) en:

- Dirigidas a recuperar la función: Facilitación con claves, reaprendizaje, reorganización basada en funciones preservadas.
- Compensatorias: comunicaciones alternativas y estrategias de procesamiento del lenguaje.

Elaboramos materiales basados en diferentes etapas del procesamiento del lenguaje. Desde la concienciación en el procesamiento del lenguaje en niveles de percepción básica (discriminación de letras) hasta elaboración metacognitiva del discurso.

- Entrenamiento graduado de la articulación mediante ejemplos auditivos.
- Discriminación auditiva.
- Asociación letra-fonema y palabra-imagen.
- Tareas de decisión léxica.
- Juicios fonológicos.
- Entrenamiento en rimas.
- Identificación de palabras léxicas.
- Elaboración e identificación de definiciones.
- Asociación entre palabras.
- Discriminación entre palabras fonéticamente similares.
- Ejercicios de articulación de palabras (sílabas y letras).
- Modulación de la prosodia mediante el feedback externo de la onda fonológica.
- Generalización de palabras repetidas.
- Análisis de temáticas de conversación
- Ordenamiento de oraciones
- Adquisición graduada de vocabulario.
- Emparejamiento de verbo-acción-resultado.
- Análisis de textos.
- Producción de textos.
- Identificación de partículas de la oración.
- Repetición por aproximación.
- Definiciones funcionales de las palabras.
- Entrenamiento en turnos de conversación

Para llevar a cabo estas actividades se ponen a disposición del usuario utilidades y herramientas que el terapeuta puede personalizar en la rehabilitación.



# Funciones ejecutivas

No existe una definición consensuada de las funciones ejecutivas. Exponemos algunas de las existentes. Se consideran funciones ejecutivas (FE) a los procesos cognitivos o capacidades que controlan y regulan el pensamiento y la acción (Friedman et al., 2006). Lezak (1999) define las funciones ejecutivas como las capacidades mentales esenciales para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y aceptada socialmente. De acuerdo con esta autora, estas funciones ejecutivas se pueden agrupar en torno a una serie de componentes: las capacidades necesarias para **formular metas** (motivación, conciencia de sí mismo y modo en el que percibe su relación con el mundo), las facultades empleadas en la **planificación** de los procesos y las **estrategias** para lograr los objetivos (capacidad para adoptar una actitud abstracta —**Abstracción**—, valorar las diferentes posibilidades —**Toma de decisiones**— y desarrollar un marco conceptual que permita dirigir la actividad—**Razonamiento**), las habilidades implicadas en la **ejecución de planes** (capacidad para iniciar, proseguir y detener secuencias complejas de conducta de un modo ordenado e integrado) y las aptitudes para llevar a cabo esas actividades de un modo eficaz (**controlar, corregir y autorregular el tiempo -estimaciones temporales-**, la intensidad y otros aspectos cualitativos de la ejecución —**como la Ejecución Dual y el Branching o Multitarea-**).

Las funciones ejecutivas son un constructo teórico que abarca procesos de control cognitivo, emocional y conductual

Según la definición de Banich (2004), el objetivo principal de las funciones ejecutivas es la coordinación intencional, propositiva y coordinada del comportamiento. Incluso han sido consideradas como un constructo que engloba a una serie de procesos de control del pensamiento, las emociones y de la conducta. Algunos autores consideran que son un sistema supramodal de procesamiento múltiple que tiene una elevada correlación con la inteligencia (Tirapu-Ustárroz y Luna-Lario, 2009).

Según Verdejo García y Bechara (2010) las funciones ejecutivas son habilidades de alto orden implicadas en la generación, la regulación, la ejecución efectiva y el reajuste de conductas dirigidas a objetivos. Constituyen mecanismos de integración intermodal e intertemporal, que permiten proyectar cogniciones y emociones desde el pasado hacia el futuro con objeto de encontrar la mejor solución a situaciones novedosas y complejas (Fuster, 2004).

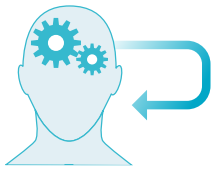
Miyake et al. (2000), mediante un modelo de ecuaciones estructurales, encontró que las funciones ejecutivas se pueden agrupar en tres variables latentes:

- **Alternancia:** relacionado con la capacidad de cambiar el set atencional. Esta variable permite a la persona desenganchar su atención de tareas irrelevantes y mantenerla aquellas que son relevan-

tes. Esta variable está incluida en Atención alternante.

- **Actualización:** que es la capacidad de actualizar y monitorear las representaciones en la memoria. Hace referencia tanto a la actualización de contenido, entendida como la inserción e eliminación de dicha información en la memoria a corto plazo, como también a la manipulación del contenido en la memoria. Por esto último se puede considerar la dimensión Actualización como la más aproximada a la Memoria de Trabajo.
- **Inhibición:** que se refiere a la inhibición de respuestas dominantes, y a la capacidad de ignorar la información irrelevante.

## Memoria de trabajo



La memoria de trabajo es un espacio de trabajo mental que puede ser usado de manera flexible para llevar a cabo actividades cognitivas que requieren procesamiento, recuperación, almacenamiento y toma de decisiones. Su capacidad de almacenamiento es limitada, y una sobrecarga en cualquier dimensión supone la pérdida de información en una tarea continua. (Gathercole & Alloway, 2006).

La memoria de trabajo está apoyada por una serie de recursos atencionales limitados. Baddeley propone una estructura compuesta por múltiples subsistemas: un **ejecutivo central** y tres subsistemas “esclavos” (Tulving, 1999): el **bucle fonológico**, la **agenda visuoespacial** y el **retén episódico** —aunque en un principio solo sugirió dos, dejando de lado el retén episódico.

El ejecutivo central es un sistema de supervisión atencional de duración limitada que coordina los sistemas “esclavos”, manipula los contenidos y los actualiza.

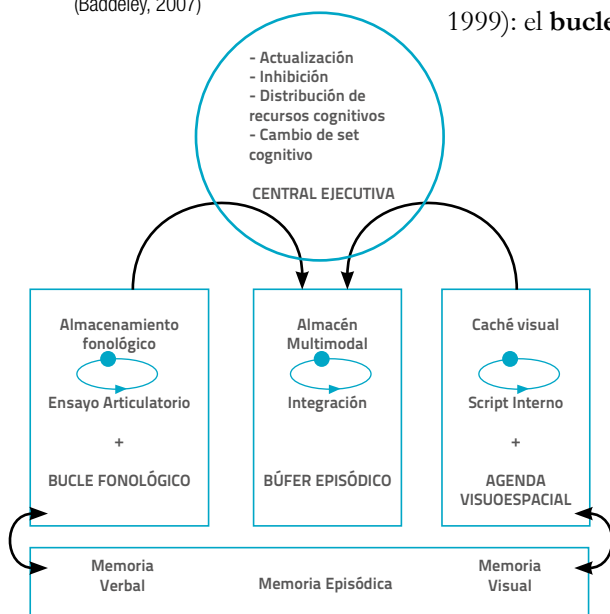
El bucle fonológico sustenta la recuperación, el almacenamiento temporal y el ensayo de las representaciones fonológicas, mientras que la agenda visuoespacial realiza funciones análogas para las representaciones visuales de estímulos y de la posición de estímulos visuales en el espacio.

El bucle fonológico/lazo articulatorio tiene dos componentes: un almacén a corto plazo que mantiene las representaciones fonológicas y está sujeto a un rápido decaimiento, y un proceso de ensayo subvocal que actúa para actualizar y mantener las representaciones del almacén a corto plazo del bucle que van decayendo por efecto del tiempo.

La agenda visuoespacial es un sistema especializado para el almacenamiento temporal visuoespacial.

El retén episódico integra la información de la Memoria de Trabajo y de

Modelo de memoria de trabajo  
(Baddeley, 2007)



la Memoria a largo plazo en representaciones multimodales.

Baddeley propone una Memoria de Trabajo que es multimodal en cuanto al tipo de información que maneja e integra, y con procesos de mantenimiento, supresión y monitorización autónomos (lo que implica cierta independencia de otras instancias de memoria).

## Modelos explicativos de las funciones ejecutivas

### Modelos formales

Dentro de los modelos formales que pretenden explicar las funciones ejecutivas podemos encontrar varias propuestas (García Verdejo y Bechara, 2010):

- Modelos de procesamiento múltiple basados en la noción de modulación jerárquica arriba-abajo (“top-down”),
- Modelos de integración temporal orientada a la acción relacionados con el constructo de memoria de trabajo,
- Modelos que asumen que las funciones ejecutivas contienen representaciones específicas relacionadas con secuencias de acción orientadas a objetivos, y
- Modelos que abordan aspectos específicos del funcionamiento ejecutivo soslayados por los modelos previos.

En cuanto al planteamiento que adoptamos, nos aproximamos al tercer grupo de modelos, si negar la evidencia de que son un punto de vista principal, pero complementario con el resto.

**El lóbulo frontal es una clasificación teórica que sirve para definir un área del cerebro especializada en las funciones cognitivas de nivel superior**

### Modelos neuroanatómicos: Los lóbulos frontales.

El lóbulo frontal es una clasificación teórica que sirve para definir un área del cerebro especializada en funciones superiores y caracterizada por una localización espacial con una estructura citoarquitectónica única. Es una estructura teórica porque el cerebro funciona de manera global. La clasificación nos da una idea aproximada de la especificidad funcional.

El lóbulo frontal ocupa un espacio limitado. Posteriormente su límite viene definido por el surco central. El límite de los lóbulos frontales lo constituye la cisura de Silvio o cisura lateral en su parte inferior. El surco cingular, justo por encima el cuerpo calloso, constituiría su límite medial. Funcionalmente es posible asumir una jerarquía de control y de contenidos. Si establecemos un eje anterior-posterior los contenidos del lóbulo frontal contendrían las representaciones más abstractas. Serían los

encargados de ejercer mayor control sobre los contenidos concretos, monitorizándolos e integrando las informaciones en contenidos más complejos. También establecerían estrategias de control y guías de conducta complejas.

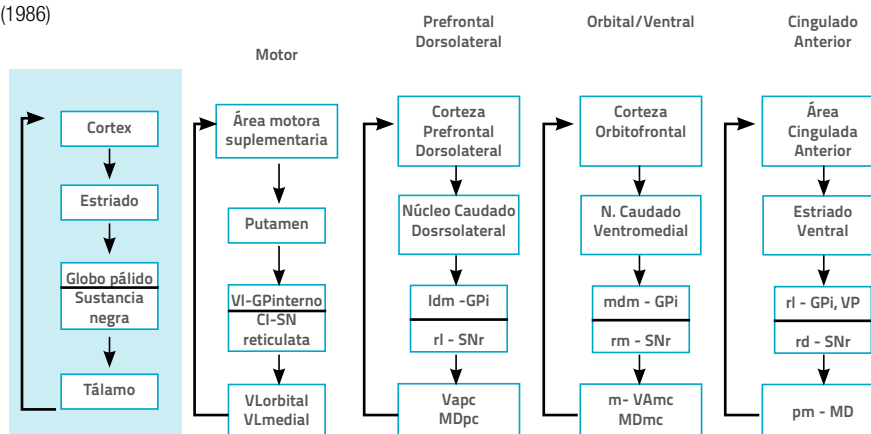
El lóbulo frontal contiene los comandos complejos desde un punto de vista cognitivo, aunque no hay que ver esto como una defensa de un compartimento estanco.

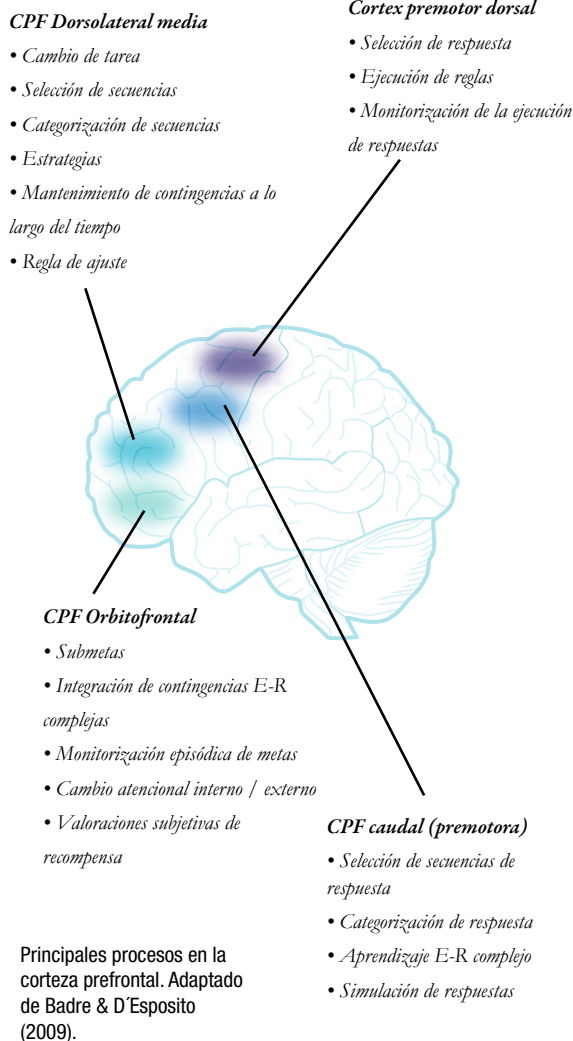
En cuanto a las conexiones el lóbulo frontal recibe dos tipos de conexiones: las córtico-corticales, que son asociaciones con otras zonas de la corteza; y las córtico-límbicas, que son aquellas que se dan entre los centros límbicos y sublímbicos. Respecto a las conexiones córtico-corticales, la corteza frontal, y especialmente la prefrontal, contiene un gran número de conexiones internas. Así, funcionalmente, la corteza prefrontal se subdivide en varias zonas: una dorsal, que tiene conexiones con los centros motores y espaciales corticales, una medial, con conexiones indirectas hacia el lóbulo parietal, y una ventral o inferior, que tiene conexiones directas con la corteza cingulada y los centros emocionales y de la memoria.

Existen varias clasificaciones anatómico-funcionales del lóbulo frontal. Una definición aceptable es la que disocia el sistema prefrontal de las cortezas motoras y premotoras. Stern y Prohaska (1966), describen tres áreas diferenciadas en el sistema prefrontal: dorsolateral, orbital y medial. Aunque en esta exposición incluiremos el orbital y el medial como un solo sistema, el sistema ventromedial.

- **El sistema dorsolateral** implica a las áreas 9, 9/46 y 46, principalmente, y forma parte de un circuito extenso que incluye la corteza parietal posterior, el núcleo caudado, y conexiones con el núcleo talámico caudado Dorsolateral. Este sistema estaría encargado de monitorizar la atención, posiblemente a través del mantenimiento de la memoria de trabajo, la memoria y la atención espaciales. No obstante, la función más importante de este sistema es la integración de procesos cognitivos complejos implicados en la planificación y el control de la conducta.
- **El sistema ventromedial** estaría integrado en una red principal denominada sistema paralímbico. Este sistema está compuesto, además de por la corteza Orbitofrontal, por el giro cingulado, la corteza parahipocampal, el polo temporal, la ínsula y la amígdala. Es un sistema implicado en procesos emocionales y motivacio-

Bucles fronto-subcorticales, según Alexander et al. (1986)





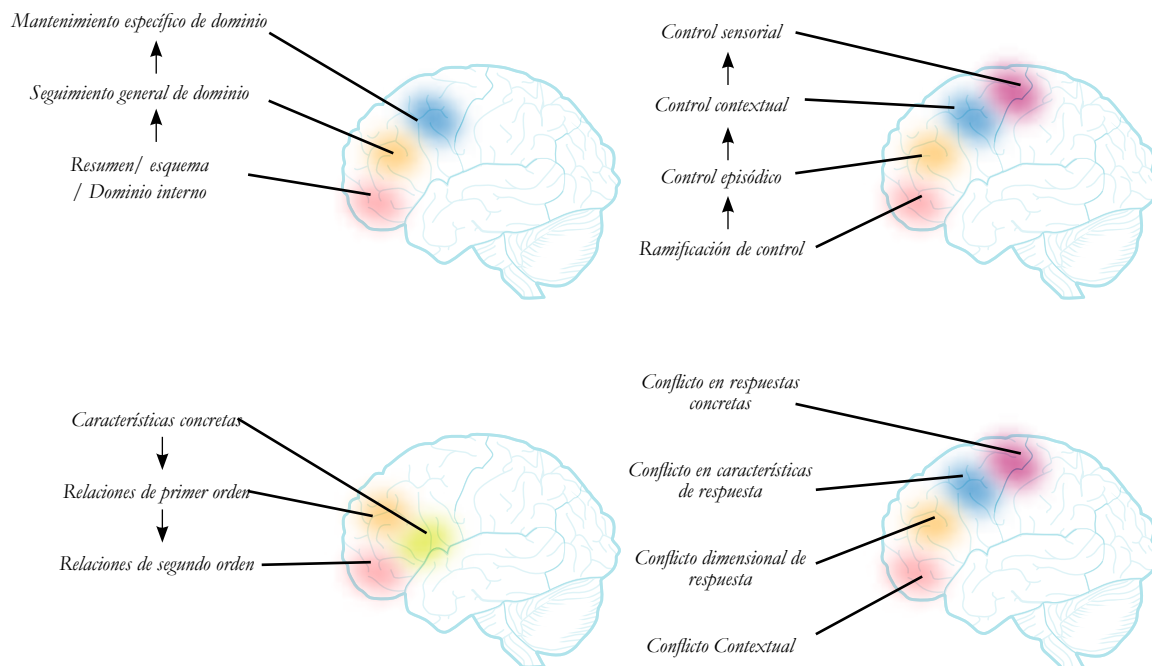
nales, por lo que además debemos tener presente que la memoria contiene toda la información relacionada con los aprendizajes que modulan los múltiples aspectos que conforman la personalidad. Algunos autores han propuesto que ambos sistemas convergen en el área 10 de Brodmann (la zona prefrontal medial, o frontopolar), siendo ésta un área especializada en coordinación de procesos complejos que entrañan representaciones cognitivas y emocionales muy abstractas. El área 10 (zona más rostral del cerebro) sería una zona prefrontal de máxima integración, modulación, y coordinación que maneja los contenidos más reflexivos que guían la conducta. El área 10 tendría conexiones directas con las zonas prefrontales, pero muy pocas conexiones con otras zonas frontales, y ninguna conexión directa con los lóbulos parietal, occipital o temporal. Es, por tanto, un sistema de aferencia de información, y de control del resto de procesos que comprendan una reflexión y un control no guiado por estímulos.

Además de lo apuntado, para más información sobre la extensa red neuronal implicada en el funcionamiento ejecutivo, es recomendable revisar Dosembach et al. (2008), donde se explican la red por defecto (default mode network) y la red de trabajo.

## Rehabilitación de las funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas cobran importancia en la rehabilitación porque son muy sensibles al daño cerebral adquirido, y capitales para la realización de actividades de la vida diaria debido a que son las encargadas de gestionar las funciones preservadas. Con ello queremos resaltar que son funciones cuyo déficit impacta directamente en la independencia de los sujetos, aunque estos preserven intactas el resto de las funciones.

La rehabilitación de las funciones ejecutivas debe ser lo más ecológica posible. Nosotros, en la práctica, conceptualizamos que el terapeuta actúa al principio del proceso de rehabilitación como un mecanismo de control externo de las actividades que realiza el sujeto, y poco a poco ese control se va desplazando al sujeto en la medida de sus capacidades mejoran. Si no es posible, entrenamos en estrategias de apoyo con ayudas externas. Entre todos los modelos posibles, además del modelo de rehabilitación en funciones ejecutivas de Sohlberg y Mateer (2001), planteamos en los materiales un abordaje metacognitivo para la realización de actividades de la vida diaria.



**Gradiente rostro-caudal de la corteza prefrontal** (a) Cuando se manejan contenidos en la memoria de trabajo, la CPF rostral y caudal puede distinguirse dependiendo del tipo de representaciones que maneja: dominio general vs. dominio específico. Las versiones jerárquicas de este modelo proponen que la región posterior frontal (dominio específico) pueden ser moduladas a través de las reglas de mantenimiento general de la corteza prefrontal dorsolateral anterior. (b) La relación de complejidad propone un gradiente en cuanto a las características de relación de estímulos: relaciones de primer orden (concretas) y relaciones de segundo orden (anteriores, más abstractas) (c) El modelo de cascada propone cuatro niveles de control distinguibles a través de la distribución temporal de las señales de control (firing neuronal), que pueden ser: control de estímulos sensoriales, control contextual, control episódico y branching (d) La jerarquía en la representación de conflictos propone un modelo en el que el conflicto surge de diferentes niveles de procesamiento de los estímulos: conflictos en respuestas concretas, en características de esa respuesta, en dimensiones de esa respuesta o bien en conflictos contextuales. Adaptado de Badre (2008)

## ¿Cómo deben ser las técnicas de instrucción en conductas funcionales?

### Métodos sistemáticos:

- Señales que desaparecen
- Aprendizaje sin error:
  - Componentes mínimos
  - Modelos pre- y ensayo
  - No cuestionar decisiones
  - Corrección inmediata
- Práctica distribuida
- Instrucciones (estrategia)

### Métodos no sistemáticos:

Ensayo-error + esfuerzo

Sociales/Grupales:

- Habilidades sociales (entrenamiento)
- Observación de gente competente

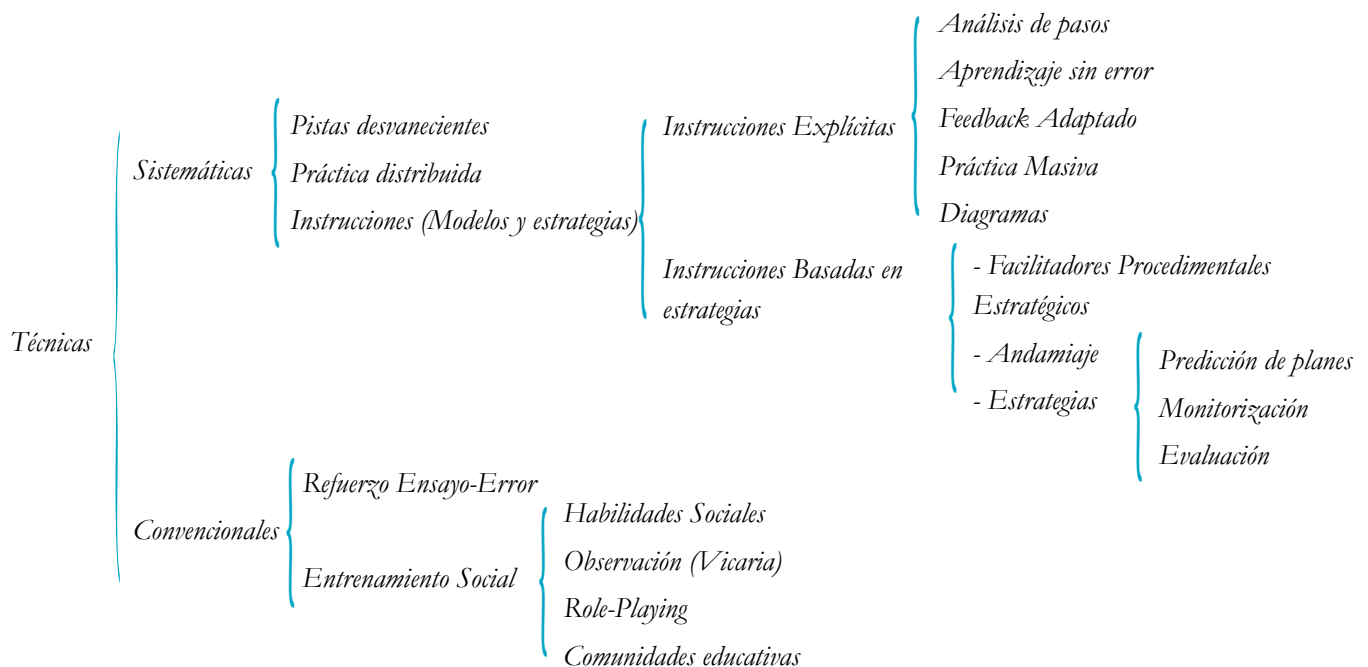


- Roles
- Educativos en comunidad
- Etc.

Algunas instrucciones **explícitas y directas**:

- Análisis de la tarea
- Aprendizaje sin error
- Acumulación de revisiones de la ejecución
- Práctica
- Estrategias metacognitivas

Para Ehlhardt, Sohlberg y Glang y Albin (2005) lo más efectivo es establecer una **instrucción directa y basada en estrategias metacognitivas**. Permiten un entrenamiento en el control de la auto-regulación.



## Modelos de instrucción

### Modelos sistemáticos de instrucción explícita (técnicas)

#### • Instrucción directa

- Step-analysis (secuencias)
- Modelamiento: sin error o con guía
- Feedback masivo
- Práctica masiva: masiva, mixta y espaciada
- Diagramas de acción espaciada
- Observación de modelos

## Modelos de estrategias cognitivas en instrucción (objetivo: monitorizar el pensamiento)

- Facilitadores del proceso
- Método “**Scaffolded**”
- *Estrategias metacognitivas*
  - Estimaciones (habilidades)
  - Procesos de automonitorización y control (comparación)
  - Atribuciones
  - Análisis problemas
  - Entrenamiento en expectativas
  - Secuencias de auto-instrucción
  - Auto-regulación verbal

## Diseño de instrucciones (Sohlberg, Ehlhardt, & Kennedy, 2005)

1. Análisis de contenido para detallar las “grandes ideas”, conceptos, reglas, y estrategias generalizables.
2. Determinar habilidades necesarias y pre-requisitos.
3. Secuenciar las competencias, de simples a más complejas.
4. Desarrollar análisis de las tareas.
5. Desarrollar y secuenciar una amplia gama de ejemplos de entrenamiento para facilitar la generalización.
6. Desarrollar instrucciones simples y consistentes con lenguaje claro y guionizarlo para reducir la confusión y que focalicen a la persona que aprende en el contenido relevante.
7. Establecer claramente los objetivos de aprendizaje
8. Establecer los criterios de consecución
9. Proveer de los modelos y paulatinamente establecer un desvanecimiento de las pistas y los avisos para facilitar el aprendizaje sin error.
10. Pre-corrección mediante la instrucción de las capacidades pre-requeridas a la tarea en primer lugar, o bien aislando los pasos difíciles de la instrucción.
11. Proveer un feedback consistente y rápido (dar el modelo “bueno” inmediatamente si el paciente comete un error).
12. Proveer de elevadas cantidades de práctica masiva correcta seguida de la práctica distribuida.
13. Proveer de revisión suficiente y acumulativa (integración de material nuevo y viejo).
14. Individualizar la instrucción (lenguaje, ritmo, tiempo, capacidades...)
15. Evaluación progresiva de la conducta para evaluar la evolución de la función.

**El modelo combinado (instrucción directa e instrucción programada) producen los mejores resultados.** Luego estaría la estrategia en instrucciones, la instrucción directa, y luego las instrucciones no directas (tipo entrenamiento social o ensayo-error).

## ¿Qué instrucciones producen el mejor efecto?

1. Práctica explícita: Práctica y revisión distribuida, práctica repetida, revisión secuenciada, feedback diario, y revisiones diarias.
2. Orientación a las tareas/organizadores avanzados: establecimiento de los objetivos de la instrucción, revisión de materiales previos a la instrucción, instrucción en la atención a información particular, proveer de información previa sobre la tarea.
3. Presentación de nuevo material para el aprendizaje: diagramas, representaciones mentales, currículum en la tarea, informaciones sobre ejecuciones previas que tengan relación.
4. Modelado de pasos para completar la tarea.
5. Secuenciación
6. Investigación/validación sistemática y refuerzo: uso de validaciones y feedback continuo.

## Aprendizaje sin error

Objetivo: eliminar errores durante la fase de aprendizaje mediante:

1. Fragmentar la actividad en pasos o unidades discretas y pequeñas.
2. Proveer de modelos suficientes antes del cliente realice la tarea solicitada.
3. Instruir al cliente para que evite preguntarse por las causas o razones de la conducta
4. Corregir error de manera inmediata.
5. Desvanecer las pistas cuidadosamente.

El aprendizaje sin error se suele aplicar en personas con personas memoria procedimental alterada y pérdida de memoria declarativa. El aprendizaje con error (por ejemplo mediante ensayo-error o mediante un aprendizaje por descubrimiento) consiste en animar al paciente a que se pregunte por la respuesta target antes de se le dé la información correcta. Las posibles aplicaciones (según Barbara Wilson) en Actividades de la Vida Diaria son:

- Asociación cara-nombre
- Programación de agenda electrónica
- Memoria en números de teléfono

## Condiciones que mejoran el aprendizaje sin error

- Altas cantidades de práctica correcta. Cuando el paciente ha ejecutado una conducta correctamente si se da oportunidad de ponerla en práctica reiteradas veces. También viceversa.---Esto no implica a la generalización y al mantenimiento, sólo a la ejecución.
- **Práctica distribuida**-y recuerdo espaciado
- Usar **encadenamiento directo e inverso**. El encadenamiento se usa en técnicas multi-step para mejorar el recuerdo de pautas complejas. Puede hacerse de manera “directa” (comenzar por el

primer paso) o inversa (comenzar por el último paso). Una forma de encadenado progresivo es la técnica de las vanishing cues. Este método también puede ser directo (desvaneciendo las pistas) o inverso (añadiendo las pistas).

- Procesamiento con esfuerzo (“profundo”) y Auto-Generación. Procesar de manera profunda favorece la huella mnésica, pero no está libre de errores. Por tanto hay que modular. La Auto-generación hace referencia a pistas o claves autogeneradas por el sujeto y no por el terapeuta (por ejemplo, preguntas generadas por el terapeuta vs preguntas generadas por el cliente de factores relevante –p. ej. Sobre una cara-).
- Que la técnica se aplique durante la fase de adquisición.
- La técnica de reflexión-predicción (metacognitiva) puede ser útil para generar un procesamiento activo del material, o para generar nuevas estrategias.

## Métodos Scaffolded ('andamiaje')

Es un método metacognitivo en el que:

- El feedback debe mantener el foco en la tarea.
- El entrenamiento debe darse para situaciones ambiguas, por ejemplo en Habilidades Sociales (manejo de la ambigüedad y planificación).

El método de andamiaje consiste en representaciones mentales o de conocimiento que establecen relaciones de términos, como diagramas, resúmenes, representación de resultados (reales o estimados). **Mejora la eficiencia instruccional** (que es la relación entre esfuerzo mental –recursos reclutados por la demanda ejecutiva de la tarea- y ejecución en la tarea en una condición de aprendizaje). Se apoya en dos aspectos:

1. Un procesamiento dual (Paivio). Esta teoría no se produce siempre, sino en tareas de transferencia que requieren la integración de la información. Ofrece una representación física de la realidad mental con representación física y semántica.

2. Descarga de la cantidad de información en la memoria de trabajo. Los modelos mentales permiten reducir la carga cognitiva asociada a tareas complejas, ya que permite hacer las relaciones entre los componentes estructurales de manera clara y eficiente.

Cuevas, Fiore y Oser (2002) proponen un modelo de metacompreensión (un aspecto de la metacognición). Hay varios aspectos que correlacionan entre la metacognición y la habilidad para transferir conocimientos y aprendizajes.

Más allá de la clasificación propuesta, queremos reseñar un programa que ha sido uno de los precursores en la rehabilitación de las funciones ejecutivas, y que ha servido de modelo para algunas de las actividades que hemos diseñado.

## TEACH-M (Ehlhardt, Sohlberg, Glang, Albin; 2005)

1. Análisis de la tarea: Desglosar la tarea en pasos pequeños. Encadenar los pasos necesarios.
2. Aprendizaje sin error: Mantener los errores en un mínimo durante la fase de adquisición. Difuminar poco a poco las ayudas.
3. Evaluar la ejecución: Las habilidades antes de la tarea (pre-requisitos). Ejecución. Evaluar cada vez que se introduce un nuevo paso.
4. Revisión acumulada: evaluar habilidades previas de manera regular.
5. Elevar la media de intentos correctos.
6. Entrenamiento en estrategias metacognitivas: Usan la técnica de predicción para elaborar el material de manera significativa.

Otras características:

- Preexposición a estímulos que van a ser usados
- Capturas de pantalla que reflejen la ejecución
- Práctica guiada con múltiples oportunidades
- Recuerdo espaciado
- Ejemplos de entrenamiento variados
- Entrenamientos con criterios estipulados y siempre presentes.

## Cognición social



La cognición social es un proceso neurocognitivo que implica al contexto psicosocial. Los fenómenos sociales (reales o imaginados) se perciben, reconocen y evalúan con la finalidad de construir una representación del entorno y de sus constituyentes (personas, objetos, eventos sociales) en el cual los individuos interactúan a través de comportamientos sociales. A través de la cognición social intentamos elaborar las respuestas más adecuadas con la finalidad de adaptarnos al entorno. **La cognición social se relaciona con**

**una serie de conceptos que comprenden desde la percepción emocional a los estudios atribucionales o la teoría de la mente (cómo explicamos el comportamiento de otros y qué tipo de expectativas tenemos de ellos, basándonos en sus estilos cognitivos)** (Sánchez Cubillo, 2011).

La cognición social depende de varios niveles de procesamiento que difieren en la complejidad y la interrelación de los componentes

Nos basamos en el modelo de la vía de procesamiento socio-emocional de Oschner (2008). La cognición social sería un proceso multifactorial que depende de varios niveles de funcionamiento. Estos niveles se diferencian en términos de interrelación de componentes y complejidad. Estos mecanismos se distribuyen neuronalmente ya que hay implicados mecanismos de percepción, reconocimiento y evaluación. Los contenidos que se procesan en estos mecanismos se usan para construir las representaciones del

# La teoría de la mente es una habilidad metacognitiva en la que un sistema cognitivo comprende el contenido de otro

entorno social.

La cognición social implica a las funciones ejecutivas “frías” (responsables de contenidos neuropsicológicos que no contienen señales emocionales) y funciones ejecutivas “calientes” (que implican el manejo de contenidos emocionales evaluativos). La emoción y la cognición forman un continuo fenomenológico (y fisiológico) en el cual ambos se influyen a través de procesos bottom-up -interferencia emocional- y top-down -reformulación de emociones- (Ochsner & Gross, 2005).

La vía de procesamiento emocional de Ochsner implica a cinco constructos (de menor a mayor nivel de complejidad):

- Adquisición de valores y respuestas socio-afectivas.
- Reconocimiento y respuesta a los estímulos socio-emocionales.
- Inferencias de bajo nivel de procesamiento.
- Inferencias de alto nivel de procesamiento
- Regulación emocional sensitiva al contexto.

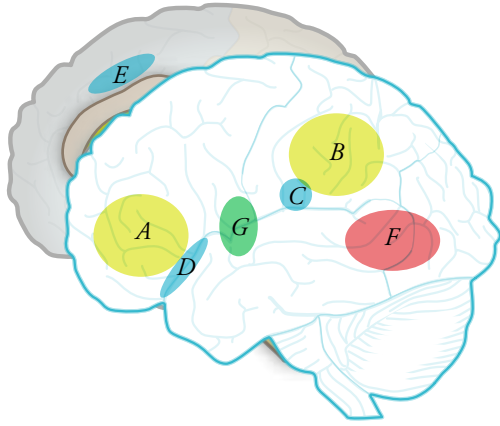
La teoría de la Mente (Baron Cohen, Leslie & Frith, 1985) se incluye en los procesos de inferencias de bajo y alto nivel de procesamiento. El concepto teoría de la mente se refiere a la habilidad para comprender y predecir el comportamiento de las personas; su conocimiento, intencionalidad y creencias. Es una habilidad metacognitiva ya que implica el conocimiento de un sistema cognitivo diferente al nuestro (Tirapu-Ustárroz, Pérez-Sayes, Erekatxo-Bilbao, & Pelegrín-Valero, 2007).

La empatía sería la habilidad para llevar a cabo la teoría de la mente en sus diferentes niveles. Se la ha definido como la capacidad de posicionarse en el punto de vista del otro, aunque este posicionamiento puede ser puramente cognitivo o conllevar una implicación emocional. La empatía surge a partir de las representaciones corporales. La ínsula contiene estas representaciones, y se ha demostrado que los estados primitivos de la empatía surgen a partir de la percepción de estados corporales ya que existe una activación diferencial en esta estructura. La ínsula es además un núcleo de procesamiento fundamental en el sistema de neuronas espejo.

## Modelo funcional de la cognición social

La cognición social es un proceso complejo cuyos componentes reclutan diferentes nodos de procesamiento. Estableciendo un paralelismo entre la Teoría de la Vía de Procesamiento Emocional y los principales modelos neuroanatómicos que la apoyan:

- Adquisición de valores socio-afectivos y Respuestas: Amígdala, Estriado e Hipocampo.
- Reconocimiento y respuesta a estímulos socio-afectivos: Surco temporal superior, corteza inferoparietal, amígdala e ínsula.
- Inferencias mentales de bajo nivel: Sistema de neuronas espejo.
- Inferencias de alto nivel: Sistema de neuronas espejo, surco temporal superior, corteza prefrontal medial, amígdala y estriado.
- Regulación emocional sensible al contexto: Corteza prefrontal dorsolateral, corteza orbitofrontal y ventromedial, amígdala y estriado.



#### Sistema de Neuronas Espejo.

Adaptado de: Southgate & Hamilton (2008) y Iacoboni & Dapretto (2006).

A) Giro Frontal Inferior y Corteza Premotora Ventral; b) Corteza Parietal Inferior Rostral; c) Corteza Somatosensorial Primaria; d) Ínsula Anterior; e) Corteza Cingulada Anterior; f) Surco Temporal Superior Posterior y g) Amígdala. Además, hay dos vías que añadimos en el procesamiento empático: vía de la empatía emocional –AB 44, y amígdala- y otra vía de toma de perspectiva y representación de los demás –AB10 y AB11-.

el conflicto emocional.

El primer sistema de neuronas espejo está implicado en el aprendizaje a través de la observación y la imitación (también la imitación imaginada –a través de simulaciones mentales en las que está implicada la corteza premotora). El segundo sistema es un sistema de procesamiento emocional, implicado en la adopción de actitudes empáticas pero que no trabaja necesariamente separado del primer sistema. El papel del sistema de neuronas espejo en las actitudes empáticas como la adopción de expresiones faciales y posturas durante la interacción (efecto camaleón) es esencial para el procesamiento empático. Las computaciones de las neuronas de este sistema se rigen por las consecuencias de las acciones y sus metas. Este conocimiento sirve como base para la cognición social.

Para saber más del sistema de neuronas espejo, NeuronUP ofrece un documento de acceso libre descargable desde nuestra web

[https://www.neuronup.com/media/pdf/Neuronas\\_espejo\\_NeuronUP.pdf](https://www.neuronup.com/media/pdf/Neuronas_espejo_NeuronUP.pdf)

## Rehabilitación de la cognición social

Cuando la cognición social falla, algunas de las siguientes cosas pueden ocurrir:

- No ser capaces de establecer o inferir intenciones, pensamientos, deseos, etc. En los demás (**mentalización**).

- No ser capaces de reconocer una emoción, una tonalidad de voz, o una situación emocional (**percepción**).
- No ser capaces de enfrentarse a una situación porque no sabemos o no podemos recuperar información relevante del entorno (**memoria de trabajo, solución de problemas**)
- Crear falsas teorías o realizar inferencias incorrectas sobre las personas o las situaciones (**Evaluación del contexto**).
- Percibir las realidades sociales fragmentadas, en vez de contemplar toda la información que la compone (o, al menos, la más relevante).
- Respuestas emocionales negativas a las situaciones de interacción social.

La cognición social es una función compuesta de varios niveles de procesamiento. Por lo tanto, **la intervención debe ser llevada a cabo en base al análisis de todo el proceso**. Entre otros, nuestro objetivo a la hora de construir materiales que buscan entrenar y fomentar:

- La identificación de estados emocionales internos y en los demás, con actividades que varían según su grado de concreción y complejidad.
- Entrenamiento en la inferencia de estados internos y de intenciones a través de información contextual e información interna, con una importante carga visual.
- Entrenamiento en habilidades sociales, focalizado en dos aspectos importantes: entrenamiento en el manejo de comportamientos en situaciones sociales y autorregulación y manejo de estados emocionales internos en diferentes contextos.

Entre las diferentes opciones de intervención nos gustaría resaltar las historias sociales.

## Historias sociales.

Las historias sociales son guiones para el entrenamiento de personas con un deterioro en la cognición social y la teoría de la mente. Su finalidad es la adquisición de habilidades interactivas y estrategias de comportamiento. Las historias sociales buscan ser traducciones sociales. El entrenamiento puede focalizarse en conductas de interacción, aspectos de autorregulación, inferencias de intencionalidad y lectura y manejo de las emociones entre otros.

Es necesario diferenciar las historias sociales de otros dos tipos de entrenamiento que también realizamos:

- Entrenamiento en rutinas como el auto-cuidado, el vestido, etc. que no requieren interacción social (aunque los refuerzos usados para fomentarlos sean sociales).
- Entrenamiento en aspectos básicos del procesamiento emocional

## Las historias sociales intentan ser traducciones sociales

Hay diferentes formatos de historias sociales. Pueden ser desarrolladas a través de pictogramas (dibujos que representan el contexto en el que vamos a trabajar), de pa-



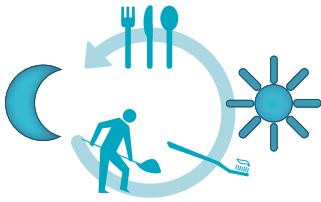
labras, o con un formato mixto. Entre los sujetos con los que trabajamos las historias sociales, parece que las personas con Síndrome de Asperger son las que más se benefician con el tratamiento. Es importante que las situaciones capturen la atención de los pacientes sin que los distraiga.

Los contextos que usaremos serán diversos y estarán graduados. La graduación se realiza a partir de diferentes parámetros tales como la ambigüedad de la situación, el número de interacciones que tienen que realizarse durante la tarea, la cantidad de conceptos utilizados en la historia y su complejidad (concretos vs. abstractos), y la complejidad de las respuestas que han de emitirse.

Las situaciones son tan diversas como la propia vida pero hemos establecido las diferentes categorías (no excluyentes):

- Autorregulación
- Interacción con personas cercanas (familiares, amigos, profesores, tutores, etc.)
- Reglas para lugares específicos de actividad social (hospitales, escuelas, teatros, cines, parques, autobús, etc.)
- Prohibiciones explícitas
- Reparto de responsabilidades en las tareas de casa
- Cuidado personal (siempre y cuando requiera interacción, como por ejemplo preguntar dónde está el baño)
- Excepciones a una regla
- Impaciencia
- Situaciones violentas y vergonzosas
- Situaciones excepcionales

Por último, el lenguaje usado es muy importante en estas actividades ya que muchas de las personas con este tipo de déficits presentan alteraciones de la comunicación.



# Actividades de la vida diaria

Los déficits neuropsicológicos implican un impacto variable en la funcionalidad de las personas. La funcionalidad se relaciona con la ejecución de las actividades de la vida diaria. **La independencia tiene un impacto en la calidad de vida, y por tanto en la construcción de la personalidad y el contexto de la persona. La meta principal en cualquier intervención neuropsicológica o de terapia ocupacional es ayudar a las personas a conseguir el mayor nivel de funcionalidad posible.** Un deterioro significativo en un área específica del cerebro puede tener poco o ningún impacto en la independencia funcional de la persona.

La funcionalidad se relaciona con las AVD. La independencia tiene un impacto en todas las esferas psicosociales de las personas

Las actividades de la vida diaria son tareas llevadas a cabo por las personas en su día a día. Cuando se produce un daño cerebral (adquirido o no), la prioridad y naturaleza de esas actividades puede requerir una re-formulación. En muchos casos, esas actividades podrán volverse a llevar a cabo. En otros casos las actividades serán reemplazadas por otras nuevas, o se llevarán a cabo técnicas de sustitución y compensación dependiendo del perfil cognitivo de los pacientes.

A continuación exponemos los diferentes tipos de actividades de la vida diaria a partir de la clasificación de la Asociación Americana de Terapia Ocupacional.

## Actividades básicas de la vida diaria (ABVD)

Son actividades que están orientadas al cuidado del propio cuerpo (adaptado de Rogers y Holm, 1994, págs. 181-202).

- **Bañarse y ducharse-** Obtener y utilizar suministros; enjabonarse, enjuagarse y secarse partes del cuerpo, mantener la posición en el baño, y transferirse desde y hacia la bañera.
- **Cuidado del intestino y vejiga-** Incluye el completo control intencional de los movimientos del intestino y de la vejiga urinaria y, de ser necesario, utilizar equipos o agentes de control de la vejiga.
- **Vestirse-** Seleccionar las prendas de vestir y los accesorios adecuados a la hora del día, el tiempo, y la ocasión; obtener prendas de vestir del área de almacenamiento, vestirse y desvestirse en secuencia; amarrarse y ajustarse la ropa y los zapatos, y aplicar y removerlos aparatos personales, prótesis u ortosis.
- **Comer-** “La habilidad para mantener y manipular comida o fluido en la boca y deglutirlos; comer y deglutir son normalmente usados de manera intercambiable” (AOTA, 2008).
- **Alimentación-** “Es el proceso de preparar, organizar y llevarel alimento [o líquido] del plato o taza/vaso a la boca; a veces también llamado autoalimentación” (AOTA, 2007).

- **Mobilidad funcional-** moverse de una posición o lugar a otro (durante la ejecución de las actividades cotidianas), tales como moverse en la cama, moverse en silla de ruedas, y las transferencias (por ejemplo, sillas de ruedas, cama, auto, bañera, inodoro, bañera/ducha, silla, piso). Incluye ambulación funcional y transportar objetos.
- **Cuidado de los dispositivos de atención personal-** Usar, limpiar y mantener artículos de cuidado personal, tales como aparatos auditivos, lentes de contacto, gafas, ortosis, prótesis, equipo adaptado, y los dispositivos anticonceptivos y sexuales.
- **Higiene y arreglo personal-** Obtener y usar suministros; eliminar el vello corporal (por ejemplo, usar navajas de afeitar, pinzas, lociones); aplicar y eliminar cosméticos; lavar, secar, peinar, dar estilo, cepillar y recortar de pelo, cuidar las uñas (manos y pies); cuidar la piel, oídos, ojos y nariz; aplicar el desodorante; limpiar la boca, cepillar dientes y usar hilo dental, o eliminar, limpiar, y colocar ortosis y prótesis dentales.
- **Actividad sexual-** Participar en actividades que busquen la satisfacción sexual.
- **Aseo e higiene en el inodoro-** Obtener y utilizar suministros; manejo de la ropa, mantener la posición en el inodoro, transferirse hacia y desde la posición para el uso inodoro; limpiarse el cuerpo; y cuidar de las necesidades de la menstruación y las necesidades de la continencia (incluyendo el manejo de catéteres, colostomías y supositorios).

## Actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD)

Actividades de apoyo a la vida cotidiana en la casa y en la comunidad que a menudo requieren más interacciones complejas de las utilizadas en las actividades de auto-cuidado utilizadas en las AVD.

- **Cuidado de los otros-**(incluyendo seleccionar y supervisar a los cuidadores)-Organizar, supervisar, o proveer el cuidado a otros.
- **Cuidado de mascotas-** Organizar, supervisar, o proveer la atención a mascotas y animales de servicio.
- **Facilitar la crianza de los niños-**Proveer el cuidado y supervisión para respaldar las necesidades de desarrollo de un niño.
- **Gestión de la Comunicación-**Enviar, recibir e interpretar información utilizando una variedad de sistemas y equipos, incluyendo herramientas de escritura, teléfonos, máquinas de escribir, grabadoras de audiovisuales, computadoras, tableros de comunicación, luces de llamada, sistemas de emergencia, escritores Braille, equipos de telecomunicación para los sordos, sistemas de comunicación aumentativa, y asistentes digitales personales.

- **Movilidad en la comunidad-** Moverse por la comunidad y utilizar el transporte público o privado como conducir, caminar, andar en bicicleta, o acceder al autobús, taxi u otros sistemas de transporte.
- **Manejo de finanzas-** Manejar los recursos fiscales, incluyendo métodos alternos de transacción financiera, y planificar y usar las finanzas con objetivos a corto y largo plazo.
- **Manejo y mantenimiento de la salud-** Desarrollar, manejar y mantener una rutina para la salud y la promoción del bienestar, tales como la salud física, nutrición, disminuir comportamientos de riesgo para la salud y rutina de toma de medicamentos.
- **Establecimiento y manejo del hogar-** Obtener y mantener las posesiones personales y del hogar, y mantener el entorno del hogar (por ejemplo, casa, patio, jardín, electrodomésticos, vehículos), incluido el mantener y reparar los efectos personales (ropa y artículos del hogar) y saber cómo pedir ayuda o a quién contactar.
- **Preparación de la comida y la limpieza-** Planificar, preparar, servir comidas bien balanceadas y nutritivas; y la limpieza de los alimentos y utensilios después de las comidas.
- **Mantenimiento de la seguridad y responder a la emergencia-** Conocer y realizar procedimientos de prevención para mantener un entorno seguro, así como reconocer situaciones peligrosas inesperadas y repentinas; e iniciar una acción de urgencia para reducir la amenaza a la salud y la seguridad.
- **Compras-** Preparar la lista de la compra (comestibles y otros), seleccionar, adquirir y transportar los artículos; seleccionar el método de pago, y completar las transacciones monetarias.

## Educación

Incluye las actividades necesarias para el aprendizaje y la participación en el ambiente.

**Participación en la educación formal-** Incluye las categorías de participación académica (por ejemplo, las matemáticas, la lectura, trabajar para obtener un grado o título), no académica (por ejemplo, en el recreo, comedor, pasillo), extracurricular (por ejemplo, en deportes, banda, animadoras, bailes), y vocacional (pre-vocacional y vocacional / profesional).

- **Exploración de las necesidades educativas informales o de intereses personales (más allá de la educación formal)-** Identificar temas y métodos para obtener información o habilidades en los temas identificados.
- **Participación en la educación personal informal-** Participar en clases, programas y actividades que ofrecen instrucción / formación en las áreas de interés identificadas.

## Trabajo

Incluye las actividades necesarias para participar en un empleo remunerado o en actividades de voluntariado (Mosey, 1996, p. 341).

- **Intereses y actividades para la búsqueda de empleo-** Identificar y seleccionar oportunidades de empleo basado en sus recursos, sus limitaciones, sus preferencias, y sus aversiones relacionadas al trabajo (adaptado de Mosey, 1996, p. 342).
- **Búsqueda y adquisición de empleo-** Identificar y solicitar oportunidades de empleo; completar, presentar y revisar los materiales de solicitud; preparación de entrevistas; participar en entrevistas y el seguimiento posterior; discutir los beneficios del empleo; y finalizar las negociaciones.
- **Rendimiento en el trabajo / empleo-** Rendimiento en el trabajo incluyendo las habilidades y las pautas del trabajo; manejo del tiempo; las relaciones con los compañeros, administradores y clientes; la creación, producción y distribución de productos y servicios; inicio, mantenimiento y finalización de los trabajos; y el cumplimiento de las normas y procedimientos del empleo.
- **Preparación y ajuste para la jubilación / retiro-** Determinar las aptitudes, desarrollar intereses y habilidades, y seleccionar actividades vocacionales apropiadas.
- **Exploración para el voluntariado-** Determinar causas, organizaciones u oportunidades comunitarias para el “trabajo” no remunerado en relación a las aptitudes, intereses personales, ubicación y tiempo disponible.
- **Participación como voluntario-** Realizar “trabajo” no remunerado en beneficio de las causas, organizaciones o instalaciones seleccionadas.

## Juego

“Cualquier actividad organizada o espontánea que proporcione disfrute, entretenimiento o diversión” (Parham y Fazio, 1997, p. 252).

- **Exploración del juego-** Identificar actividades de juego apropiadas, las cuales pueden incluir la exploración del juego, la práctica del juego, el juego imaginario o simulado, el juego con reglas, el juego constructivo y juego simbólico.
- **Participación en el juego-** Participar en el juego; mantener un balance entre el juego y las demás áreas de ocupación; y obtener, utilizar y mantener los juguetes, equipos y suministros apropiadamente.

## Ocio o tiempo libre

“Una actividad no obligatoria que está intrínsecamente motivada y en la cual se participa durante un tiempo discrecional o libre, es decir, un tiempo no comprometido con ocupaciones obligatorias tales como trabajo, cuidado propio o dormir” (Parham y Fazio, 1997, p. 250)

- **Exploración del ocio-** Identificar intereses, habilidades, oportunidades, y actividades de ocio apropiadas.
- **Participación en el ocio-** Planificar y participar en actividades de esparcimiento adecuadas; mantener un equilibrio de las actividades de ocio con otras áreas de ocupación; y obtener, utilizar y mantener los equipos y suministros, según corresponda.

## Participación social

“Patrones de comportamiento organizados que son característicos y esperados de un individuo o de una posición determinada dentro de un sistema social” (Mosey, 1996, p. 340)

- **Participación en la comunidad-** Participar en actividades que resultan en una interacción exitosa a nivel de la comunidad (es decir, barrio, vecindad, organizaciones, trabajo, escuela).
- **Participación en la familia-** Participar en “[las actividades que resultan en] una interacción exitosa en los roles familiares requeridos y/o deseados (Mosey, 1996, p. 340).
- **Participación con compañeros, amigos-** Participar en actividades a diferentes niveles de intimidad, incluyendo participar en actividades sexuales deseadas.

NeuronUP abarca la rehabilitación de AVDs de una manera operativa, pero no por ello menos ecológica

La meta es incrementar la autonomía de las personas con daño cerebral o mantenerla en un nivel óptimo.

NeuronUP integra las características de la terapia ocupacional y de la neuropsicología llevando a cabo un análisis comprensivo de las actividades que constituyen estos campos, sin olvidar un análisis detallado de los procesos neuropsicológicos que estarían implicados en ellos. El propósito es establecer una clasificación apropiada de los niveles de complejidad de las tareas. **NeuronUP se acerca**

**a la rehabilitación de las AVDs de una manera operativa pero no por ello menos ecológica.** Integramos objetos cotidianos en simuladores que las personas usan para entrenar su uso con objetos y las secuencias que deben llevar a cabo para usarlos. Los simuladores entrenan el uso de objetos cotidianos en un entorno digital, permitiendo adquirir estrategias de resolución para un contexto real.

El análisis funcional de las secuencias que conforman las actividades de la vida diaria es nuestra prioridad.



# Habilidades sociales

De acuerdo a Beauchamp & Anderson (2010), las habilidades sociales deben ser integradas en un marco comprensivo que incorpore las cuestiones neurobiológicas y habilidades sociocognitivas que subyacen a la función social, así como a los factores internos y externos que modulan esas habilidades. Podemos considerar a las habilidades sociales como la implementación de la cognición social en un contexto social. En este caso se tratarían de conductas y estrategias que se emiten para iniciar o mantener comportamientos efectivos.

Parsons & Mitchell (2002) consideran dos modos principales para promover las habilidades sociales:

- Entrenamiento en sets comportamentales estructurados en una interacción uno-a-uno. Son muy efectivos para enseñar a las personas nuevos comportamientos o habilidades, pero a veces hay problemas para generalizar lo aprendido a nuevas tareas.
- Intervención en los entornos naturales de la personas, como la casa o el trabajo.

El objetivo en el apartado “Habilidades sociales”, en NeuronUP, es desarrollar un sistema que pueda ser integrado en diferentes contextos. Hasta ahora nos hemos centrado en aspectos de la cognición social (un prerrequisito para entrenar algunos aspectos de las habilidades sociales). Proveemos un feedback inmediato básico, pero nuestra idea futura es poder personalizarlo mostrando consecuencias.

**Las habilidades sociales requieren el manejo de la incertidumbre, e implican flexibilidad en el entrenamiento de situaciones.** Una actividad ideal en habilidades sociales modificaría el feedback en base a las respuestas de los pacientes.

Las habilidades sociales están directamente relacionadas con la calidad de vida, y el tratamiento debe ser comprensivo. Por ello, debemos proveer de una amplia gama de contextos que requieran procesos neuropsicológicos diversos y nivelados. Estos procesos aplicados a un contexto social requerirán mecanismos neuronales entrelazados a lo largo del cerebro. Los contenidos específicos a tratar en esta área son aquellos que no han sido incluidos en otros procesos neuropsicológicos de la plataforma:

- Aspectos proxémicos de la interacción social.
- Aspectos paralingüísticos de la comunicación.
- Cognición social compleja.
- Aspectos conversacionales como temas adecuados de la comunicación.
- Inhibición conductual aplicada a eventos sociales.
- Herramientas y actividades que impliquen contextos cambiantes.
- Entrenamiento metacognitivo aplicado a situaciones sociales.

# Referencias



- Adolphs, R. (2001). The neurobiology of social cognition. *Current opinion in neurobiology*, 11(2), 231-239.
- Akinwuntan, A. E., Wachtel, J., & Rosen, P. N. (2012). Driving Simulation for Evaluation and Rehabilitation of Driving After Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 21(6), 478-486. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2010.12.001
- Alexander, G. E., DeLong, M. R. & Strick, P. L. (1986) Parallel Organization of Functionally Segregated Circuits Linking Basal Ganglia and Cortex. *Annual Review of Neuroscience*, Vol. 9: 357-381
- Allen, L., Mehta, S., McClure, J., & Teasell, R. (2012). Therapeutic Interventions for Aphasia Initiated More than Six Months Post Stroke: A Review of the Evidence. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 19(6), 523-535. doi:10.1310/tsr1906-523
- Alm, N., Astell, A., Ellis, M., Dye, R., Gowans, G., & Campbell, J. (2004). A cognitive prosthesis and communication support for people with dementia. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(1-2), 117-134. doi:10.1080/09602010343000147
- Alvarez, V. A., & Sabatini, B. L. (2007). Anatomical and physiological plasticity of dendritic spines. *Annual review of neuroscience*, 30, 79-97. doi:10.1146/annurev.neuro.30.051606.094222
- Arroyo-Anlló, E. M., Díaz-Marta, J. P., & Sánchez, J. C. (2012). Técnicas de rehabilitación neuropsicológica en demencias: hacia la ciber-rehabilitación neuropsicológica. *Pensamiento Psicológico*, 10(1), 107-127.
- Assistive technology: Matching device and consumer for successful rehabilitation.* (2002) (Vol. xiii). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Ayres, K. M., Langone, J., Boon, R. T., & Norman, A. (2006). Computer-Based Instruction for Purchasing Skills. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 41(3), 253-263.
- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action* (Vol. xviii). New York, NY, US: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory* (Vol. xi). Hove, England: Psychology Press/Taylor & Francis (UK).
- Badre, D. (2008) Cognitive control, hierarchy, and the rostro-caudal organization of the frontal lobes. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 12, Issue 5: 193-200
- Badre, D. & D'Esposito, M. (2009) Is the rostro-caudal axis of the frontal lobe hierarchical? *Nat Rev Neuroscience*, Vol. 10, Issue 9: 659-669
- Banich, M.T. (2004). *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology* (second edition). Boston: Houghton-Mifflin.
- Barker-Collo, S. L., Feigin, V. L., Lawes, C. M. M., Parag, V., Senior, H., & Rodgers, A. (2009). Reducing Attention Deficits After Stroke Using Attention Process Training A Randomized Controlled Trial. *Stroke*, 40(10), 3293-3298. doi:10.1161/STROKEAHA.109.558239
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a «theory of mind»? *Cognition*, 21(1), 37-46.
- Basak, C., Boot, W. R., Voss, M. W., & Kramer, A. F. (2008). Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychology and aging*, 23(4), 765-777. doi:10.1037/a0013494
- Beauchamp, M. H., & Anderson, V. (2010). SOCIAL: An Integrative Framework for the Development of Social Skills. *Psychological Bulletin*, 136(1), 39-64.
- Beaumont, R., & Sofronoff, K. (2008). A multi-component social skills intervention for children with Asperger syndrome: The Junior Detective Training Program. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49(7), 743-753. doi:10.1111/j.1469-7610.2008.01920.x
- Benedet Alvarez, M. J. (2002). *Fundamento teórico y metodológico de la neuropsicología cognitiva*. IMSERSO
- Ben-Yishay, Y., Piasetsky, E., and Rattok, J. A. (1987) Systematic Method for Ameliorating Disorders in Basic Attention. In: Meier, M., Benton, A., and Diller, L., (Ed.), *Neuropsychological Rehabilitation*. (pp. 165-181). The Guilford Press, New York.
- Bergman, M. M. (2002). The benefits of a cognitive orthotic in brain injury rehabilitation. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 17(5), 431-445.
- Bergquist, T., Gehl, C., Mandrekar, J., Lepore, S., Hanna, S., Osten, A., & Beaulieu, W. (2009). The effect of internet-based cognitive rehabilitation in persons with memory impairments after severe traumatic brain injury. *Brain Injury*, 23(10), 790-799. doi:10.1080/02699050903196688
- Berlucchi, G. (2011). Brain plasticity and cognitive neurorehabilitation. *Neuropsychological rehabilitation*, 21(5), 560-578. doi:10.1080/09602011.2011.573255
- Bernabeu M., Roig T. (1999). *La rehabilitación del traumatismo craneoencefálico: un enfoque rehabilitador*. Barcelona. Fundació Institut Guttmann.
- Bernard-Opitz, V., Sriram, N., & Nakhoda-Sapuan, S. (2001). Enhancing social problem solving in children with autism and normal children through computer-assisted instruction. *Journal of autism and developmental disorders*, 31(4), 377-384.

- Bonder, B., Haas, V. D. B., & Wagner, M. B. (2008). *Functional Performance in Older Adults* (3rd Revised edition.). F.A. Davis Company.
- Boot, W. R., Kramer, A. F., Simons, D. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2008). The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta Psychologica*, 129(3), 387-398. doi:10.1016/j.actpsy.2008.09.005
- Borghese, N. A., Bottini, G., & Sedda, A. (2013). Videogame Based Neglect Rehabilitation: A Role for Spatial Remapping and Multisensory Integration? *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. doi:10.3389/fnhum.2013.00116
- Boyke, J., Driemeyer, J., Gaser, C., Büchel, C., & May, A. (2008). Training-Induced Brain Structure Changes in the Elderly. *The Journal of Neuroscience*, 28(28), 7031-7035. doi:10.1523/JNEUROSCI.0742-08.2008
- Bruna, O., Roig, T., Puyuelo, M., Junqué, C. & Ruano, A. (Eds.) *Rehabilitación neuropsicológica. Intervención y práctica clínica*. (2011). Barcelona: Masson.
- Burgess, P. W., Alderman, N., Forbes, C., Costello, A., M-A.coates, L., Dawson, D. R., ... Channon, S. (2006). The case for the development and use of measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12(02), 194-209.
- Buxbaum, L. J., & Coslett, H. (2001). Specialised structural descriptions for human body parts: Evidence from autotopagnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 18(4), 289-306. doi:10.1080/026443290126172
- Buxbaum, L. J., Haaland, K. Y., Hallett, M., Wheaton, L., Heilman, K. M., Rodriguez, A., & Rothi, L. J. G. (2008). Treatment of Limb Apraxia. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 87(2), 149-161. doi:10.1097/PHM.0b013e31815e6727
- Caglio, M., Latini-Corazzini, L., D'Agata, F., Cauda, F., Sacco, K., Monteverdi, S., ... Geminiani, G. (2012). Virtual navigation for memory rehabilitation in a traumatic brain injured patient. *Neurocase*, 18(2), 123-131. doi:10.1080/13554794.2011.568499
- Caglio, Marcella, Latini-Corazzini, L., D'agata, F., Cauda, F., Sacco, K., Monteverdi, S., ... Geminiani, G. (2009). Video game play changes spatial and verbal memory: rehabilitation of a single case with traumatic brain injury. *Cognitive Processing*, 10(2), 195-197. doi:10.1007/s10339-009-0295-6
- Cameirão, M. S., Bermúdez I Badía, S., Duarte Oller, E., & Verschure, P. F. M. J. (2009). The rehabilitation gaming system: a review. *Studies in health technology and informatics*, 145, 65-83.
- Cassavaugh, N. D., & Kramer, A. F. (2009). Transfer of computer-based training to simulated driving in older adults. *Applied Ergonomics*, 40(5), 943-952. doi:10.1016/j.apergo.2009.02.001
- Cattaneo, L., & Rizzolatti, G. (2009). The mirror neuron system. *Archives of neurology*, 66(5), 557-560. doi:10.1001/archneurol.2009.41
- Cernich, PhD, S. M. K., PhD, K. L. M., & PhD, P. B. R. (2010). Cognitive Rehabilitation in Traumatic Brain Injury. *Current Treatment Options in Neurology*, 12(5), 412-423. doi:10.1007/s11940-010-0085-6
- Cha, Y.-J., & Kim, H. (2013). Effect of computer-based cognitive rehabilitation (CBCR) for people with stroke: A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*, 32(2), 359-368. doi:10.3233/NRE-130856
- Cho, B.-H., Ku, J., Jang, D. P., Kim, S., Lee, Y. H., Kim, I. Y., ... Kim, S. I. (2002). The Effect of Virtual Reality Cognitive Training for Attention Enhancement. *CyberPsychology & Behavior*, 5(2), 129-137. doi:10.1089/109493102753770516
- Christensen, A.-L., & Uzzell, B. P. (2000). *International Handbook of Neuropsychological Rehabilitation*. Springer.
- Cicerone, K D, Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergquist, T. F., ... Morse, P. A. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation: recommendations for clinical practice. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(12), 1596-1615. doi:10.1053/apmr.2000.19240
- Cicerone, Keith D, Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M., ... Ashman, T. (2011). Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 2003 through 2008. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(4), 519-530. doi:10.1016/j.apmr.2010.11.015
- Cihak, D. F., Kessler, K., & Alberto, P. A. (2008). Use of a Handheld Prompting System to Transition Independently through Vocational Tasks for Students with Moderate and Severe Intellectual Disabilities. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 43(1), 102-110.
- Cipriani, G., Bianchetti, A., & Trabucchi, M. (2006). Outcomes of a computer-based cognitive rehabilitation program on Alzheimer's disease patients compared with those on patients affected by mild cognitive impairment. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 43(3), 327-335. doi:10.1016/j.archger.2005.12.003
- Cohene, T., Baecker, R., & Marziali, E. (2005). Designing Interactive Life Story Multimedia for a Family Affected by Alzheimer's Disease: A Case Study. En *Proceedings of ACM CHI* (pp. 2-7).
- Cole, E. (1999). Cognitive prosthetics: an overview to a method of treatment. *NeuroRehabilitation*, 12(1), 39-51.

- Cole, E., Ziegmann, M., Wu, Y., Yonker, V., Gustafson, C., & Cirwithen, S. (2000). Use of “therapist-friendly” tools in cognitive assistive technology and telerehabilitation. In: *Proceedings of the RESNA 2000 Annual Conference: Technology for the New Millennium, June 28-July 2, 2000, Omni Rosen Hotel, Orlando, Florida* (p. 31). RESNA Press.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in cognitive sciences*, 7(12), 547-552.
- Cook, D. A. (2005). The research we still are not doing: an agenda for the study of computer-based learning. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges*, 80(6), 541-548.
- Cook, D. A. (2012). Revisiting cognitive and learning styles in computer-assisted instruction: not so useful after all. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges*, 87(6), 778-784. doi:10.1097/ACM.0b013e3182541286
- Corbetta, M., Patel, G., & Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: from environment to theory of mind. *Neuron*, 58(3), 306-324. doi:10.1016/j.neuron.2008.04.017
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671-684. doi:10.1016/S0022-5371(72)80001-X
- Crete-Nishihata, M., Baecker, R. M., Massimi, M., Ptak, D., Campigotto, R., Kaufman, L. D., ... Black, S. E. (2012). Reconstructing the Past: Personal Memory Technologies Are Not Just Personal and Not Just for Memory. *Human-Computer Interaction*, 27(1-2), 92-123. doi:10.1080/07370024.2012.656062
- Cubelli, R., Marchetti, C., Boscolo, G., & Della Sala, S. (2000). Cognition in Action: Testing a Model of Limb Apraxia. *Brain and Cognition*, 44(2), 144-165. doi:10.1006/brcg.2000.1226
- Cuevas, H. M., Fiore, S. M., & Oser, R. L. (2002). Scaffolding cognitive and metacognitive processes in low verbal ability learners: Use of diagrams in computer-based training environments. *Instructional Science*, 30(6), 433-464. doi:10.1023/A:1020516301541
- Damasio, A. R. (1989). The Brain Binds Entities and Events by Multiregional Activation from Convergence Zones. *Neural Computation*, 1(1), 123-132. doi:10.1162/neco.1989.1.1.123
- Damasio, A.R. & Damasio, H. (1992), Cerebro y Lenguaje. *Investigación y Ciencia*, 194, 59-66.
- Das Nair, R., Ferguson, H., Stark, D. L., & Lincoln, N. B. (2012). Memory Rehabilitation for people with multiple sclerosis. *Cochrane database of systematic reviews (Online)*, 3, CD008754. doi:10.1002/14651858.CD008754.pub2
- Deng, W., Aimone, J. B., & Gage, F. H. (2010). New neurons and new memories: how does adult hippocampal neurogenesis affect learning and memory? *Nature reviews. Neuroscience*, 11(5), 339-350. doi:10.1038/nrn2822
- Dennis, N. A., & Cabeza, R. (2011). Age-related dedifferentiation of learning systems: an fMRI study of implicit and explicit learning. *Neurobiology of aging*, 32(12), 2318.e17-2318.e30. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2010.04.004
- Deutsch, J. E., Merians, A. S., Adamovich, S., Poizner, H., & Burdea, G. C. (2004). Development and application of virtual reality technology to improve hand use and gait of individuals post-stroke. *Restorative neurology and neuroscience*, 22(3-5), 371-386.
- Dobkin, B. H. (2005). Rehabilitation after Stroke. *New England Journal of Medicine*, 352(16), 1677-1684. doi:10.1056/NEJMc043511
- Dobkin, B. H. (2007). Brain-computer interface technology as a tool to augment plasticity and outcomes for neurological rehabilitation. *The Journal of Physiology*, 579(3), 637-642. doi:10.1113/jphysiol.2006.123067
- Dosenbach, N. U. F., Fair, D. A., Cohen, A. L., Schlaggar, B. L., & Petersen, S. E. (2008). A dual-networks architecture of top-down control. *Trends in cognitive sciences*, 12(3), 99-105. doi:10.1016/j.tics.2008.01.001
- Dye, M. W. G., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009). The development of attention skills in action video game players. *Neuropsychologia*, 47(8-9), 1780-1789. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2009.02.002
- Edelman, G. M., & Gally, J. A. (2001). Degeneracy and complexity in biological systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(24), 13763-13768. doi:10.1073/pnas.231499798
- Edmans, J. A., Webster, J., & Lincoln, N. B. (2000). A comparison of two approaches in the treatment of perceptual problems after stroke. *Clinical Rehabilitation*, 14(3), 230-243. doi:10.1191/026921500673333145
- Ehlhardt, L. A., Sohlberg, M. M., Glang, A., & Albin, R. (2005). TEACH-M: A pilot study evaluating an instructional sequence for persons with impaired memory and executive functions. *Brain injury: [BI]*, 19(8), 569-583.
- Ellis, A. W., & Young, A. W. (1996). *Human Cognitive Neuropsychology: A Textbook with Readings*. Psychology Press.
- Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Björk-Eriksson, T., Alborn, A. M., Nordborg, C., Peterson, D. A., & Gage, F. H. (1998). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature medicine*, 4(11), 1313-1317. doi:10.1038/3305

- Farah, M. (2004). *Visual agnosia*. MIT Press.
- Fasotti, L., Kovacs, F., Eling, P. A. T. M., & Brouwer, W. H. (2000). Time Pressure Management as a Compensatory Strategy Training after Closed Head Injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, 10(1), 47-65. doi:10.1080/096020100389291
- Faucounau, V., Wu, Y. H., Boulay, M., De Rotrou, J., & Rigaud, A. S. (2010). Cognitive intervention programmes on patients affected by Mild Cognitive Impairment: a promising intervention tool for MCI? *The journal of nutrition, health & aging*, 14(1), 31-35.
- Fink, R., Brecher, A., Sobel, P., & Schwartz, M. (2005). Computer-assisted treatment of word retrieval deficits in aphasia. *Aphasiology*, 19(10-11), 943-954. doi:10.1080/02687030544000155
- Flavia, M., Stampatori, C., Zanotti, D., Parinello, G., & Capra, R. (2010). Efficacy and specificity of intensive cognitive rehabilitation of attention and executive functions in multiple sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences*, 288(1-2), 101-105. doi:10.1016/j.jns.2009.09.024
- Flnkel, S. I., & Yesavage, J. A. (1989). Learning mnemonics: A preliminary evaluation of a computer-aided instruction package for the elderly. *Experimental Aging Research*, 15(4), 199-201. doi:10.1080/03610738908259776
- Fox, M. D., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., Corbetta, M., Essen, D. C. V., & Raichle, M. E. (2005). The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(27), 9673-9678. doi:10.1073/pnas.0504136102
- Fredericks J.A.M. (1969) The agnosias. In: Bruin, G. W. (Ed.) *Handbook of Clinical Neurology*. Vol. 3 Amsterdam: Nother-Holland
- Friedman, N P, & Miyake, A. (2000). Differential roles for visuospatial and verbal working memory in situation model construction. *Journal of experimental psychology. General*, 129(1), 61-83.
- Friedman, Naomi P, Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., Defries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological science*, 17(2), 172-179. doi:10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x
- Fuchs, E., & Gould, E. (2000). In vivo neurogenesis in the adult brain: regulation and functional implications. *European Journal of Neuroscience*, 12(7), 2211-2214. doi:10.1046/j.1460-9568.2000.00130.x
- Furniss, F., Lancioni, G., Rocha, N., Cunha, B., Seedhouse, P., Morato, P., & O'Reilly, M. F. (2001). VICAID: Development and evaluation of a palmtop-based job aid for workers with severe developmental disabilities. *British Journal of Educational Technology*, 32(3), 277-287. doi:10.1111/1467-8535.00198
- Fuster, J. M. (2004). Upper processing stages of the perception-action cycle. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(4), 143-145. doi:10.1016/j.tics.2004.02.004
- Gathercole, S. E., & Alloway, T. (s. f.). Practitioner review: Short-term and working memory impairments in neurodevelopmental disorders: diagnosis and remedial support. *Journal of child psychology and psychiatry and allied disciplines*, 47(1), 4-15.
- Ge, S., Sailor, K. A., Ming, G., & Song, H. (2008). Synaptic integration and plasticity of new neurons in the adult hippocampus. *The Journal of Physiology*, 586(16), 3759-3765. doi:10.1113/jphysiol.2008.155655
- Gentry, T. (2008). PDAs as Cognitive Aids for People With Multiple Sclerosis. *The American Journal of Occupational Therapy*, 62(1), 18-27. doi:10.5014/ajot.62.1.18
- Gentry, T., Wallace, J., Kvarfordt, C., & Lynch, K. B. (2008). Personal digital assistants as cognitive aids for individuals with severe traumatic brain injury: a community-based trial. *Brain injury: [BI]*, 22(1), 19-24. doi:10.1080/02699050701810688
- Gillespie, A., Best, C., & O'Neill, B. (2012). Cognitive function and assistive technology for cognition: a systematic review. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 18(1), 1-19. doi:10.1017/S1355617711001548
- Gillette, Y., & Depompei, R. (2008). Do PDAs enhance the organization and memory skills of students with cognitive disabilities? *Psychology in the Schools*, 45(7), 665-677. doi:10.1002/pits.20316
- Ginarte-Arias, Y. (2002). [Cognitive rehabilitation. Theoretical and methodological aspects]. *Revista de neurologia*, 35(9), 870-876.
- Glisky, E. L., Schacter, D. L., & Tulving, E. (1986). Computer learning by memory-impaired patients: Acquisition and retention of complex knowledge. *Neuropsychologia*, 24(3), 313-328. doi:10.1016/0028-3932(86)90017-5
- Goldsmith, T. R., & LeBlanc, L. A. (2004). Use of Technology in Interventions for Children with Autism. *Journal of Early and Intensive Behavior Intervention*, 1(2), 166-178.
- Gordon, W. A., Hibbard, M. R., Egelko, S., Diller, L., Shaver, M. S., Lieberman, A., & Ragnarsson, K. (1985). Perceptual remediation in patients with right brain damage: a comprehensive program. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 66(6), 353-359.
- Gorman, P., Dayle, R., Hood, C.-A., & Rumrell, L. (2003). Effectiveness of the ISAAC cognitive prosthetic system for improving rehabilitation outcomes with neurofunctional impairment. *NeuroRehabilitation*, 18(1), 57-67.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective

- attention. *Nature*, 423(6939), 534-537. doi:10.1038/nature01647
- Gross, C. G. (2000). Neurogenesis in the adult brain: death of a dogma. *Nature Reviews Neuroscience*, 1(1), 67-73. doi:10.1038/35036235
- Grynszpan, O., Perbal, S., Pelissolo, A., Fos-sati, P., Jouvent, R., Dubal, S., & Perez-Diaz, F. (2010). Efficacy and specificity of computer-assisted cognitive remediation in schizophrenia: a meta-analytical study. *Psychological Medicine*, 41(01), 163-173. doi:10.1017/S0033291710000607
- Hall, T. E., Hughes, C. A., & Filbert, M. (2000). Computer Assisted Instruction in Reading for Students with Learning Disabilities: A Research Synthesis. *Education and Treatment of Children*, 23(2), 173-93.
- Hasselbring, T. S., & Bausch, M. E. (2006). Assistive Technologies for Reading. *Educational Leadership*, 63(4), 72-75.
- Hermanutz, M., & Gestrich, J. (1991). Computer-assisted attention training in schizophrenics. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 240(4-5), 282-287. doi:10.1007/BF02189541
- Hofmann, M., Rösler, A., Schwarz, W., Müller-Spahn, F., Kräuchi, K., Hock, C., & Seifritz, E. (2003). Interactive computer-training as a therapeutic tool in Alzheimer's disease. *Comprehensive Psychiatry*, 44(3), 213-219. doi:10.1016/S0010-440X(03)00006-3
- Humphreys, G. W., & Riddoch, M. J. (2006). Features, objects, action: The cognitive neuropsychology of visual object processing, 1984-2004. *Cognitive neuropsychology*, 23(1), 156-183. doi:10.1080/02643290542000030
- Iacoboni, M. & Dapretto, M. (2006) The mirror Neuron System and the consequences of its dysfunction. *Nat Rev Neuroscience*, 7(12):942-951
- Jak, A. J., Seelye, A. M., & Jurick, S. M. (2013). Crosswords to computers: a critical review of popular approaches to cognitive enhancement. *Neuropsychology review*, 23(1), 13-26. doi:10.1007/s11065-013-9226-5
- Jiang, L., Guan, C., Zhang, H., Wang, C., & Jiang, B. (2011). Brain computer interface based 3D game for attention training and rehabilitation. En *2011 6th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)* (pp. 124-127). Presentado en 2011 6th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA). doi:10.1109/ICIEA.2011.5975562
- Jobe, J. B., Smith, D. M., Ball, K., Tennstedt, S. L., Marsiske, M., Willis, S. L., ... Kleinman, K. (2001). Active: A cognitive intervention trial to promote independence in older adults. *Controlled Clinical Trials*, 22(4), 453-479. doi:10.1016/S0197-2456(01)00139-8
- Johansson, B., & Tornmalm, M. (2012). Working memory training for patients with acquired brain injury: effects in daily life. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 19(2), 176-183. doi:10.3109/11038128.2011.603352
- Junqué, C. & Barroso, J. (1999). *Neuropsychología*. Madrid: Síntesis.
- Kapur, N., Glisky, E. L., & Wilson, B. A. (s. f.). Technological memory aids for people with memory deficits. *Neuropsychological rehabilitation*, 14(1-2), 41-60.
- Kim, A.-H., Vaughn, S., Klingner, J. K., Woodruff, A. L., Reutebuch, C. K., & Kouze-kanani, K. (2006). Improving the Reading Comprehension of Middle School Students With Disabilities Through Computer-Assisted Collaborative Strategic Reading. *Remedial and Special Education*, 27(4), 235-249. doi:10.1177/07419325060270040401
- Kueider, A. M., Parisi, J. M., Gross, A. L., & Rebok, G. W. (2012). Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review. *PLoS ONE*, 7(7). doi:10.1371/journal.pone.0040588
- Kvavilashvili, L., & Ellis, J. (2004). Ecological validity and twenty years of real-life/laboratory controversy in memory research: A critical (and historical) review. *History and Philosophy of Psychology*, vol 6, pp. 59-80.
- Landauer, T. K., & Bjork, R. A. (1978). Optimum rehearsal patterns and name learning. In: M. M. Gruneberg, P. E. Morris, & R. N. Sykes (Eds.) *Practical aspects of memory* (pp. 625-632). London: Academic Press.
- Lane, S. J., & Mistrett, S. G. (1996). Play and Assistive Technology Issues for Infants and Young Children with Disabilities A Preliminary Examination. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 11(2), 96-104. doi:10.1177/108835769601100205
- Lange, B., Flynn, S. M., & Rizzo, A. A. (2009). Game-based telerehabilitation. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 45(1), 143-151.
- Lauterbach, S. A., Foreman, M. H., & Engsb-erg, J. R. (2013). Computer Games as Therapy for Persons with Stroke. *Games for Health Journal*, 2(1), 24-28. doi:10.1089/g4h.2012.0032
- Lee, J., Fowler, R., Rodney, D., Cherney, L., & Small, S. L. (2010). IMITATE: An intensive computer-based treatment for aphasia based on action observation and imitation. *Aphasiology*, 24(4), 449-465. doi:10.1080/02687030802714157
- Lee, Y., & Vail, C. O. (2005). Computer-Based Reading Instruction for Young Children with Disabilities. *Journal of Special Education Technology*, 20(1), 5-18.
- Lezak, M. D. (2004). *Neuropsychological assessment*, 4 Ed. Oxford University Press.

- Liepman H. (1990) Das Krankheitsbild der Apraxia auf Grund eines Falles von einseitiger Apraxie. *Msschr Psychiat Neurol* 8: 15-44, 102-132, 188-197.
- Lopez-Martinez, A., Santiago-Ramajo, S., Caracuel, A., Valls-Serrano, C., Hornos, M. J., & Rodriguez-Fortiz, M. J. (2011). Game of gifts purchase: Computer-based training of executive functions for the elderly (pp. 1-8). IEEE. doi:10.1109/SeGAH.2011.6165448
- LoPresti, E. F., Bodine, C., & Lewis, C. (2008). Assistive technology for cognition. *IEEE engineering in medicine and biology magazine: the quarterly magazine of the Engineering in Medicine & Biology Society*, 27(2), 29-39. doi:10.1109/EMB.2007.907396
- LoPresti, E., Mihailidis, A., & Kirsch, N. (2004). Assistive technology for cognitive rehabilitation: State of the art. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(1-2), 5-39. doi:10.1080/09602010343000101
- Lubrin, G., Periañez, J. A., & Rios-Lago, M. (2009). Introducción a la estimulación cognitiva y la rehabilitación neuropsicológica. In: Muñoz-Marrón, E. (Ed.), *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica* (pp. 13-34). Barcelona: Editoria UOC.
- Lynch, B. (2002). Historical review of computer-assisted cognitive retraining. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 17(5), 446-457.
- MacArthur, C. A., Ferretti, R. P., Okolo, C. M., & Cavalier, A. R. (2001). Technology applications for students with literacy problems: A critical review. *The Elementary School Journal*, 101(3), 273-301. doi:10.1086/499669
- Maccini, P., Gagnon, J. C., & Hughes, C. A. (2002). Technology-Based Practices for Secondary Students with Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 25(4), 247. doi:10.2307/1511356
- Mangiron. (1999). Accesibilidad a los videojuegos: estado actual y perspectivas futuras. *Trans: Revista de Traductología*, 15, 53-67.
- Marr, D., & Nishihara, H. K. (1978). Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing papers of a Biological character. Royal Society (Great Britain)*, 200(1140), 269-294.
- Marr, D., & Vaina, L. (1982). Representation and recognition of the movements of shapes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing papers of a Biological character. Royal Society (Great Britain)*, 214(1197), 501-524.
- Martinell Gispert-Sauch, M. (2012) *Lenguaje, afasias y trastornos de la comunicación*. In: Bruna, O., Roig, T., Puyuelo, M., Junqué, C. & Ruano, A. (Eds.) *Rehabilitación neuropsicológica. Intervención y práctica clínica* (pp. 61-82). Barcelona: Masson
- Mateer, C. A., & Sohlberg, M. M. (2001). *Cognitive Rehabilitation: An Integrative Neuropsychological Approach* (2.a ed.). Guilford Press.
- Mautone, J. A., DuPaul, G. J., & Jitendra, A. K. (2005). The Effects of Computer-Assisted Instruction on the Mathematics Performance and Classroom Behavior of Children With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 9(1), 301-312. doi:10.1177/1087054705278832
- McDonald, A., Haslam, C., Yates, P., Gurr, B., Leeder, G., & Sayers, A. (2011). Google Calendar: A new memory aid to compensate for prospective memory deficits following acquired brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, 21(6), 784-807. doi:10.1080/09602011.2011.598405
- Mechling, L. C., & Ortega-Hurndon, F. (2007). Computer-Based Video Instruction to Teach Young Adults with Moderate Intellectual Disabilities to Perform Multiple Step, Job Tasks in a Generalized Setting. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 42(1), 24-37.
- Medalia, A., Aluma, M., Tryon, W., & Merriam, A. E. (1998). Effectiveness of attention training in schizophrenia. *Schizophrenia bulletin*, 24(1), 147-152.
- Michel, J. A., & Mateer, C. A. (2006). Attention rehabilitation following stroke and traumatic brain injury. A review. *Europa medicophysica*, 42(1), 59-67.
- Mihailidis, A., Fernie, G. R., & Barbenel, J. C. (2001). The use of artificial intelligence in the design of an intelligent cognitive orthosis for people with dementia. *Assistive technology: the official journal of RESNA*, 13(1), 23-39. doi:10.1080/10400435.2001.10132031
- Ming, G.-L., & Song, H. (2011). Adult neurogenesis in the mammalian brain: significant answers and significant questions. *Neuron*, 70(4), 687-702. doi:10.1016/j.neuron.2011.05.001
- Miyake, A., Emerson, M. J., & Friedman, N. P. (2000). Assessment of executive functions in clinical settings: problems and recommendations. *Seminars in speech and language*, 21(2), 169-183.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology. General*, 130(4), 621-640.
- Molinari, M., Petrosini, L., Misciagna, S., & Leggio, M. (2004). Visuospatial abilities in cerebellar disorders. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 75(2), 235-240.
- Morganti, F., Gaggioli, A., Castelnuovo, G., Bulla, D., Vettorello, M., & Riva, G. (2003). The use of technology-supported mental imagery in neurological rehabilitation: a re-

- search protocol. *Cyberpsychology & behavior: the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, 6(4), 421-427. doi:10.1089/10949310332278817
- Moulton, S. T., & Kosslyn, S. M. (2009). Imagining predictions: mental imagery as mental emulation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1521), 1273-1280. doi:10.1098/rstb.2008.0314
- Muñoz Cespedes, J. M. M., & Tirapu Ustároz, J. (2008). *Rehabilitación neuropsicológica. Síntesis*.
- Muñoz Céspedes, J. M., & Tirapu Ustároz, J. (2004). [Rehabilitation programs for executive functions]. *Revista de neurología*, 38(7), 656-663.
- Nair, R. das, & Lincoln, N. B. (2012). Evaluation of Rehabilitation of Memory in Neurological Disabilities (ReMiND): a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 26(10), 894-903. doi:10.1177/0269215511435424
- Neubauer, K., von Auer, M., Murray, E., Petermann, F., Helbig-Lang, S., & Gerlach, A. L. (2013). Internet-delivered attention modification training as a treatment for social phobia: a randomized controlled trial. *Behaviour research and therapy*, 51(2), 87-97. doi:10.1016/j.brat.2012.10.006
- Newell, A. F., & Gregor, P. (2000). "User Sensitive Inclusive Design" in search of a new paradigm. In: Proceedings on the 2000 conference on Universal Usability (CUU '00), John Thomas (Ed.). ACM, New York, NY, USA, 39-44. Association for Computing Machinery.
- Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Nozawa, T., Kambara, T., ... Kawashima, R. (2013). Brain Training Game Boosts Executive Functions, Working Memory and Processing Speed in the Young Adults: A Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE*, 8(2), e55518. doi:10.1371/journal.pone.0055518
- O'Neill, B., Moran, K., & Gillespie, A. (2010). Scaffolding rehabilitation behaviour using a voice-mediated assistive technology for cognition. *Neuropsychological Rehabilitation*, 20(4), 509-527. doi:10.1080/09602010903519652
- Occupational Therapy Practice Framework: Domain & Process 2nd Edition. (2008). *The American Journal of Occupational Therapy*, 62(6), 625-683. doi:10.5014/ajot.62.6.625
- Ochsner, K. N. (2008). The Social-Emotional Processing Stream: Five Core Constructs and Their Translational Potential for Schizophrenia and Beyond. *Biological Psychiatry*, 64(1), 48-61. doi:10.1016/j.biopsych.2008.04.024
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in cognitive sciences*, 9(5), 242-249. doi:10.1016/j.tics.2005.03.010
- Oremus, M., Santaguida, P., Walker, K., Wishart, L. R., Siegel, K. L., & Raina, P. (2012). Studies of stroke rehabilitation therapies should report blinding and rationalize use of outcome measurement instruments. *Journal of clinical epidemiology*, 65(4), 368-374. doi:10.1016/j.jclinepi.2011.10.013
- Ortega-Tudela, J. M., & Gómez-Ariza, C. J. (2006). Computer-assisted teaching and mathematical learning in Down Syndrome children. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(4), 298-307. doi:10.1111/j.1365-2729.2006.00179.x
- Parsons, S., & Mitchell, P. (2002). The potential of virtual reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders. *Journal of Intellectual Disability Research*, 46(5), 430-443. doi:10.1046/j.1365-2788.2002.00425.x
- Peretz, C., Korczyn, A. D., Shatil, E., Aharonson, V., Birnboim, S., & Giladi, N. (2011). Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: a randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation. *Neuroepidemiology*, 36(2), 91-99. doi:10.1159/000323950
- Posner, M.I. (1995). Forward. In: Rugg, M. D., & Coles, M. G. H. (Eds.) *Electrophysiology of Mind*. Oxford: University Press.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual review of neuroscience*, 13, 25-42. doi:10.1146/annurev.ne.13.030190.000325
- Prigatano, G. P. (1999). *Principles of Neuropsychological Rehabilitation*. Oxford University Press Inc.
- Rabiner, D. L., Murray, D. W., Skinner, A. T., & Malone, P. S. (2010). A Randomized Trial of Two Promising Computer-Based Interventions for Students with Attention Difficulties. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 38(1), 131-142. doi:10.1007/s10802-009-9353-x
- Rebok, G. W., Carlson, M. C., & Langbaum, J. B. S. (2007). Training and Maintaining Memory Abilities in Healthy Older Adults: Traditional and Novel Approaches. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 62(Special Issue 1), 53-61.
- Riddoch, M., & Humphreys, G. (2001). Object Recognition. In: B. Rapp (Ed.) *Handbook of Cognitive Neuropsychology*. Hove: Psychology Press
- Roig, T. & Sánchez-Carrión, R. (2005) Aplicaciones de las nuevas tecnologías en la rehabilitación neuropsicológica en los traumatismos craneoencefálicos (TCE) En: Montagut F., Flotats G., Lucas E. *Rehabilitación domiciliaria. Principios, indicaciones y programas terapéuticos*. Barcelona: Masson.
- Sablier, J., Stip, E., Franck, N., Giroux, S., Pigot, H., & Nadeau-Marcotte, F. (2011). Mobus project-assistive technology for improving cognition and autonomy of patients with schizophrenia. *International Clinical Psychopharmacology*, 26, e65-e66. doi:10.1097/01.yic.0000405743.97198.55

- Salas, C., Báez, M. T., Garreaud, A. M., & Daccarett, C. (2007). Experiences and challenges in cognitive rehabilitation: towards a model of contextualized intervention? *Rev. chil. neuropsicol. (Impr.)*, 2(1), 21-30.
- Sánchez-Carrión, R., Gómez Pulido, A., García-Molina, A., Rodríguez Rajo, P., & Roig Rovira, T. (2011) Tecnologías aplicadas a la rehabilitación neuropsicológica. In: Bruna, O., Roig, T., Puyuelo, M., Junqué, C. & Ruano, A. (Eds.) *Rehabilitación neuropsicológica. Intervención y práctica clínica* (pp. 131-140). Barcelona: Masson
- Sánchez Cubillo, I. (1 de Abril, 2011) *Actualización en Cognición Social: a propósito de dos casos* [diapositivas en PowerPoint].
- Sansosti, F. J., & Powell-Smith, K. A. (2008). Using Computer-Presented Social Stories and Video Models to Increase the Social Communication Skills of Children With High-Functioning Autism Spectrum Disorders. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 10(3), 162-178. doi:10.1177/1098300708316259
- Santaguida, P., Oremus, M., Walker, K., Wishart, L. R., Siegel, K. L., & Raina, P. (2012). Systematic reviews identify important methodological flaws in stroke rehabilitation therapy primary studies: review of reviews. *Journal of clinical epidemiology*, 65(4), 358-367. doi:10.1016/j.jclinepi.2011.10.012
- Schachter, D. L., & Endel, T. (1994). *Memory systems 1994*. MIT Press.
- Scherer, M. J., *Assistive technology: Matching device and consumer for successful rehabilitation*. (2002) (Vol. XIII). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Schmidt, N. B., Richey, J. A., Buckner, J. D., & Timpano, K. R. (2009). Attention training for generalized social anxiety disorder. *Journal of abnormal psychology*, 118(1), 5-14. doi:10.1037/a0013643
- Schmitter-Edgecombe, M., Fahy, J. F., Whelan, J. P., & Long, C. J. (1995). Memory remediation after severe closed head injury: notebook training versus supportive therapy. *Journal of consulting and clinical psychology*, 63(3), 484-489.
- Seo, Y.-J., & Bryant, D. P. (2009). Analysis of studies of the effects of computer-assisted instruction on the mathematics performance of students with learning disabilities. *Computers & Education*, 53(3), 913-928. doi:10.1016/j.compedu.2009.05.002
- Sepchat, A., Descarpentries, S., Monmarché, N., & Slimane, M. (s. f.). MP3 Players and Audio Games: An Alternative to Portable Video Games Console for Visually Impaired Players. En K. Miesenberger, J. Klaus, W. Ziegler, & A. Karshmer (Eds.), *Computers Helping People with Special Needs* (Vol. 5105, pp. 553-560). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Shalev, L., Tsal, Y., & Mevorach, C. (2007). Computerized Progressive Attentional Training (CPAT) Program: Effective Direct Intervention for Children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 13(4), 382-388. doi:10.1080/09297040600770787
- Shatil, E., Metzger, A., Horvitz, O., & Miller, A. (2010). Home-based personalized cognitive training in MS patients: a study of adherence and cognitive performance. *NeuroRehabilitation*, 26(2), 143-153. doi:10.3233/NRE-2010-0546
- Shaw, R., & Lewis, V. (2005). The impact of computer-mediated and traditional academic task presentation on the performance and behaviour of children with ADHD. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 5(2), 47-54. doi:10.1111/J.1471-3802.2005.00041.x
- Silver, M., & Oakes, P. (2001). Evaluation of a New Computer Intervention to Teach People with Autism or Asperger Syndrome to Recognize and Predict Emotions in Others. *Autism*, 5(3), 299-316. doi:10.1177/1362361301005003007
- Sitdhisanguan, K., Chotikakamthorn, N., Dechaboon, A., & Out, P. (2012). Using tangible user interfaces in computer-based training systems for low-functioning autistic children. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(2), 143-155. doi:10.1007/s00779-011-0382-4
- Sohlberg, M M, & Mateer, C. A. (1987). Effectiveness of an attention-training program. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 9(2), 117-130. doi:10.1080/01688638708405352
- Sohlberg, M., & Mateer, C. A. (1989). *Introduction to Cognitive Rehabilitation*. Guilford Publications.
- Sohlberg, McKay Moore, Ehlhardt, L., & Kennedy, M. (2005). Instructional techniques in cognitive rehabilitation: a preliminary report. *Seminars in speech and language*, 26(4), 268-279. doi:10.1055/s-2005-922105
- Solari, A., Motta, A., Mendozzi, L., Pucci, E., Forni, M., Mancardi, G., & Pozzilli, C. (2004). Computer-aided retraining of memory and attention in people with multiple sclerosis: a randomized, double-blind controlled trial. *Journal of the Neurological Sciences*, 222(1-2), 99-104. doi:10.1016/j.jns.2004.04.027
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82(3), 171-177. doi:10.1016/j.nlm.2004.06.005
- Stahmer, A. C., Schreibman, L., & Cunningham, A. B. (2011). Toward a technology of treatment individualization for young children with autism spectrum disorders. *Brain research*, 1380, 229-239. doi:10.1016/j.brainres.2010.09.043



- Standen, P. J., & Brown, D. J. (2005). Virtual reality in the rehabilitation of people with intellectual disabilities: review. *Cyberpsychology & behavior: the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, 8(3), 272-282; discussion 283-288. doi:10.1089/cpb.2005.8.272
- Steiner, N. J., Sheldrick, R. C., Gotthelf, D., & Perrin, E. C. (2011). Computer-Based Attention Training in the Schools for Children With Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: A Preliminary Trial. *Clinical Pediatrics*, 50(7), 615-622. doi:10.1177/0009922810397887
- Stern, R.A. y Prohaska, M.L. (1996). Neuropsychological evaluation of executive functioning. In: L.J. Dikstein, M.B. Riba y J.M. Oldham (eds.): *Review of Psychiatry, Neuropsychiatry for clinicians*. Washington: American Psychiatric Press.
- Stromer, R., Kimball, J. W., Kinney, E. M., & Taylor, B. A. (2006). Activity Schedules, Computer Technology, and Teaching Children With Autism Spectrum Disorders. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 21(1), 14-24. doi:10.1177/1088357606021010301
- Susie R Wood, N. M. (2003). Motivating, game-based stroke rehabilitation: a brief report. *Topics in stroke rehabilitation*, 10(2), 134-40.
- Suslow, T., Schonauer, K., & Arolt, V. (2001). Attention training in the cognitive rehabilitation of schizophrenic patients: a review of efficacy studies. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 103(1), 15-23. doi:10.1111/j.1600-0447.2001.00016.x
- Tam, S.-F., & Man, W.-K. (2004). Evaluating computer-assisted memory retraining programmes for people with post-head injury amnesia. *Brain injury: [BI]*, 18(5), 461-470. doi:10.1080/02699050310001646099
- Tanaka, S. C., Doya, K., Okada, G., Ueda, K., Okamoto, Y., & Yamawaki, S. (2004). Prediction of immediate and future rewards differentially recruits cortico-basal ganglia loops. *Nature Neuroscience*, 7(8), 887-893. doi:10.1038/nn1279
- Tang, Y.-Y., & Posner, M. I. (2009). Attention training and attention state training. *Trends in cognitive sciences*, 13(5), 222-227. doi:10.1016/j.tics.2009.01.009
- Teasell, R. W., Foley, N. C., Bhogal, S. K., & Speechley, M. R. (2003). An evidence-based review of stroke rehabilitation. *Topics in stroke rehabilitation*, 10(1), 29-58.
- Thornton, K. E., & Carmody, D. P. (2008). Efficacy of traumatic brain injury rehabilitation: interventions of QEEG-guided biofeedback, computers, strategies, and medications. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 33(2), 101-124. doi:10.1007/s10484-008-9056-z
- Tirapu Ustárroz, J., García Molina, A. & Roig Rovira, T. (2007). Validez ecológica en la exploración de las funciones ejecutivas. *Anales de Psicología*, 23(2) 289-299.
- Tirapu Ustárroz, J., & Luna Lario, P. (2008). Neuropsicología de las funciones ejecutivas, 221-256.
- Tirapu-Ustárroz, J., Pérez-Sayes, G., Erekatxo-Bilbao, M., & Pelegrín-Valero, C. (2007). [What is theory of mind?]. *Revista de neurología*, 44(8), 479-489.
- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40(4), 385-398. doi:10.1037/0003-066X.40.4.385
- Tulving, E. (1999). Memory, Consciousness, and the Brain. *The Tallinn Conference*. (pp. 66-68). Psychology Press.
- Tulving, E. (2002). Episodic Memory: From Mind to Brain. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 1-25. doi:10.1146/annurev.psych.53.100901.135114
- Van den Broek, M. D., Downes, J., Johnson, Z., Dayus, B., & Hilton, N. (2000). Evaluation of an electronic memory aid in the neuropsychological rehabilitation of prospective memory deficits. *Brain injury: [BI]*, 14(5), 455-462.
- Van Heugten, C., Wolters Gregório, G., & Wade, D. (2012). Evidence-based cognitive rehabilitation after acquired brain injury: A systematic review of content of treatment. *Neuropsychological Rehabilitation*, 22(5), 653-673. doi:10.1080/09602011.2012.680891
- Verdejo García, A. V., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227-235.
- Vogt, A., Kappos, L., Calabrese, P., Stöcklin, M., Gschwind, L., Opwis, K., & Penner, I.-K. (2009). Working memory training in patients with multiple sclerosis - comparison of two different training schedules. *Restorative neurology and neuroscience*, 27(3), 225-235. doi:10.3233/RNN-2009-0473
- Wainer, A. L., & Ingersoll, B. R. (2011). The use of innovative computer technology for teaching social communication to individuals with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(1), 96-107. doi:10.1016/j.rasd.2010.08.002
- Warrington, E. K., & Taylor, A. M. (1978). Two categorical stages of object recognition. *Perception*, 7(6), 695-705.
- Weinberg, J., Diller, L., Gordon, W. A., Gerstman, L. J., Lieberman, A., Lakin, P., ... Ezrachi, O. (1979). Training sensory awareness and spatial organization in people with right brain damage. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 60(11), 491-496.
- Werry, I., Dautenhahn, K., Ogden, B., & Harwin, W. (2001). Can Social Interaction Skills Be Taught by a Social Agent? The Role of a

- Robotic Mediator in Autism Therapy.** En *Proc. CT2001, The Fourth International Conference on Cognitive Technology: Instruments of Mind, LNAI 2117* (pp. 57–74). Springer-Verlag.
- Wertz, R., & Katz, R. (2004). Outcomes of computer-provided treatment for aphasia. *Aphasiology*, 18(3), 229–244. doi:10.1080/02687030444000048
- Westerberg, H., Jacobaeus, H., Hirvikoski, T., Clevberger, P., Östenson, M.-L., Bartfai, A., & Klingberg, T. (2007). Computerized working memory training after stroke—A pilot study. *Brain Injury*, 21(1), 21–29. doi:10.1080/02699050601148726
- Wilson, B A, Emslie, H. C., Quirk, K., & Evans, J. J. (2001). Reducing everyday memory and planning problems by means of a paging system: a randomised control crossover study. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 70(4), 477–482.
- Wilson, B. (1987). Single-Case Experimental Designs in Neuropsychological Rehabilitation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 9(5), 527–544. doi:10.1080/01688638708410767
- Wilson, B. (1989). Models of cognitive rehabilitation. En R. L. Wood & P. Eames (Eds.), *Models of brain injury rehabilitation* (pp. 117–141). Baltimore, MD, US: Johns Hopkins University Press.
- Wilson, Barbara A, Emslie, H., Quirk, K., Evans, J., & Watson, P. (2005). A randomized control trial to evaluate a paging system for people with traumatic brain injury. *Brain injury: [BI]*, 19(11), 891–894.
- Wilson, Barbara A. (2009). *Memory Rehabilitation: Integrating Theory and Practice*. Guilford Press.
- Yantz, C. L., Johnson-Greene, D., Higginson, C., & Emmerson, L. (2010). Functional cooking skills and neuropsychological functioning in patients with stroke: an ecological validity study. *Neuropsychological rehabilitation*, 20(5), 725–738. doi:10.1080/09602011003765690
- Young, A.W. & Ellis, H.D. (2000) Overt and covert face recognition. In: Revonsu, A. & Rossetti, Y., (Eds.) *Dissociation but Interaction between Conscious and Unconscious Processing*. (pp. 195–219) Ed. John Benjamins.
- Zangwill, O. L. (1947). Psychological Aspects of Rehabilitation in Cases of Brain Injury1. *British Journal of Psychology. General Section*, 37(2), 60–69. doi:10.1111/j.2044-8295.1947.tb01121.x
- Zhao, C., Deng, W., & Gage, F. H. (2008). Mechanisms and functional implications of adult neurogenesis. *Cell*, 132(4), 645–660. doi:10.1016/j.cell.2008.01.033



tfno. **941 28 72 38**

e-mail: [neuronup@neuronup.com](mailto:neuronup@neuronup.com)



NeuronUP



@NeuronUP



NeuronUP

NEURONUP

# Marco teórico: Conceptos generales