

Neuroplasticidad y tecnología: **avances en neurorrehabilitación cognitiva digital**

Marco Adrián Criollo Armijos
Melanie Mishelle Moreno Farfan
Lissette Carolina Delgado Calva



**© Marco Adrián Criollo Armijos
Melanie Mishelle Moreno Farfan
Lissette Carolina Delgado Calva**

Primera edición, 2025-11-05

ISBN: 978-9942-53-004-2

DOI: <http://doi.org/10.48190/9789942530042>

Distribución online

 Acceso abierto

Cita

Criollo, M., Moreno, M., Delgado, L. (2025) Neuroplasticidad y tecnología: avances en neurorrehabilitación cognitiva digital. Editorial Grupo Compás

Este libro es parte de la colección de la Universidad Técnica de Machala y ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad de la publicación. El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

PREFACIO

Introducción

La neurorrehabilitación cognitiva ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, impulsada por los avances en neurociencia, psicología clínica y tecnologías digitales. Este campo busca restaurar, compensar o sustituir funciones cognitivas deterioradas a causa de lesiones cerebrales, enfermedades neurodegenerativas o trastornos del neurodesarrollo, mediante estrategias terapéuticas estructuradas y personalizadas. La comprensión de la neuroplasticidad como base biológica de la rehabilitación ha permitido desarrollar intervenciones más efectivas y dirigidas a poblaciones específicas.

La transformación digital ha abierto nuevas posibilidades para el desarrollo de programas de estimulación y rehabilitación cognitiva adaptados a las necesidades individuales de cada paciente. Aplicaciones móviles, videojuegos terapéuticos, plataformas de entrenamiento cognitivo y softwares especializados se han convertido en parte del arsenal clínico con el que los profesionales pueden contar para diseñar tratamientos más eficaces y motivadores. Estas herramientas superan las limitaciones tradicionales de accesibilidad geográfica y personalización, permitiendo intervenciones más frecuentes y sistemáticas.

Estas herramientas no solo permiten la monitorización constante del progreso del paciente, sino que también pueden adaptarse en tiempo real al nivel de dificultad requerido, optimizando la experiencia terapéutica y mejorando los resultados funcionales. La personalización que ofrecen estas tecnologías representa un avance significativo respecto a los métodos tradicionales de intervención. Además, la gamificación de muchas de estas aplicaciones aumenta la motivación y adherencia de los usuarios, factor clave para el éxito terapéutico, especialmente en poblaciones pediátricas o con dificultades atencionales.

El presente libro ofrece una visión integral de los fundamentos teóricos y clínicos que sustentan la neurorrehabilitación cognitiva, explorando las posibilidades que ofrecen las tecnologías digitales como aliadas en este proceso. A través del análisis de conceptos clave como la neuroplasticidad, las funciones ejecutivas, los procesos cognitivos y la reserva cognitiva, se establece una base sólida que permite comprender el papel que estas herramientas pueden desempeñar en el tratamiento de diversas condiciones neurológicas. También se presentan ejemplos de aplicaciones digitales actuales que han demostrado efectividad en contextos clínicos, comparando sus funciones con técnicas clásicas de intervención y evaluando su impacto en la calidad de vida de los usuarios.

Objetivo General

Elaborar un compendio teórico-clínico que integre los fundamentos de la neurorrehabilitación cognitiva y el uso de aplicaciones digitales como herramientas terapéuticas, con el propósito de fomentar intervenciones neuropsicológicas personalizadas, accesibles y basadas en evidencia científica.

Estructura

Capítulo 1: Introducción a la neurorrehabilitación cognitiva digital

El primer capítulo establece los fundamentos de la neurorrehabilitación, centrándose en la neuroplasticidad como base biológica de la recuperación. Explora los procesos cognitivos implicados (atención, velocidad de procesamiento, metacognición y funciones ejecutivas) y analiza las modalidades de intervención neuropsicológica. Se examinan las estrategias de restauración, compensación y sustitución, las diferencias entre el cerebro infantil y adulto, y los factores pronósticos en la recuperación funcional. El capítulo también ofrece una comprensión neuroanatómica de las funciones ejecutivas y concluye explicando el rol de la plasticidad cerebral en la rehabilitación.

Capítulo 2: Aplicaciones digitales en la neurorrehabilitación cognitiva

Este capítulo explora cómo las tecnologías digitales han transformado la neurorrehabilitación cognitiva mediante interfaces adaptativas que potencian la motivación del paciente. Analiza tres plataformas destacadas: CogniFit, Neuronation y Neuronup, detallando sus características, validación científica y actividades específicas para funciones cognitivas como atención, memoria y razonamiento. Presenta evidencia sobre la eficacia de estas aplicaciones en diversas poblaciones clínicas, mostrando cómo constituyen un complemento valioso a las terapias tradicionales gracias a su personalización, accesibilidad remota y retroalimentación inmediata.

Capítulo 3: Estimulación cognitiva en el envejecimiento

El tercer capítulo aborda la estimulación cognitiva en el envejecimiento, analizando los cambios cerebrales asociados a la edad y los factores de riesgo del deterioro cognitivo. Examina cómo las aplicaciones digitales pueden prevenir el deterioro, mejorando funciones específicas en adultos mayores. Profundiza en el concepto de reserva cognitiva, sus modelos explicativos y los factores que contribuyen a su desarrollo, como educación, complejidad laboral y actividad física. Presenta intervenciones para potenciar la reserva cognitiva, incluyendo programas de estimulación, mindfulness y terapia cognitivo-conductual, y analiza el impacto de la nutrición en la salud cerebral durante el envejecimiento.

Capítulo 4: Aplicaciones digitales en el manejo de trastornos cognitivos

El capítulo final examina las tecnologías digitales aplicadas a trastornos cognitivos específicos, presentando su relevancia epidemiológica y clasificándolas según sus funciones evaluativas o terapéuticas. Analiza los principios del entrenamiento cognitivo computarizado y profundiza en tres condiciones: el TDAH, explorando intervenciones que mejoran el control cognitivo; el Deterioro Cognitivo Leve, detallando tecnologías para mantener la funcionalidad; y la demencia, examinando aplicaciones adaptadas según la severidad del deterioro. Se complementa con casos clínicos ilustrativos como el programa MEMO+ y revisiones sistemáticas que evalúan tanto la eficacia como las experiencias de los usuarios.

Características pedagógicas:

- 1. Enfoque teórico-clínico integrado.** Combina una sólida base neuropsicológica con aplicaciones prácticas en neurorrehabilitación, facilitando la comprensión y aplicación del contenido tanto para profesionales en formación como en ejercicio.
- 2. Aplicación de tecnología en la práctica terapéutica.** Presenta ejemplos claros de cómo utilizar aplicaciones digitales en el tratamiento de funciones cognitivas específicas como memoria, atención y funciones ejecutivas.
- 3. Estrategias de intervención personalizadas.** Ofrece herramientas y criterios clínicos para adaptar la intervención cognitiva digital a diferentes edades, diagnósticos y niveles de afectación, promoviendo una atención centrada en el paciente.
- 4. Lenguaje claro y accesible.** El contenido está redactado con un estilo comprensible y directo, pensado para profesionales de la salud, estudiantes y docentes que buscan formación en neuropsicología y tecnología aplicada.
- 5. Enfoque comparativo.** Relaciona ejercicios clásicos de intervención con versiones digitales, ayudando al lector a identificar equivalencias prácticas entre lo tradicional y lo innovador.
- 6. Perspectiva ética y clínica.** Aborda el uso de la tecnología en contextos terapéuticos desde una mirada crítica, considerando los límites éticos y la necesidad de una supervisión profesional responsable.

Enfoque metodológico

Marco teórico y conceptual

Este libro se fundamenta en un marco conceptual que integra la neurorrehabilitación digital con la evidencia clínica reciente. El contenido aborda el uso de tecnologías como la realidad virtual, los videojuegos y la inteligencia artificial para la rehabilitación de funciones cognitivas en diversas

condiciones neurológicas, basándose en los resultados de estudios publicados entre 2023 y 2025.

Desarrollo del contenido

- **Compilación de evidencia:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica para compilar la evidencia más actual sobre la eficacia de las intervenciones digitales. Se incluyeron estudios sobre entrenamiento cognitivo digital para TDAH (Westwood et al., 2023; Liu et al., 2024; Zhang et al., 2025; Zhao et al., 2024), así como la eficacia de intervenciones digitales para el deterioro cognitivo leve (Lin et al., 2025; Yang et al., 2025; Li et al., 2025; Park et al., 2024). Además, se incorporaron investigaciones sobre tecnologías emergentes en demencia (Prinz et al., 2024; Hung et al., 2025; Scribano Parada et al., 2025).
- **Organización temática:** El material se estructuró para guiar al lector a través de los fundamentos de las tecnologías de rehabilitación, su aplicación en diferentes poblaciones y la revisión de avances recientes en inteligencia artificial. Los hallazgos principales y sus efectos se sintetizaron en tablas para una comprensión clara y comparativa.
- **Análisis y síntesis de resultados:** Se examinaron los resultados de los estudios, destacando la variedad de hallazgos (por ejemplo, la ausencia de efectos en Westwood et al., 2023, frente a los beneficios reportados por otros autores) y la naturaleza de las intervenciones utilizadas.

Naturaleza del trabajo

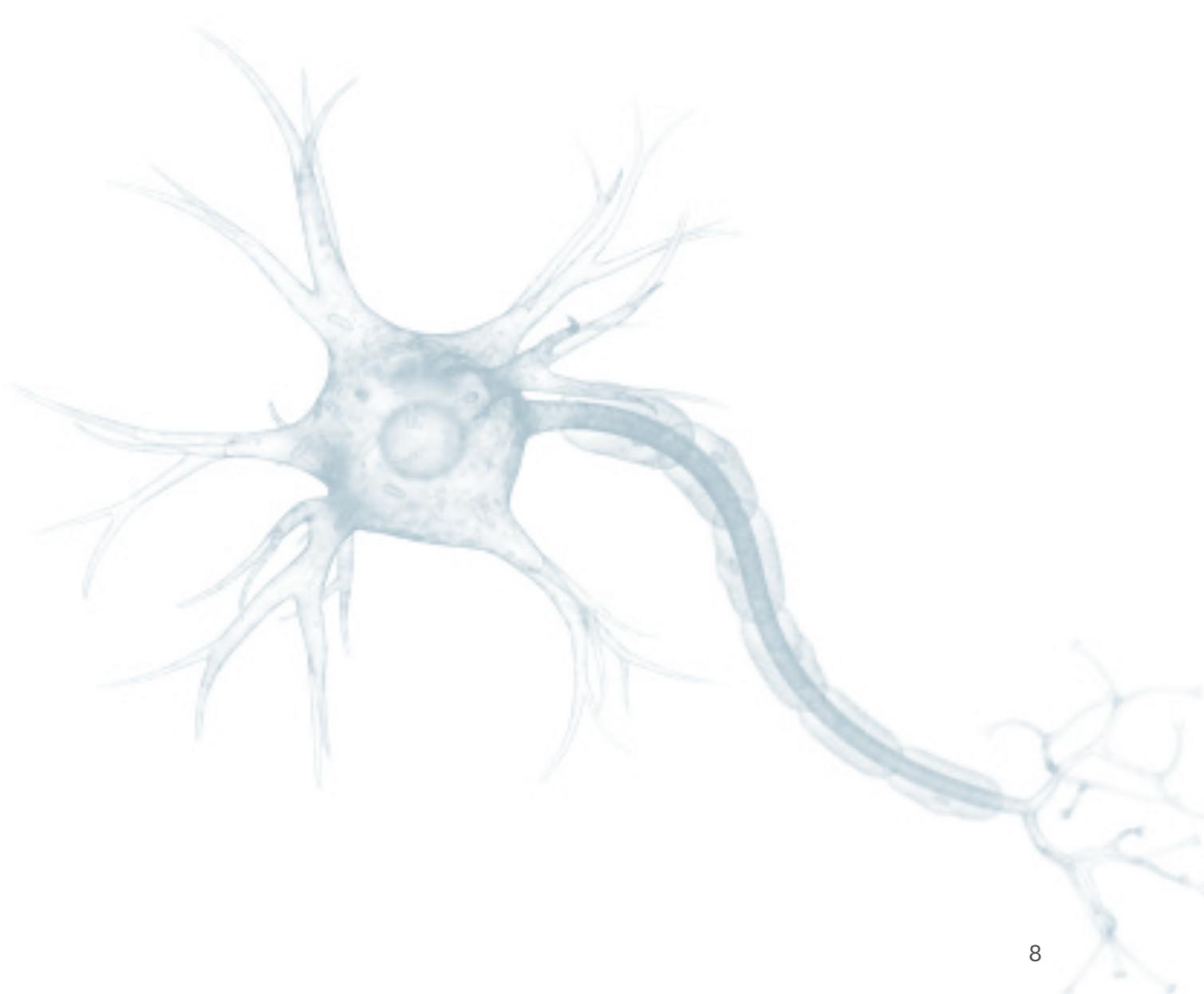
Esta obra constituye un manual de referencia y de síntesis, cuyo propósito es compilar, organizar y presentar de forma clara la evidencia científica existente sobre la neurorrehabilitación digital. El trabajo no es una investigación empírica original, sino una revisión y un análisis de la literatura publicada, destinada a servir como una guía actualizada para profesionales en el campo de la salud.

Tabla de contenido

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LA NEUROREHABILITACIÓN COGNITIVA DIGITAL	9
1. Neuroplasticidad: Base biológica de la rehabilitación.....	10
2. Cognición: Procesos y fundamentos teóricos	11
3. Modalidades de intervención neuropsicológica	11
3.1. Estimulación cognitiva.....	11
3.2. Entrenamiento cognitivo	12
3.3. Rehabilitación neuropsicológica.....	12
4. Diferencias entre el cerebro infantil y adulto: implicaciones para la intervención neuropsicológica.....	14
5. Factores pronósticos en la recuperación funcional	16
6. Procesos cognitivos en la rehabilitación neuropsicológica.....	17
6.1. Atención: fundamentos conceptuales y modelos teóricos	17
6.2. Velocidad de procesamiento	21
6.3. Metacognición.....	21
6.4. Funciones ejecutivas.....	23
7. Plasticidad cerebral	34
7.1. Concepto y relevancia para la rehabilitación	34
7.3. Factores que estimulan la plasticidad cerebral	35
7.4. Factores moduladores de la plasticidad cerebral.....	35
8. Aplicaciones digitales, plasticidad cerebral y reserva cognitiva ..	36
Referencias.....	37
CAPÍTULO 2: APLICACIONES DIGITALES EN LA NEUROREHABILITACIÓN COGNITIVA	42
1. El futuro de la rehabilitación cognitiva	43
2. Las mejores aplicaciones para la rehabilitación cognitiva	44
3. CogniFit:	44
3.1. Características principales	44
3.2. Validación científica	45
3.3. Abordaje de funciones cognitivas en CogniFit.....	46
3.4. Actividades destacadas.....	46
3.5. Estudios clínicos	50
4. NeuroNation	53
4.1. Evidencia científica.....	53
4.2. Actividades destacadas.....	54
4.3. Estudios realizados	57
5. Neuronup.....	60
5.1. Validación científica	61
5.2. Características principales	61
5.3. Beneficios	62

5.4. Actividades destacadas.....	62
5.5. Estudios realizados	65
CAPITULO 3. ESTIMULACIÓN COGNITIVA EN EL ENVEJECIMIENTO: FUNDAMENTOS, BENEFICIOS E INTERVENCIONES DIGITALES	74
1. Estimulación cognitiva en el envejecimiento y prevención del deterioro cognitivo	75
2. Deterioro cognitivo y su impacto en adultos mayores.....	75
2.1. Proceso de envejecimiento cerebral	75
2.2. Factores de riesgo del deterioro cognitivo	78
3. Beneficio de la estimulación cognitiva.....	78
4. Prevención del deterioro cognitivo con apps	79
4.1. Aplicaciones de entrenamiento cognitivo	80
5. Impacto en la reserva cognitiva: preparación para el futuro	84
5.1. Fundamentos de la reserva cognitiva.....	84
5.2. Modelos explicativos de la reserva cognitiva.....	85
5.3. Factores que están asociados a la reserva cognitiva.....	86
5.4. El papel de la plasticidad neuronal en la reserva cognitiva	89
6. Intervenciones para la Reserva Cognitiva	90
6.1. El impacto de la estimulación cognitiva en la reserva cerebral	90
6.2. Técnicas que contribuyen a la reserva cognitiva	92
6.3. Terapia cognitivo conductual	94
7. El impacto de la dieta y la nutrición en la reserva cognitiva	96
CAPÍTULO 4: APLICACIONES DIGITALES EN EL MANEJO DE TRASTORNOS COGNITIVOS.....	104
1. Relevancia clínica y epidemiológica de los trastornos cognitivos. 104	
1.1 Desafíos en la atención tradicional y oportunidades digitales.	105
2. Conceptualización de las aplicaciones digitales en trastornos cognitivos.....	106
2.1 Clasificación funcional.	106
3. Principios del entrenamiento cognitivo computarizado.....	107
3.1 Jerarquía de resultados y evidencia contemporánea.	108
4. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad.....	108
4.1. Epidemiología contemporánea y modelos neurocognitivos.	108
4.2 Intervenciones tecnológicas contemporáneas para control cognitivo.	109
4.3 Evidencia de eficacia actualizada.....	109
4.4 Caso clínico actualizado: Nuevos paradigmas de intervención.	110
5. Deterioro cognitivo leve.	111
5.1 Epidemiología actualizada y marcadores predictivos.....	111
5.2 Tecnologías emergentes para mantener funcionalidad.	112
5.3 Caso clínico ilustrativo: Adaptaciones digitales de MEMO+	112

6. Demencia.....	113
6.1 Perfiles neuropsicológicos actualizados y marcadores del deterioro.....	113
6.2. Estrategias de intervención actualizadas según severidad.....	114
6.4 Desarrollos en inteligencia artificial y análisis predictivo.....	114
7. Conclusiones del capítulo.....	115
7.1 Síntesis de evidencia contemporánea.....	115
7.2 Direcciones futuras prioritarias.....	116
7.3 Consideraciones éticas y regulatorias emergentes.....	117



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LA NEURORREHABILITACIÓN COGNITIVA DIGITAL



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LA NEUROREHABILITACIÓN COGNITIVA DIGITAL.

Antes de sumergirnos en el mundo de las apps y la tecnología, este capítulo nos invita a entender cómo funciona nuestro cerebro cuando necesita recuperarse. ¿Sabías que el cerebro puede reconfigurarse a sí mismo después de una lesión? A eso le llamamos neuroplasticidad, y es la base de toda rehabilitación cognitiva. Aquí hablaremos sobre cómo la atención, la memoria o la planificación se pueden trabajar, qué diferencias existen entre un cerebro infantil y uno adulto, y qué factores influyen en la recuperación. Como dijo Kolb: “*El cerebro nunca deja de adaptarse*”. Prepárate para conocer los fundamentos que nos ayudarán a usar la tecnología con propósito. ¿Por qué es importante estimular el cerebro? ¿Qué procesos se pueden recuperar? ¿Cómo saber qué técnica usar y con quién?

1. Neuroplasticidad: Base biológica de la rehabilitación

La neuroplasticidad constituye el fundamento biológico que hace posible la rehabilitación neuropsicológica. Se entiende como la habilidad del sistema nervioso para generar modificaciones tanto estructurales como funcionales, permitiendo al organismo adaptarse a diversos entornos y experiencias a lo largo de la vida (Nájera et al., 2021).

El cerebro funciona como una red integrada de conexiones, donde la eficacia y velocidad del procesamiento neural dependen directamente de la cantidad y fortaleza de las conexiones activas. Cuando un individuo percibe estímulos externos a través de sus sentidos, estos desencadenan procesos de distribución neural que pueden fortalecer conexiones existentes o generar nuevas redes. Esta flexibilidad neuronal es la que permite el aprendizaje basado en la experiencia.

De acuerdo a Bayona et al. (2011) las modificaciones neuroplásticas pueden manifestarse en múltiples niveles:

- **Nivel sináptico o celular:** Se refiere a las modificaciones que ocurren en la estructura y la función de las sinapsis individuales.
- **Nivel funcional:** Alteraciones en la activación y coordinación de redes neuronales.
- **Nivel estructural:** Modificaciones en regiones cerebrales específicas.
- **Nivel comportamental:** Mejoras en habilidades deterioradas o adaptación a nuevos estímulos.

Según Rodríguez-García et al. (2023), estas modificaciones pueden consolidarse a largo plazo a través de dos mecanismos principales; Potenciación a largo plazo (PLP), que refuerza de manera persistente las sinapsis y provoca un aumento duradero en la transmisión de señales neuronales; y la depresión a largo plazo (DLP), que produce un efecto contrario en la excitabilidad sináptica. Ambos mecanismos, aunque opuestos en su

efecto inmediato, son fundamentales para el aprendizaje y la memoria, ya que permiten una adaptación a largo plazo de las conexiones neuronales entre ambas direcciones (bidireccional).

2. Cognición: Procesos y fundamentos teóricos

La cognición comprende la capacidad de los seres vivos para procesar información basándose en el conocimiento adquirido, características individuales y percepción. Este proceso se activa cuando el individuo capta un estímulo a través de los sentidos, desencadenando una serie de operaciones mentales que incluyen: atención, aprendizaje, memoria, funciones ejecutivas, metacognición.

Desde la perspectiva evolutiva, la cognición ha sido un constructo central tanto en el ámbito experimental como teórico. Destacan las contribuciones de Vygotsky y Piaget, cuyos modelos mantienen vigencia en la actualidad y sirven como base para desarrollos contemporáneos. La teoría de Piaget del siglo XX representa probablemente la contribución teórica más extensa, completa y sistemática en psicología evolutiva, mientras que la de Vygotsky ha sido igualmente influyente en el campo (Alfonso, 2021).

El análisis evolutivo de este constructo dio origen al concepto de metacognición, entendida como la conciencia que tiene el sujeto sobre sus propios procesos cognitivos y a su capacidad para autocontrolarlos y autorregularlos (Madruña, 2018). Los procesos metacognitivos, de adquisición tardía en el desarrollo, resultan esenciales para el dominio de tareas cognitivas complejas, pues permiten al individuo utilizar sus recursos cognitivos de forma estratégica para alcanzar objetivos específicos.

3. Modalidades de intervención neuropsicológica

Existen diversas intervenciones neuropsicológicas no farmacológicas, que lejos de ser excluyentes, resultan complementarias entre sí. La selección del abordaje más adecuado dependerá del perfil cognitivo específico del paciente y de los objetivos terapéuticos establecidos para su mejora funcional. Entre ellas destacan la estimulación cognitiva, el entrenamiento cognitivo y la rehabilitación neuropsicológica, y todas ellas orientadas a ayudar al paciente a recuperar el funcionamiento e independencia llevando a mejorar su calidad de vida.

3.1. Estimulación cognitiva

La estimulación cognitiva (EC) promueve la participación de actividades más generales orientadas a mejorar la eficacia tanto el funcionamiento cognitivo

como social del individuo. Abarcando diversos procesos como funciones ejecutivas, praxias, razonamiento, memoria, lenguaje, atención, velocidad de procesamiento y habilidades visoespaciales, entre otros. Este enfoque es aplicable tanto a personas con funcionamiento cognitivo normal como a aquellas con lesiones en el sistema nervioso central (SNC) o trastornos neuropsicológicos.

Así mismo, la EC tiene como objetivo una intervención integral, ya que no solo se centra en los aspectos cognitivos, sino que también aborda la esfera afectiva y familiar, contribuyendo así a mejorar el funcionamiento general, reduciendo la dependencia del individuo. Es fundamental destacar que la EC trabaja principalmente con las capacidades que aún están conservadas, no con las ya perdidas, e incluso se enfoca en potenciar aquellas que están en proceso de enlentecimiento debido al deterioro (Tortajada y Villalba, 2014). Aunque esta terapia no ofrece una recuperación definitiva, actualmente se ha consolidado como una herramienta versátil y útil, con una alta relación favorable coste-beneficio que mejora significativamente las manifestaciones clínicas y la calidad de vida de pacientes con demencia como de sus cuidadores.

3.2. Entrenamiento cognitivo

A diferencia de la estimulación cognitiva, el entrenamiento cognitivo se basa en la práctica guiada y sistemática de actividades o tareas específicas como la clasificación y organización de palabras, la identificación y organización de secuencias en imágenes, el armado de rompecabezas, la agrupación de números y actividades antagónicas. Estas intervenciones están diseñadas para mantener, mejorar o potenciar funciones cognitivas particulares, especialmente las ejecutivas como la flexibilidad cognitiva, el control inhibitorio, la memoria de trabajo y la planificación, facilitando la transferencia de estas habilidades en las actividades cotidianas (Diamond, 2013).

Los programas estructurados que incorporan ejercicios progresivos en dificultad y proporcionan retroalimentación inmediata generan mejoras significativas, particularmente en adultos mayores, tanto en evaluaciones neuropsicológicas como en calidad de vida (Reijnders et al., 2013). Estos beneficios se fundamentan en la capacidad del cerebro para construir nuevas redes neuronales incluso en etapas avanzadas de la vida.

3.3. Rehabilitación neuropsicológica

Sholberg y Mateer (1989) fueron uno de los primeros académicos en utilizar esta terminología de rehabilitación neuropsicológica, definiéndola como un proceso terapéutico orientado a mejorar la funcionalidad cognitiva de un individuo para procesar y utilizar apropiadamente la información recibida del medio, así como incrementar su funcionamiento en la vida diaria, específicamente en términos conductuales. En línea con esta definición la Organización Mundial de la Salud (OMS) describe la rehabilitación neuropsicológica como un proceso activo que permite a los sujetos, ya sea con alguna lesión o enfermedad neurológica, lograr una recuperación integral

que favorezca su desarrollo mental, físico, y social, facilitando su reintegración a su entorno de la forma más funcional posible.

La rehabilitación neuropsicológica constituye un enfoque amplio e integrador que incluye diferentes tipos de intervención (Paúl-Lapedriza et al., 2008): modificación de conducta, intervención con familiares (ya que el grupo familiar está involucrado en todo el proceso para encontrar estrategias que permitan mejorar la funcionalidad del sujeto-paciente), adaptaciones escolares o laborales, y rehabilitación cognitiva. Esta última, según Ginarte-Arias (2002), es el proceso mediante el cual mejora los déficits que se generan en las capacidades cognitivas específicas, debido a traumatismo cráneo encefálico, un trastorno del neuro desarrollo, un deterioro cognitivo, etc.

Así mismo, este abordaje se justifica por la comprensión del cerebro como una red funcional integrada, lo que implica que el tratamiento debe realizarse de manera holística. Los procesos neuropsicológicos no solo se desarrollan, sino que también se influyen mutuamente durante su recuperación, pudiendo compartir incluso sustratos neuronal adyacentes. Asimismo, la rehabilitación neuropsicológica se caracteriza por ser un enfoque individualizado que conlleva la práctica de tareas específicas. Dentro de este campo, se emplean distintas estrategias de intervención orientadas a la recuperación de funciones afectadas por alteraciones en el sistema nervioso. Según Butfield y Zangwill (1946), específicamente existen tres estrategias fundamentales de rehabilitación neuropsicológica que mantienen su relevancia hasta la actualidad: restauración, compensación y sustitución.

Restauración

También denominada restitución o estimulación directa, consiste en la estimulación repetida y sistemática de la función deteriorada, con el fin de que logre un rendimiento lo más normalizado posible. Su fundamento teórico sostiene que el entrenamiento reiterado de la red neuronal implicada puede facilitar la activación de vías adyacentes e incluso promover el crecimiento axonal, conduciendo a la recuperación funcional (Mateer, 2003).

La restauración cognitiva se fundamenta en la premisa de que la estimulación repetitiva y específica de procesos deteriorados puede restablecer parcialmente las funciones afectadas mediante la activación de circuitos neuronales residuales y la formación de nuevas conexiones sinápticas (Gates & Sachdev, 2014). Este proceso implica ejercicios dirigidos específicamente a entrenar la función deteriorada, buscando restaurar los patrones de activación cerebral previos a la patología mediante la neuroplasticidad inducida por la práctica intensiva. Por ejemplo, para rehabilitar la atención se utilizarían tareas de búsqueda de elementos o tareas de cancelación, ya sea a través de aplicaciones informáticas o de forma manual (hoja y lápiz).

Compensación

Esta estrategia de la rehabilitación neuropsicología hace alusión a la reorganización de las funciones cognitivas con el propósito de minimizar la discapacidad producida por el daño cerebral. En otras palabras, esta estrategia se emplea principalmente cuando el daño a ciertas estructuras es irreparable y por tanto se requiere desarrollar mecanismos alternativos o preservados para lograr objetivos funcionales similares mediante procesos diferentes. Un ejemplo de ello es cuando un paciente con hemiplejia de su lado derecho aprende a escribir con la mano izquierda.

Por otro lado, la compensación cognitiva, aprovecha vías neuronales alternativas y el reclutamiento de estructuras cerebrales adicionales para ejecutar funciones originalmente mediadas por regiones dañadas o disfuncionales (Terneusen et al., 2023). Esta aproximación reconoce las limitaciones en la capacidad de restauración completa y enfatiza el desarrollo de estrategias adaptativas y uso de recursos cognitivos preservados para lograr objetivos funcionales mediante procesos diferentes a los originalmente utilizados. Es importante mencionar que la compensación en algunos casos se puede dar de forma espontánea. Los estudios de neuroimagen evidencian este mecanismo a través de patrones de activación cerebral bilaterales o atípicos en pacientes que logran mantener la funcionalidad a pesar de lesiones cerebrales significativas.

Sustitución

Según la conceptualización de Zangwill, consiste en la creación de nuevos mecanismos que reemplacen la función afectada por una lesión cerebral. Representa un tipo de compensación más compleja y se implementa cuando el daño a una función específica es irreversible, imposibilitando su restauración directa y requiriendo el desarrollo de vías funcionales completamente nuevas. En otras palabras, la base fundamental de este proceso radica en enseñar al paciente una serie de estrategias que contribuyan y favorezcan la reducción de problemas derivados de las disfunciones cognitivas. Por ejemplo, a un sujeto se le enseña a utilizar diferentes ayudas externas como alarmas, agendas, o bien modificando el entorno mediante letreros, señaléticas, etc.

4. Diferencias entre el cerebro infantil y adulto: implicaciones para la intervención neuropsicológica

La efectividad de las intervenciones neuropsicológicas varía significativamente según el estadio de desarrollo cerebral del individuo. El cerebro infantil y el adulto presentan diferencias fundamentales y significativas en términos de conexiones neuronales, densidad celular y organización funcional que determinan tanto el curso de las alteraciones como el potencial de recuperación del sujeto.

Tal como sostienen Arango-Lasprilla y Rivera (2015) una de las diferencias más notables se observa en la variabilidad de los resultados de las evaluaciones

neuropsicológicas. En la población infantil, las puntuaciones presentan mayor fluctuación debido a que el cerebro se encuentra en pleno desarrollo, con procesos continuos de adquisición de habilidades y conocimientos. En contraste, el cerebro adulto, habiendo completado sus principales etapas madurativas, muestra resultados más estables y predecibles en las evaluaciones cognitivas.

Así mismo, otro factor diferencial relevante es la naturaleza de la afectación cognitiva. De forma más explícita los déficits pueden originarse por daños adquiridos (como consecuencia de traumatismos craneoencefálicos o TCE) o por trastornos del neurodesarrollo (afecciones neurológicas con evolución progresiva durante el desarrollo). La respuesta a la intervención estará significativamente modulada por el origen específico del déficit.

Por otro lado, el potencial de recuperación y rehabilitación tras el daño cerebral sigue patrones marcadamente distintos en niños y adultos. La plasticidad cerebral, es notablemente superior durante la infancia, por lo que favorece una capacidad de recuperación significativamente mayor en comparación con la edad adulta. Esta diferencia fundamental se complementa con la menor localización funcional característica del cerebro infantil, lo que facilita el proceso rehabilitador, ya que los déficits cognitivos tienden a manifestarse de forma más generalizada que en adultos, donde en estos últimos se observa una especialización y localización de funciones más definida en el cerebro (Verger y Junqué, 2000).

El valor predictivo de la evaluación neuropsicológica presenta, asimismo, diferencias sustanciales entre ambas poblaciones. En adultos, los síntomas cognitivos suelen manifestarse inmediatamente o poco después de la lesión cerebral, permitiendo establecer un pronóstico más preciso desde etapas tempranas. En contraste, en la población infantil, especialmente en casos de lesiones perinatales, los síntomas puedenemerger considerablemente después del daño inicial, haciéndose evidentes únicamente cuando el niño alcanza la etapa de desarrollo correspondiente a las funciones cognitivas específicas afectadas, como ocurre con el lenguaje o las habilidades visoespaciales.

El proceso de intervención refleja igualmente estas diferencias neurobiológicas fundamentales. En niños, la rehabilitación y estimulación cognitiva generalmente exhiben progresos más rápidos y dinámicos, consecuencia directa de su mayor plasticidad neuronal y/o flexibilidad cognitiva. Por consiguiente, esta característica exige implementar un sistema de reevaluación continua que considere meticulosamente el período madurativo específico del paciente para ajustar las estrategias terapéuticas. En contraste, la rehabilitación en adultos presenta típicamente un ritmo más pausado, lento y estable, con patrones de evolución más predecibles.

Por consiguiente, las diferencias madurativas, cognitivas y conductuales entre el cerebro infantil y adulto constituyen factores determinantes que deben

considerarse meticulosamente al momento de diseñar, implementar y reajustar programas de intervención neuropsicológica efectivos y personalizados para cada población.

5. Factores pronósticos en la recuperación funcional

Kolb (2004) identificó cinco hipótesis fundamentales que sustentan la recuperación de las funciones cerebrales, proporcionando un marco para establecer los elementos que influyen en el pronóstico de recuperación. Estas suposiciones subyacentes establecen que:

- Los cambios estructurales en el cerebro son la base primordial del cambio comportamental.
- La plasticidad es una propiedad de la sinapsis.
- Las funciones están relativamente localizadas en el cerebro, lo que impone restricciones a la plasticidad funcional después de una lesión.
- Despues de una lesión el principal mecanismo de mejora funcional es la compensación en lugar de la recuperación.
- Lograr la recuperación funcional tras una lesión cerebral, será difícil, pero no imposible.

Como ya se mencionó previamente, se han evidenciado diversos factores que pueden llegar a influir en el pronóstico de recuperación tras una lesión cerebral, por lo que es necesario y crucial tener en cuenta estas implicaciones clínicas en todo momento, como se expone en la siguiente tabla:

Tabla 1

Factores determinantes en el pronóstico de recuperación de la función cerebral

Factores pronósticos	Implicaciones Clínicas
Extensión de la lesión	Las lesiones más extensas producen mayor daño axonal, afectando múltiples funciones cerebrales. Sin embargo, este factor debe considerarse en conjunto con otros determinantes pronósticos.
Tiempo transcurrido desde el daño cerebral	Tras una lesión cerebral, se desencadenan reacciones inflamatorias y cambios neurofisiológicos que pueden provocar pérdidas funcionales temporales. Aunque es posible observar cierto grado de recuperación espontánea con el paso del tiempo, algunos casos requerirán necesariamente de una intervención terapéutica para favorecer una recuperación más completa y funcional.
Sexo	Existen diferencias en la organización cerebral entre hombres y

	mujeres. Diversos estudios mencionan una mayor lateralización funcional en hombres, mientras que las mujeres presentan mayor activación bilateral, lo que podría favorecer una recuperación más efectiva.
Personalidad	Los rasgos de personalidad pueden influir en la recuperación funcional. Individuos con personalidad extrovertida y optimista suelen presentar mejor pronóstico que aquellos con características introvertidas y pesimistas, posiblemente debido a una mejor adaptación y compromiso a los programas de rehabilitación.
Dominancia manual	Las personas zurdas tienden a presentar menor lateralización funcional que las diestras, con funciones representadas en ambos hemisferios, lo que puede conferir ventajas en términos de recuperación funcional tras lesiones focales.

Nota. Implicaciones clínicas que interviene en el pronóstico de recuperación de una función cerebral (Kolb, 2004).

6. Procesos cognitivos en la rehabilitación neuropsicológica

La rehabilitación neuropsicológica y la estimulación cognitiva se centran en diversos procesos cognitivos fundamentales para el funcionamiento diario de los sujetos. A continuación, se presentan y analizan algunos de los procesos cognitivos más relevantes abordados en este tipo de intervención.

6.1. Atención: fundamentos conceptuales y modelos teóricos

La atención es uno de los procesos más complejos y esenciales del funcionamiento cognitivo, razón por la cual ha sido extensamente estudiada en campo de la psicología cognitiva. Su complejidad conceptual, neuroanatómica y funcional ha llevado a considerarla como un sistema compuesto por diversas redes cerebrales interconectadas (Ramírez, 2013). En términos funcionales, la atención puede definirse como una orientación-concentración mental hacia una tarea específica que implica simultáneamente la inhibición de actividades competidoras o estímulos irrelevantes, con el objetivo de cumplir eficientemente con la tarea propuesta y centrar su atención solamente en el estímulo relevante (Van Zomeren y Brouwer, 1994).

Desde la perspectiva neuroanatómica, el proceso atencional involucra la interacción de diversas estructuras cerebrales, tanto subcorticales (como el sistema reticular activador, el tálamo, el sistema límbico y los ganglios basales) como estructuras corticales (cortex prefrontal y parietal posterior). Esta distribución anatómica refleja la naturaleza integradora que posee la atención, permitiendo que se focalice selectivamente la conciencia, y se seleccione los

estímulos relevantes entre múltiples estímulos externos, con el fin de alcanzar objetivos específicos.

La misión principal del sistema atencional consiste en filtrar los estímulos necesarios, establecer prioridades y secuenciar temporalmente las respuestas en función de las demandas contextuales. La atención constituye la base de otros procesos cognitivos, evidenciando como el cerebro opera de manera conjunta o "en red". Dicho enfoque en red corrobora la estrecha relación entre los procesos atencionales y otras funciones cognitivas claves, como la memoria o las funciones ejecutivas.

El estudio de la atención como función cognitiva representa uno de los campos más investigados en la psicología desde sus orígenes como ciencia experimental. Esta profundidad histórica ha generado un considerable corpus de definiciones conceptuales, reflejando cómo el conocimiento científico avanza de manera progresiva y acumulativa hacia caracterizaciones cada vez más precisas y comprehensivas de los fenómenos cognitivos.

La atención desde el Modelo de Luria

En este contexto, Alexander Luria aportó una perspectiva neuropsicológica fundamental sobre las funciones psíquicas superiores, estableciendo marcos conceptuales que constituyen pilares para la neurociencia contemporánea. Durante las décadas de 1950 y 1960, Luria conceptualizó la atención no como un proceso cortical independiente, sino como un mecanismo integrado dentro de una red de procesos corticales superiores interconectados (Zuluaga de Garavito, 2002).

Sintetizando las contribuciones previas de Kirby y Grive, Luria caracterizó la atención como un proceso selectivo de información que mantiene un control permanente sobre la actividad mental. Esta formulación define la atención como el mecanismo encargado de elegir los elementos esenciales necesarios para un procesamiento cognitivo eficiente. Según esta perspectiva, la atención permite seleccionar información de manera consciente, desarrollar planes estratégicos y mantener supervisión continua sobre su implementación.

El modelo Luriano subraya la relación inseparable entre los mecanismos atencionales y las funciones ejecutivas, destacando que la atención integra no solo componentes cognitivos sino también importantes elementos motivacionales (Luria, 1974). Esta aproximación posiciona la atención como una función cortical superior caracterizada por su naturaleza compleja e integradora, esencial para la coordinación eficiente de múltiples procesos cognitivos y conductuales en la experiencia humana.

La atención desde el Modelo de Posner y Petersen

Posner y Petersen en 1990 propusieron un modelo de redes atencionales basado en un sistema unificado que continúa siendo relevante hasta hoy. Este sistema no se considera separado ni independiente, sino que funciona de

manera interdependiente en términos de sustrato neuroanatómico (Posner y Rothbart, 2007). Según estos autores, la atención se divide en tres redes: alerta, orientación y ejecutivas o de control. Posteriormente, con el respaldo de técnicas de neuroimagen, estos autores han vinculado estas tres redes atencionales con redes neurofuncionales específicas: la red de vigilancia o alerta, la red de orientación o red atencional posterior, y la red ejecutiva o red atencional anterior.

Tabla 2

Redes Atencionales según el Modelo de Posner y Petersen

Red Atencional	Definición	Estructuras Cerebrales	Neurotransmisores
Red de alerta	Mantiene un estado fisiológico de activación para responder a estímulos ambientales. Incluye estados de alerta básica (arousal).	Áreas de la corteza frontal y parietal del hemisferio derecho, junto con el locus coeruleus.	Norepinefrina
Red de orientación	Selecciona información relevante e inhibe información irrelevante simultáneamente. Se divide en: red dorsal (localización espacial) y red ventral (orientación ante estímulos novedosos).	Regiones de procesamiento sensorial: los colículos superiores, la corteza parietal, la unión temporoparietal y las áreas oculares frontales.	Acetilcolina
Red ejecutiva o de control	Sistema de control voluntario encargado de regular el input sensorial, la emoción y la conducta. Guía la atención, gestiona múltiples objetivos, alternar el foco atencional y actualizar la memoria de trabajo. Relacionada con la toma de decisiones, control inhibitorio, resolución de conflictos y planificación.	Corteza frontal, cíngulo y ganglios basales.	Dopamina

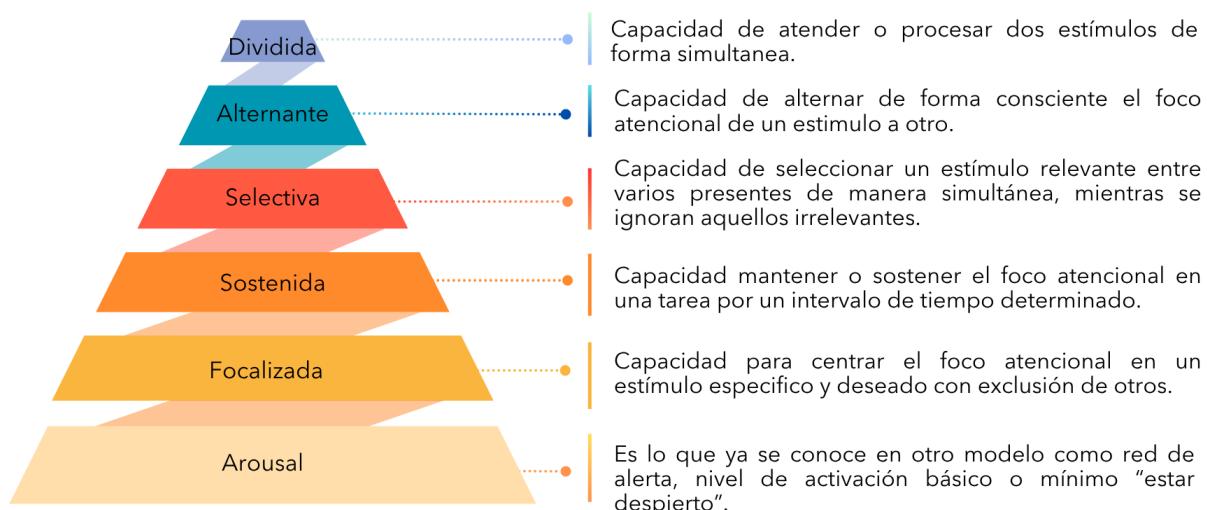
Nota. El modelo de Posner y Petersen describe las redes atencionales en el cerebro humano, proporcionando un marco para comprender cómo distintas estructuras cerebrales y neurotransmisores participan en la regulación de la atención. Información obtenida de Lutiáñez et al. (2016).

Modelo Jerárquico atencional de Sohlberg y Mateer

Sohlberg y Mateer (1987) propusieron una caracterización de la atención con un enfoque más clínico, desarrollando un modelo jerárquico basado en la observación sistemática de pacientes con daño cerebral en diferentes etapas de recuperación. Este modelo, ampliamente utilizado en la práctica clínica, conceptualiza los procesos atencionales como una jerarquía interdependiente donde los niveles superiores requieren el funcionamiento adecuado de los niveles inferiores.

Figura 1

Modelo Jerárquico de Sohlberg y Mateer



Nota: Tipos de atención de los procesos cognitivos según Modelo jerárquico de procesos. Información recopilada de Sohlberg y Mateer (1987).

Procesos relacionados con la atención

Según el Modelo Factorial de Ríos et al. (2004), existen procesos estrechamente relacionados con la atención que resulta esencial para alcanzar un rendimiento cognitivo óptimo. Estos autores proponen tres componentes del control atencional, además de un factor modulador:

- **Flexibilidad cognitiva:** Proceso que permite desplazar el foco atencional entre distintos estímulos y modificar la respuesta en consecuencia. Está estrechamente relacionada con la atención alternante.

- **Control de la interferencia:** Capacidad cognitiva que posibilita inhibir respuestas automáticas o sobre aprendidas. Se vincula con la atención selectiva.
- **Memoria operativa:** Capacidad para mantener y manipular activamente la información que ya no está disponible en el entorno.
- **Velocidad de procesamiento:** Factor modulador del rendimiento atencional que influye en los tres componentes anteriores.

6.2. Velocidad de procesamiento

La velocidad de procesamiento (VP) hace referencia a la cantidad de información que un individuo puede procesar en una unidad de tiempo, o la rapidez con la que realizar operaciones o tareas cognitivas. Operacionalmente, puede definirse como el intervalo de tiempo transcurrido entre la presentación de un estímulo y la ejecución de una respuesta. Para medir este constructo se han utilizado diversos paradigmas, como la medición del tiempo de reacción o tareas de denominación rápida, en las que se requiere nombrar el mayor número de estímulos posibles en un intervalo de tiempo determinado, típicamente en un minuto.

La VP es fundamental para que el individuo pueda manipular información de forma eficaz, ejecutar tareas con atención enfocada y disponer de herramientas para un desempeño útil e inmediato para resolución de problemas. Este proceso mejora de manera significativa a medida que se completa la mielinización de las vías neuronales y se eliminan las sinapsis redundantes o innecesarias (Yandar et al., 2023).

La VP es vista como una propiedad del sistema nervioso, cuyo sustrato neuronal es principalmente la sustancia blanca, y por tanto recorre todo el cerebro, siendo la clave para la conexión de diferentes estructuras cerebrales. Esto último da sentido a la idea de que la VP puede medirse dentro de muchas alteraciones de diversas funciones cognitivas, ya que es una base integral del sistema cognitivo y de su funcionamiento eficiente. Es fundamental señalar que el daño cerebral puede afectar la rapidez con la que se procesa la información, lo que puede llevar a manifestaciones como pensamiento más lento (bradipsiquia) y movimientos más lentos (bradicinesia) cuando también afecta la velocidad de movimiento.

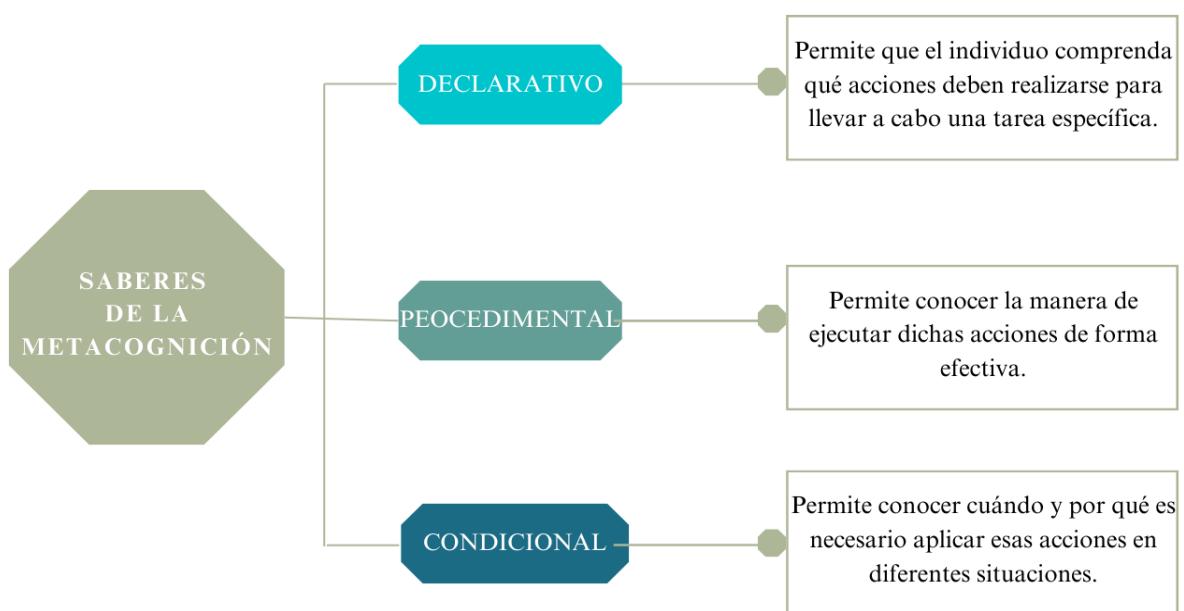
6.3. Metacognición

La metacognición, es definida como el conocimiento que poseemos acerca de nuestros propios procesos cognitivos y está intrínsecamente vinculada al control atencional y a la red ejecutiva. Lejos de funcionar aisladamente, la atención opera en conjunto con las funciones ejecutivas y los procesos metacognitivos. De hecho, algunos componentes atencionales se solapan con ciertos componentes ejecutivos lo que explica el alto grado de interacción entre ambos procesos.

La metacognición constituye un proceso de jerarquía cognitiva superior, no directamente clasificado como una función ejecutiva, sino como un mecanismo de mayor jerarquía vinculado principalmente con la corteza prefrontal (Van Den Heuvel et al., 2003). Esta función supervisa y controla los procesos cognitivos propios, distinguiéndose dos dimensiones: el conocimiento de los propios procesos cognitivos y la comprensión de cómo estos influyen en la ejecución de tareas específicas.

Figura 2

Tipos de saberes de la metacognición



Nota. Los saberes de la metacognición constituyen componentes fundamentales de la autorregulación cognitiva, ya que posibilitan al individuo identificar, supervisar y ajustar sus propios procesos mentales durante la ejecución de tareas (Jiménez y Puente, 2014).

En la práctica clínica, la alteración de la metacognición se conoce como anosognosia, que hace referencia a la falta de conciencia del sujeto sobre su propio déficit. Esta condición puede complicar significativamente el tratamiento y la rehabilitación, ya que el paciente, al no reconocer sus limitaciones, muestra menor compromiso con el proceso terapéutico.

La metacognición, aunque difícil de definir y medir operacionalmente, implica estructuras del lóbulo frontal, especialmente áreas ventromediales y del córtex frontal. Se entiende como una función integradora que coordina los demás procesos como la energización, motivación, aspectos socioemocionales y

funciones ejecutivas, mismos que son necesarios para lograr metas o tareas novedosas.

6.4. Funciones ejecutivas

Las Funciones ejecutivas (FE) son un conjunto de procesos cognitivos autorreguladores de orden superior, característicos del máximo desarrollo cognitivo humano. Estos procesos permiten el seguimiento y control del pensamiento y la acción, facilitando el desarrollo de actividades dirigidas a objetivos específicos.

Alexander Luria fue pionero en este campo al demostrar que pacientes con lesiones frontales presentaban alteraciones conductuales, deficiencias motivacionales, dificultades en la ejecución de planes de acción, compromiso del autocontrol y limitaciones en la formulación de metas. Aunque Luria no acuñó el término como tal, propuso que una de las unidades funcionales del cerebro hacía referencia a la capacidad, dependiente de la corteza prefrontal, para programar, controlar y verificar la actividad (Manga y Ramos, 2011).

Posteriormente, Lezak (1982) introdujo formalmente el término "Funciones Ejecutivas", definiéndolas como las habilidades mentales esenciales para ejecutar conductas eficaces y socialmente aceptadas. Esta conceptualización ha evolucionado con el tiempo. Gilbert (2008) las describió como el conjunto de procesos o habilidades cognitivas implicadas en la consecución de metas propuestas.

Por su parte Betancur-Caro et al. (2016) señalan que el término FE funciona como un "concepto sombrilla", abarcando una variedad de funciones que dirigen y organizan la actividad cognitiva y conductual del individuo hacia un fin o propósito. En una propuesta integradora, las FE como la capacidad para desarrollar soluciones ante problemas novedosos, predecir posibles resultados y alcanzar objetivos complejos, particularmente aquellos que exigen un enfoque creativo. Por lo tanto, el funcionamiento ejecutivo abarca un conjunto de capacidades cognitivas diferentes entre sí, pero permanentemente interrelacionadas. Estos procesos resultan indispensables para la vida cotidiana, ya que juegan un papel crucial en la producción, regulación y ejecución de conductas orientadas a metas, permitiendo al individuo adaptarse eficazmente a diversas demandas y desafíos.

Desarrollo evolutivo de las FE

El desarrollo de las FE comienza desde la primera infancia. A medida que los niños crecen y avanzan en su escolaridad, se evidencia un progreso continuo en su capacidad para mantener la atención, retener y procesar información, e inspeccionar su propio comportamiento. Este proceso implica que el infante desarrolla gradualmente una mayor habilidad para autocontrolar sus pensamientos y emociones de forma consciente, dirigiéndolos a la resolución de problemas cada vez más complejos.

Durante este proceso de adquisición de las FE, se evidencia un incremento progresivo en la formación de conexiones neuronales en los lóbulos frontales. Particularmente, entre la lactancia y la adolescencia es donde se produce la mayor mielinización y aumento de sustancia blanca en la corteza prefrontal (Klingberg et al., 2002). Esta región cerebral es fundamental para las funciones de control cognitivo, que permiten realizar conductas orientadas a metas.

Componentes de las funciones ejecutivas

Abstracción

La abstracción se refiere a la capacidad de extraer cualidades esenciales de un objeto o concepto. Esta función es particularmente compleja y requiere un desarrollo evolutivo que va desde el pensamiento concreto hacia lo abstracto. Este proceso ocurre a medida que crecemos y adquirimos conceptos semántico-abstractos, como categorías que abarcan distintos conceptos perceptuales que pueden compartir características sin ser idénticos.

El uso de estas categorizaciones conceptuales se vuelve más frecuente con el desarrollo, permitiendo analizar, definir y clasificar nuevas características semánticas. Pacientes con daño grave en la corteza prefrontal pueden presentar alteraciones en la capacidad de funcionar a nivel abstracto, limitándose a comprender significados literales sin acceder al sentido figurado de textos o comunicaciones. Esto se manifiesta en la dificultad para comprender metáforas y refranes (Lezak, 2004).

Razonamiento

El razonamiento es un proceso cognitivo fundamental para resolver problemas, aprender de la experiencia y extraer conclusiones, estableciendo conexiones causales entre ellos para tomar decisiones futuras. Está estrechamente relacionado con la capacidad del individuo para ordenar ideas y llegar a conclusiones acertadas según la situación. Funciones como la memoria y la atención están íntimamente ligadas a este proceso (Tirapu-Ustarroz y Luna-Lario, 2008). Existen dos tipos principales de razonamiento:

- **Razonamiento deductivo:** Este tipo de razonamiento va de lo general a lo particular. Según Dutilh (2021), surge como producto de procesos culturales. El razonamiento deductivo enuncia las consecuencias de lo ya reconocido, sin agregar conocimiento nuevo al ya existente. Es un proceso mental que parte de datos generales para llegar a una conclusión específica (Rubio, 2025).
- **Razonamiento inductivo:** A diferencia del anterior, parte de la idea de que el individuo llega a una conclusión general a partir de casos particulares. En este tipo de razonamiento, la conclusión no está contenida explícitamente en las premisas, si no que incrementa la información existente para formular generalizaciones más amplias (Muñoz y Castillo, 2023). En otras palabras, el razonamiento inductivo procede de lo particular a lo general.

Memoria de trabajo

La memoria de trabajo (MT) es un sistema de almacenamiento temporal que permite a las personas manipular activamente la información para alcanzar objetivos inmediatos y resolver problemas (Baddeley, 2003). Su funcionamiento está estrechamente vinculado con la corteza prefrontal, la cual coordina diversas áreas cerebrales, activando redes neuronales del neocórtex e interactuando con la corteza posterior para mantener la información disponible el tiempo suficiente para completar una tarea o solucionar un problema.

Este sistema actúa de manera integrada con los procesos de atención e inhibición, siendo esencial para la comprensión, el razonamiento y el desempeño eficaz en la vida diaria. Un ejemplo cotidiano de su uso sería memorizar temporalmente un código enviado por mensaje para ingresarlo de inmediato. Debido a su naturaleza transitoria, la MT se organiza en dos subcomponentes principales:

- **Bucle fonológico:** Responsable del almacenamiento temporal de información verbal, compuesto por un sistema de repetición articulatoria y un almacén fonológico. La capacidad de este sistema está limitada por el volumen de información que puede articularse antes de que se pierda, por lo que factores como la longitud y similitud de las palabras influyen notablemente en su eficacia (Martínez et al., 2002).
- **Agenda visoespacial:** Encargada de retener información visual y espacial, fundamental para planificar movimientos y organizar estímulos visuales.

Toma de decisiones

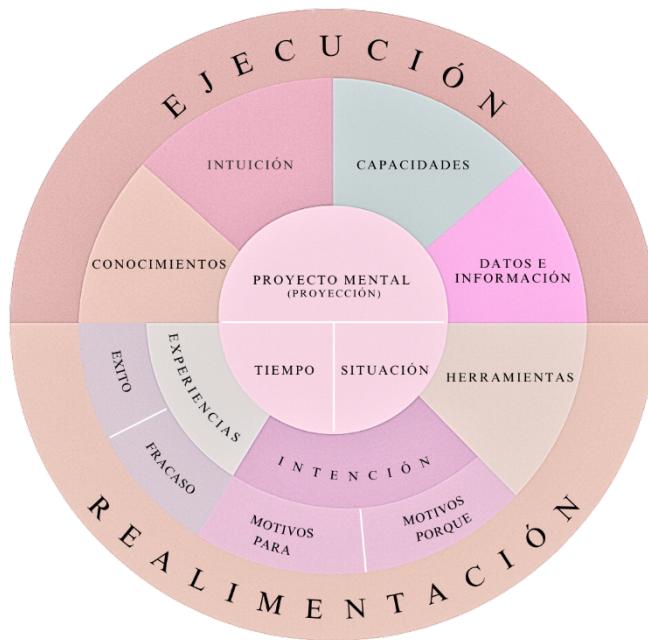
La toma de decisiones es la capacidad para elegir la solución más idónea entre varias alternativas, resolviendo así un problema. Esta habilidad comienza a desarrollarse en la primera infancia; a los 4 años, los niños ya son capaces de tomar decisiones ventajosas gracias al desarrollo de sus FE (Wang y Ruhe, 2007). Así mismo, se considera de uno de los procesos cognitivos fundamentales del comportamiento humano mediante el cual el sujeto selecciona una opción o un curso de acción entre varias alternativas, basándose en ciertos criterios (Martínez et al., 2023).

Es imprescindible mencionar que la intención juega un papel clave en la toma de decisiones, ya que toda acción o conducta está motivada por el propósito que se desea conseguir ("motivo para") o por las experiencias previas que llevan al individuo a actuar de forma específica ("motivo por"). Este autor considera que la experiencia y el conocimiento adquirido en vivencias pasadas son elementos diferenciadores entre decisiones aparentemente similares, pues cada toma de decisión incorpora información, conocimiento, experiencia e intuición.

Escuredo-Jiménez (2022) señala que en el proceso de toma de decisiones influyen otros procesos cognitivos superiores como la FC, necesaria para cambiar estrategias de afrontamiento según el entorno. Además, está relacionada con la memoria y el lenguaje, ya que, al tomar decisiones difíciles, resulta valioso evocar experiencias pasadas relevantes y conocimientos prácticos adquiridos (Broche-Pérez et al., 2016; Mather, 2006).

Figura 3

Componentes clave en la toma de decisiones



Nota. Componentes cognitivos, emocionales y motivacionales que intervienen en el proceso de toma de decisiones, organizados en un ciclo de ejecución y realimentación. Datos compilados de Vélez (2006).

Planificación

La planificación es una función cognitiva de alto orden que se desarrolla paulatinamente con la comprensión de instrucciones y el control atencional. Se define como la habilidad para elaborar mentalmente un plan secuenciado de pasos conductuales con el objetivo de alcanzar una meta. Esta capacidad se manifiesta a partir de los 4 años, cuando el niño ya puede anticipar problemas propios de una tarea simple. Entre los 4 y 5 años se observa una mejora en la habilidad de selección de planes de actuación, y a los 5 años exactamente, los niños ya poseen una representación mental más clara del problema a resolver (Palomeque., 2020).

Las personas con déficit en esta función, suelen experimentar problemas para resolver situaciones debido a la falta de organización, al desarrollo de estrategias eficaces y a un pobre razonamiento conceptual. La planificación se evalúa mediante tareas simples y compuestas, distinguiéndose dos modelos

de planificación según el nivel de complejidad: la motora simple y la cognitiva (Domic-Siede et al., 2021).

Según Wong et al. (2015) la planificación motora simple involucra la interacción sensoriomotora entre el ambiente y el organismo, permitiendo una respuesta motora apropiada. Esta planificación se divide en dos dominios:

1. **Dominio perceptual:** El sujeto identifica el objetivo del movimiento ya sea seleccionando del objeto adecuado o aplicando reglas que definen el propósito del acto motor.
2. **Dominio motor:** Consiste en especificar la trayectoria del movimiento necesario para llevar a cabo la acción deseada.
3. La planificación cognitiva se desarrolla en dos fases clave, las cuales comprenden tanto aspectos internos como externos del individuo:
4. **Planificación mental:** Es la una presentación interna de una serie de pasos a seguir para alcanzar un objetivo. Implica una anticipación y organización mental de las acciones necesarias antes de proceder.
5. **Ejecución del plan:** Implica llevar a cabo una acción motora basada en el plan mental, ente elaborado, con el fin de cumplir con el objetivo predefinido.

Inhibición

La inhibición se refiere a la capacidad de detener respuestas predominantes ante un estímulo o situación, lo que es esencial para el mantenimiento de la atención. Así mismo, esta función ejecutiva fundamental, madura más tempranamente que las otras funciones, lo que la convierte en la res base que facilita el desarrollo de procesos cognitivos más complejos (Bernal-Ruiz et al., 2024; Gandolfi et al., 2014).

El control inhibitorio utiliza estrategias de autorregulación que permiten suspender una respuesta en favor de otra más adecuada, lo que facilita el cumplimiento de objetivos y la consecución. Esta capacidad permite al individuo procesar y ejecutar la respuesta más adaptativa según las demandas del contexto, evitando consecuencias negativas. Además, la inhibición está estrechamente vinculada con la cognición social.

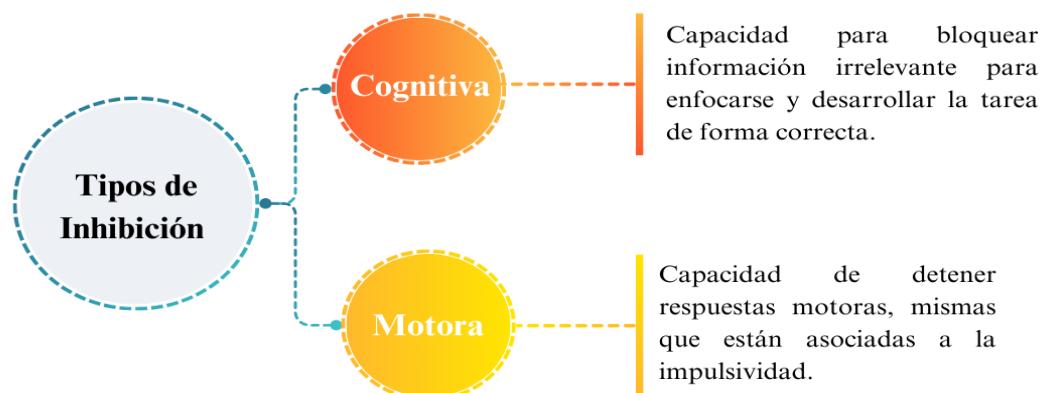
Desde los primeros años de vida, el control inhibitorio se desarrolla de manera gradual. Por ejemplo, un bebé debe mantener en su memoria un objetivo (como agarrar un juguete) e inhibir conductas inconscientes o reflejas para lograrlo. Entre los 2 y los 5 años, los niños empiezan a perfeccionar este control inhibitorio, mostrando mayor éxito en tareas que requieren inhibición. Se observa un aumento significativo en la capacidad de inhibir respuestas entre los 5 y los 10 años, alcanzando su desarrollo completo hacia los 10 años (Davidson et al., 2006; Jones et al., 2003).

Mientras que la autorregulación o autocontrol comienza a desarrollarse alrededor de los 2 a 3 años principalmente por el desarrollo del lenguaje. Durante esta etapa, el autocontrol emocional, como la precaución ante situaciones que generan miedo, sienta las bases para el autocontrol de tipo más cognitivo en fases posteriores del desarrollo. Inicialmente, los niños regulan su conducta mediante las verbalizaciones de los adultos; sin embargo, hacia los 4 años, ya son capaces de usar autoinstrucciones verbales, sustituyendo progresivamente las instrucciones físicas, lo que ayuda a su capacidad de control inhibitorio (Herreras, 2010).

Las personas que presentan dificultades en esta área tienden ser impulsivas y mostrar una marcada falta de autocontrol. Estas dificultades se evidencian en comportamientos como dejar tareas inconclusas, cometer errores en el curso de la ejecución de actividades, presentar lapsos de atención, distorsionar u olvidar instrucciones y emitir respuestas inadecuadas. Diversas investigaciones han demostrado que los déficits en la inhibición están estrechamente relacionados con problemas en la autorregulación.

Figura 4

Tipos de inhibición



Nota. Tipos de inhibición cognitiva y motora que intervienen en la autorregulación conductual del sujeto (Ramos-Galarza et al, 2017).

Flexibilidad cognitiva

La flexibilidad cognitiva (FC) es la capacidad para alternar de una tarea o pensamiento a otro, según las necesidades o demandas del contexto. Representa la habilidad para adaptar conductas y pensamientos en situaciones cambiantes, permitiendo al individuo reajustar su comportamiento cuando algo no funciona como esperaba, adaptándose así a las demandas del entorno (Donadel et al., 2021).

La FC no opera aisladamente, sino en forma simultánea con otros procesos, como la capacidad de inhibir o desechar alternativas para dar solución a un problema. Según Diamond (2013), se desarrolla más tarde que la MT y

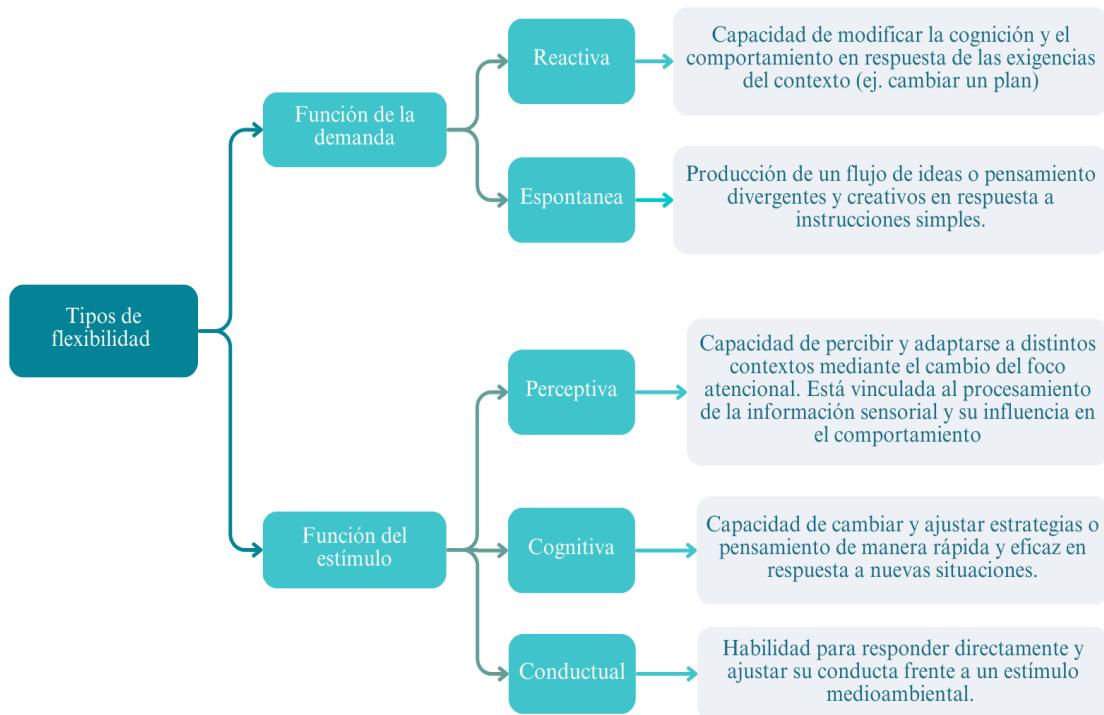
el control inhibitorio, dado que requiere previamente inhibir un estímulo o información de una perspectiva anterior y, posteriormente cargar en la MT una nueva perspectiva. Davidson et al. (2006) sugieren que la FC necesita de las demás FE para operar adecuadamente.

Así mismo, dentro de este dominio son clave la atención dividida (entendida como la capacidad para procesar diferentes simultáneamente distintos estímulos) y la memoria de trabajo. En cuanto a su correlato neuroanatómico, el área cerebral más importante para las actividades que requieren flexibilidad es el córtex prefrontal dorsolateral izquierdo, específicamente el giro frontal medio (Konishi et al., 2002).

Las personas con déficit de FC suelen mostrar conductas rígidas, inflexibles e incluso ritualistas, manifestando serias dificultades para ajustarse a los cambios. Además, exhiben alteraciones en la MT, específicamente en la capacidad para manipular cognitivamente la información o recordarla a corto plazo, y tienden a perseverar en los mismos errores debido a la incapacidad para cambiar de estrategia o regla.

Figura 5

Tipos de flexibilidad



Nota. Tipos de flexibilidad que permite al sujeto adaptarse a la demanda del contexto. Información obtenida de Delgado (2021); Martín-Cánoyas y Gomila (2013).

6.5. Neuroanatomía de las funciones ejecutivas

Una vez examinadas las FE y sus componentes, resulta fundamental analizar su sustrato neurobiológico. Las evidencias científicas señalan a la corteza prefrontal como el sustrato neuroanatómico primario de las FE, constituyendo la región cerebral que integra información enviada y recibida de todos los sistemas motores y sensoriales. De forma más explícita, la corteza prefrontal establece extensas conexiones neuronales con el sistema límbico, especialmente con la corteza sensorial y áreas motoras corticales y subcorticales. Estas interacciones permiten asociar diversos subprocesos ejecutivos a zonas específicas de esta región (Mejía, 2025).

La región prefrontal, situada en la parte anterior del cerebro, se divide en tres áreas principales, cada una encargada de distintas funciones que contribuyen a la autonomía y adaptabilidad del individuo en su vida cotidiana: corteza prefrontal dorsal, corteza orbitofrontal y frontomedial.

Corteza prefrontal dorsolateral (CPDL)

La CPDL se encuentra localizada en el lóbulo frontal, anterior a la corteza premotora y motora. Hernández et al. (2023) señalan que esta región desempeña un papel primordial en numerosos procesos cognitivos de alto nivel, como la toma de decisiones, la memoria de trabajo, la atención, la planificación, la metacognición, la anticipación, la resolución de problemas y la flexibilidad cognitiva, entre otros.

Las lesiones en esta área del cerebro, pueden provocar diversas alteraciones neuropsicológicas como perseveraciones (repetición inadecuada de respuestas), dependencia del medio, imantaciones (tendencia a utilizar objetos del entorno sin propósito definido) e inflexibilidad cognitiva, entre otros. Estas disfunciones se relacionan con diversos trastornos incluidos el trastorno específico del aprendizaje, los trastornos neurocognitivos, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) y los trastornos motores.

Además, la CPDL mantiene conexiones funcionales con múltiples regiones encefálicas, como la corteza sensorial y motora, hipocampo, sistema auditivo, tálamo y los ganglios basales. Estas estructuras específicas del encéfalo envían información a la corteza prefrontal dorsolateral, la cual procesa dicha información e integra diversos procesos cognitivos para emitir respuestas adaptativas (Lepe et al., 2022).

Tabla 3

Funciones, alteraciones y trastornos asociados a la corteza dorsolateral

Funciones	Alteraciones	Trastornos asociados
Procesos cognitivos más complejos como:	<ul style="list-style-type: none"> Dificultades en la inhibición 	Según las características

<ul style="list-style-type: none"> • Planeación • Abstracción • Memoria de trabajo • Fluidez verbal • Solución de problemas complejos • Flexibilidad cognitiva • Seriación • Secuenciación • Metacognición • Autoevaluación y ajuste de actividades • Control de memoria • Manejo del tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Atención • Almacenamiento de información • Aprendizaje • Razonamiento • Dificultades para leer y seguir una conversación. • Toma de decisiones rutinarias. • Frustración • Dificultades de autocontrol • Dificultades para tolerar cambios en el ambiente 	diagnósticas, los trastorno que pueden estar asociados: <ul style="list-style-type: none"> • TDAH • Trastornos específicos del aprendizaje. • Discapacidad intelectual • Trastornos de comunicación • Trastornos motores • Trastornos neurocognitivos
--	---	---

Nota: Funciones, alteraciones y trastornos vinculados con la corteza prefrontal dorsolateral, destacando su papel en los procesos ejecutivos y su relevancia clínica en neuropsicología. Tabla obtenida del artículo Neuropsicología de las funciones ejecutivas (Lepe et al., 2022).

Corteza orbitofrontal

La corteza orbitofrontal se localiza en la región correspondiente a las órbitas oculares y está implicada en el procesamiento y la regulación de los estados afectivos, así como en el control y planificación conductual. Esta región mantiene una estrecha relación con el sistema límbico. Por otro lado, cuando se producen alteraciones en la corteza orbitofrontal, suelen afectarse principalmente las capacidades inhibitorias, manifestándose en la dificultad para inhibir estímulos irrelevantes y en la incapacidad para postergar recompensas. El síndrome orbitofrontal puede presentarse en patologías donde predomina la conducta obsesiva.

Asimismo, está área desempeña un punto clave en la regulación de la conducta social, el sistema de recompensas, la toma de decisiones y en algunos aspectos de la memoria (Lepe et al., 2022). De acuerdo con Ostrosky (2008), la corteza orbitofrontal mantiene conexiones con diversas regiones encefálicas como la amígdala, el sistema límbico, el hipotálamo, la ínsula, y áreas sensoriales. Estas conexiones permiten que reciba información olfativa, somatosensorial y gustativa, integrándose en procesos complejos de regulación emocional y conductual.

Tabla 4*Funciones, alteraciones y trastornos asociados a la Corteza Orbitofrontal*

Funciones	Alteraciones	Trastornos asociados
<ul style="list-style-type: none"> Regulación de emociones, conductas sociales y afectivas Toma de decisiones Planificación conductual Sistema de recompensa Control inhibitorio 	<ul style="list-style-type: none"> Dificultad para controlar emociones, impulsos Reacciones inadecuadas según el contexto Dificultades en su conducta social Insensibilidad ante el castigo Reacciones impulsiva o agresiva Frustración fácil Dificultad en la toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> Según las características diagnósticas: Trastorno explosivo intermitente Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) Trastorno de la personalidad Trastorno negativista desafiante. Trastorno de la personalidad antisocial. Así mismo puede manifestar problemas de conductas delictivas, agresiones, abuso a sustancias y problemas en la interacción social.

Nota: Funciones, alteraciones y trastornos relacionados con la corteza orbitofrontal, resaltando su papel en la regulación socioemocional y el control conductual. Tabla obtenida del artículo Neuropsicología de las funciones ejecutivas (Lepe et al., 2022).

Corteza prefrontal ventromedial

La corteza prefrontal ventromedial (CPFVM), también denominada frontomedial, junto con el ángulo anterior, constituye la parte más elevada de la región paralímbica de los lóbulos frontales. Esta área cerebral es crucial para la regulación del procesamiento de información y participa activamente en funciones cognitivas superiores, tales como el control inhibitorio, solución de conflictos, la toma de decisiones y regulación de estados motivacionales. Además, la CPFVM resulta esencial para la iniciación de tareas y está involucrada en el procesamiento de respuestas viscerales y reacciones motoras (Lázaro, 2012). Esta región establece conexiones neuronales significativas con el hipotálamo y el sistema atencional anterior.

Según Ustárroz et al. (2012) la CPFVM dada a su estrecha relación con la circunvolución cingulada, las lesiones en esta región pueden provocar deficiencias notables y/o significativas en la atención, la motivación (evidenciada como apatía), la expresión verbal (pudiendo llegar al mutismo) y el movimiento (evidenciada como hipocinesia).

Las alteraciones en la CPFVM afectan considerablemente la capacidad del individuo para iniciar y ejecutar movimientos, así como para mantener un adecuado nivel de motivación y atención hacia el entorno. El daño de la CPFVM compromete significativamente la capacidad del sujeto para regular su comportamiento, mantener la atención sostenida y generar la motivación necesaria para iniciar y completar tareas. Estos déficits tienen profundas implicaciones en el funcionamiento cotidiano, pudiendo manifestarse como parte de diversos trastornos neuropsicológicos. Por lo tanto, esta región cerebral representa un componente esencial del circuito neuronal que sustenta las funciones ejecutivas, permitiendo la adaptación flexible del comportamiento en respuesta a las demandas cambiantes del entorno.

Tabla 5

Funciones, alteraciones y trastornos asociados a la corteza frontomedial.

Funciones	Alteraciones	Trastornos asociados
<ul style="list-style-type: none"> • Inhibición • Detección y resolución de conflictos • Regulación de la agresión y de los estados motivacionales • Esfuerzo atencional 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en la atención • Deterioro en la iniciación y ejecución del movimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo con la sintomatología y las características diagnósticas del trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), se pueden observar alteraciones en esta área del córtex prefrontal, • Apatía en el paciente • Pérdida de la espontaneidad • Falta de interés e iniciativa • Afecta las capacidades volitivas

Nota: Funciones, alteraciones y trastornos asociados a la corteza frontomedial. Tabla obtenida del artículo Neuropsicología de las funciones ejecutivas (Lepe et al., 2022).

6.6. Integración de las funciones ejecutivas en el funcionamiento cerebral

Las diversas regiones de la corteza prefrontal no operan de manera aislada, sino que trabajan manera coordinada e integrada a través de circuitos funcionales que posibilitan la ejecución eficaz de las funciones ejecutivas. Estos circuitos comprenden conexiones cortico-corticales que vinculan diferentes áreas de la corteza y cortico-subcorticales que conectan la corteza y estructuras subcorticales como tálamo y ganglios basales. La complejidad y organización jerárquica de estos circuitos permiten explicar la existencia de diversos síndromes disexecutivos, dependiendo la localización y extensión del daño, así como la diversidad en la presentación clínica de los trastornos relacionados con alteraciones en las FE.

Gracias al avance en las técnicas de neuroimagen funcional, se ha logrado comprender con mayor profundidad como se activa cada una de estas áreas en función de las demandas cognitivas específicas. Estas investigaciones han demostrado que las FE dependen de una red neuronal distribuida, en la que la corteza prefrontal actúa como el centro integrador, aunque su óptimo funcionamiento depende de la interacción con múltiples estructuras cerebrales adicionales.

7. Plasticidad cerebral

7.1. Concepto y relevancia para la rehabilitación

El cerebro constituye un sistema dinámico en constante transformación, donde la comunicación sináptica entre neuronas experimenta modificaciones continuas. El término "plasticidad cerebral" fue acuñado en la década de 1990 para describir diversos procesos asociados a las conexiones neuronales (Molina y Torres, 2019). En el ámbito de las neurociencias, este concepto hace referencia al cambio continuado del sistema nervioso (SN), no como un estado ocasional que surge únicamente ante lesiones, sino como un proceso presente a lo largo de toda la vida, constituyendo así la base neurobiológica del aprendizaje. Es importante destacar que esta plasticidad no opera de manera indiscriminada en cualquier contexto o circunstancia, ya que el cerebro posee una flexibilidad funcional limitada y condicionada dentro de determinados parámetros biológicos y temporales.

7.2. Tipos de plasticidad cerebral

Según el desarrollo evolutivo, la plasticidad cerebral puede clasificarse en tres categorías principales:

- **Plasticidad independiente de la experiencia:** Se manifiesta desde la etapa embrionaria hasta la fetal, abarcando procesos como migración neuronal, proliferación celular y crecimiento dendrítico. Estos procesos se desencadenan mediante señales moleculares intrínsecas que no dependen de la experiencia del individuo con su entorno (Wong y Álvarez, 2013).
- **Plasticidad expectante de la experiencia:** Comprende la sinaptogénesis mediante el podado sináptico. Este tipo de plasticidad depende de la exposición a estímulos ambientales específicos durante períodos críticos del desarrollo. Si dichos estímulos no se presentan en la ventana temporal adecuada o en el momento oportuno, los procesos de plasticidad no se expresan correctamente (Mercado 2022). Un ejemplo ilustrativo es el caso del niño de Aveyron, quien, al no haber estado expuesto al lenguaje humano en su infancia, no logró desarrollar la capacidad de hablar de manera normal.
- **Plasticidad dependiente de la experiencia:** Se mantiene de forma continua y permite el aprendizaje durante toda la vida (Rosenzweig, 2007). Este tipo de plasticidad puede preservarse

incluso en edades avanzadas si existe una adecuada reserva cognitiva, concepto que será abordado posteriormente en este libro.

7.3. Factores que estimulan la plasticidad cerebral

La plasticidad cerebral se ve especialmente potenciada por actividades que requieren un alto nivel de complejidad y coordinación. Las investigaciones mediante neuroimagen han demostrado cambios estructurales importantes en la materia blanca y gris tras el entrenamiento en diversas actividades:

- **Tareas bimanuales complejas:** Actividades que implican la coordinación simultánea de movimientos con ambas manos, promoviendo una mayor integración cerebral, por ejemplo, tocar piano.
- **Práctica de malabarismo:** Estudios han documentado cambios cerebrales tras el aprendizaje y entrenamiento de esta actividad.
- **Interpretación musical:** La práctica de instrumentos musicales promueve cambios neuroanatómicos, especialmente en áreas cerebrales vinculadas con la memoria, la audición y la motricidad.
- **Bilingüismo:** Se ha identificado que el dominio de más de un idioma genera ventajas cognitivas y promueve una mayor plasticidad cerebral. Los bilingües evidencian estructuras subcorticales significativamente más grandes en comparación con los monolingües.
- **Ocupaciones que requieren habilidades espaciales específicas:** Un ejemplo notable es el caso de los taxistas de Londres, quienes presentaban un mayor volumen de materia gris en el hipocampo posterior y un menor volumen en el hipocampo anterior.

7.4. Factores moduladores de la plasticidad cerebral

Es fundamental señalar que las modificantes sinápticas en el cerebro pueden ser moduladas tanto en individuos sanos como en aquellos con alguna patología. Así mismo, estos procesos pueden verse influenciados por factores externos e internos como el entorno, las experiencias vividas y el entrenamiento específico en la función cognitiva afectada, elementos que deben tenerse en cuenta al diseñar intervenciones de rehabilitación. Además, existen diversos factores que impactan los mecanismos de plasticidad cerebral:

- **Factores genéticos:** El genoma humano presenta diversos polimorfismos o variantes genéticas que pueden participar directamente en estos procesos, o influir en la modulación de otros procesos relacionados (Pearson-Fuhrhop et al., 2009).
- **Factores no genéticos:** Elementos como el nivel educativo, características conductuales, edad y la carga lesional en el

sistema nervioso central tienen un impacto relevante en la plasticidad cerebral (Kleim & Jones, 2008).

8. Aplicaciones digitales, plasticidad cerebral y reserva cognitiva

Los avances tecnológicos y su creciente integración en la vida cotidiana han generado preguntas sobre el impacto de los dispositivos digitales en la cognición humana. En las últimas dos décadas, han surgido diversos programas de entrenamiento cognitivo computarizado orientados a mejorar las funciones cognitivas en individuos con diversas condiciones neurológicas y psiquiátricas, como ictus, depresión, traumatismo cerebral o trastorno por déficit de atención e hiperactividad (Climent-Martínez et al., 2014).

Estos sistemas de entrenamiento digital presentan varias ventajas sobre los métodos tradicionales de lápiz y papel. Entre sus beneficios se destacan la capacidad de adaptar el nivel de dificultad de acuerdo a las capacidades cognitivas del usuario, proporcionan retroalimentación inmediata, registran automáticamente los datos de cada sesión y facilitan el seguimiento del progreso del paciente (Kueider et al., 2012).

Es importante destacar que ciertos videojuegos, particularmente los de acción y estrategia, tiene el potencial de mejorar habilidades cognitivas como la MT, la resolución de problemas y la atención selectiva. No obstante, es esencial que padres, profesionales y educadores promuevan un uso responsable de estas herramientas (Sarango, 2025).

Las plataformas digitales y videojuegos diseñados con fines terapéuticos pueden resultar efectivos desde una perspectiva neuropsicológica, con un potencial impacto en la reserva cognitiva (concepto que se abordará en el capítulo 3, evidenciado en las medidas de desempeño cognitivo y neuroplasticidad. Adicionalmente, los ejercicios físicos complementan la estimulación cognitiva e inciden positivamente en el funcionamiento cognitivo y en la salud integral de los usuarios.

En los capítulos subsiguientes, examinaremos en profundidad el campo de la neorrehabilitación, con especial énfasis en las metodologías de restauración y estimulación cognitiva implementadas mediante aplicaciones digitales. Resulta notable que numerosos juegos disponibles en estas plataformas presentan correspondencias significativas con instrumentos tradicionalmente empleados en la rehabilitación neuropsicológica. Este paralelismo se evidencia, por ejemplo, en la analogía entre la tarea de Stroop y el juego "Colormanía" de la aplicación Neuronation, así como en la correspondencia entre el Trail Making Test A y el juego "Vista Relámpago" del mismo entorno digital. Por lo tanto, estos y otros ejemplos relevantes serán analizados detalladamente en el siguiente capítulo de esta obra.

Referencias

- Alfonso, O. V. (2021). *Las corrientes de la psicología contemporánea: revisión crítica desde sus orígenes hasta la actualidad*. Editorial Pueblo y Educación.
- Arango-Lasprilla, J. C., & Rivera, D. (2015). *Neuropsicología en Colombia: Datos normativos, estado actual y retos a futuro*. Editorial Manual Moderno.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders*, 36(3), 189-208.
- Bayona Prieto, Jaime, Bayona, Edgardo A, & León-Sarmiento, Fidias E. (2011). Neuroplasticidad, Neuromodulación y Neurorrehabilitación: Tres conceptos distintos y un solo fin verdadero. *Revista Salud Uninorte*, 27(1), 95-107.
- Bernal-Ruiz, F., Guzmán, C., Gamboa, M., Pizarro-Díaz, N., Núñez, A., & Cañas, M. (2024). Efecto de la inhibición y la flexibilidad cognitiva en la comprensión lectora de escolares. *Pensamiento educativo*, 61(3).
- Betancur-Caro, M. L., Molina, D. A., & Cañizales-Romaña, L. Y. (2016). Entrenamiento cognitivo de las funciones ejecutivas en la edad escolar. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14(1), 359-368.
- Broche-Pérez, Y., Herrera Jiménez, L. F., & Omar-Martínez, E. (2016). *Bases neurales de la toma de decisiones*. *Neurología*, 31(5), 319-325. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.03.001>
- Butfield, E. D. N. A., & Zangwill, O. L. (1946). Re-education in aphasia: A review of 70 cases. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 9(2), 75.
- Climent-Martínez, G., Luna-Lario, P., Bombín-González, I., Cifuentes-Rodríguez, A., Tirapu-Ustarroz, J., & Diaz-Orueta, U. (2014). Neuropsychological evaluation of the executive functions by means of virtual reality. *Revista de neurología*, 58(10), 465-475.
- Davidson, M., Amso, D., Anderson, L., & Diamond, A. (2006). Development of Cognitive Control and Executive Functions From 4-13 Years: Evidence from Manipulations of Memory, Inhibition, and Task Switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Delgado, J. R. P. (2021). Evidencias de validez y confiabilidad de la escala de flexibilidad en jóvenes mexicanos. *Persona: Revista de la Facultad de Psicología*, 24, 27-45. [https://doi.org/10.26439/persona2021.n024\(1\).5311](https://doi.org/10.26439/persona2021.n024(1).5311)
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Donadel, F. G., Morelato, G. S., & Korzeniowski, C. G. (2021). Análisis de la creatividad y la flexibilidad cognitiva en adolescentes en un espacio de

- innovación educativa. *Revista de Psicología.* <https://doi.org/10.46553/RPSI.17.34.2021.p7-20>
- DutilhNovaes, C. (2021). *The Dialogical Roots of Deduction: Historical, Cognitive, and Philosophical Perspectives on Reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Escuredo-Jiménez, L. (2022). Procesos cognitivos y toma de decisiones en tripulaciones de carro de combate Leopardo 2E. *Sanidad Militar*, 78(1), 15-21.
- Gandolfi, E., Viterbori, P., Traverso, L., y Usai, M. C. (2014). Inhibitory processes in toddlers: A latent-variable approach. *Frontiers in Psychology*, 5, 381.
- Gates, N. J., & Sachdev, P. (2014). Is cognitive training an effective treatment for preclinical and early Alzheimer's disease? *Journal of Alzheimer's Disease*, 42(S4), 551-559. <https://doi.org/10.3233/JAD-141302>
- Ginarte-Arias, Y. (2002). Rehabilitación cognitiva. Aspectos teóricos y metodológicos. *Revista de neurología*, 34(9), 870-876.
- Hernández, V. F. F., Delgado, Á. D. R. P., de la Bandera, F. A. V., & Días, C. F. C. (2023). Corteza dorsolateral frontal y memoria en personas consumidoras de sustancias: Dorsolateral frontal cortex and memory in substance users. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 4839-4852.
- Herreras, E. B. (2010). Función ejecutiva y desarrollo en la etapa preescolar. *Boletín De Pediatría*, 50(214), 272-276.
- Jiménez, V. & Puente, A. (2014). Model of metacognitive strategies. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(1), 11-16
- Jones, L. B., Rothbart, M. K., y Posner, M. I. (2003). Development of executive attention in preschool children. *Developmental Science*, 6(5), 498-504.
- Kleim, J. A., & Jones, T. A. (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *American Speech-Language-Hearing Association*
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). El aumento de la actividad cerebral en la corteza frontal y parietal subyace al desarrollo de la capacidad de memoria de trabajo visuoespacial durante la infancia. *Revista de neurociencia cognitiva*, 14(1), 1-10. <https://doi.org/10.1162/089892902317205276>
- Kolb, B. (2004). *Mechanisms of Cortical Plasticity after Neuronal Injury. En Cognitive and Behavioral Rehabilitation. From Neurobiology to Clinical Practice*, 30-58. Editorial The Guilford Press.
- Konishi, S. H. (2002). Hemispheric asymmetry in human lateral prefrontal cortex during cognitive set shifting. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(11), 7803-7808.
- 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), e40588.
- Lázaro, J., Ostrosky, F., & Lozano, A. (2012). *Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales-2. Manual Moderno*.

- Lepe Grajeda, J. del R., Franco Garzo, E. R., & de la Cruz Sierra, V. E. (2022). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Revista Académica CUNZAC*, 5(2), 99-106. <https://doi.org/10.46780/cunzac.v5i2.76>
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International journal of Psychology*, 17(1-4), 281-297.
- Lupiáñez, J., Correa, Á., Chica, A., Vivas, A., Callejas, A., Sanabria, D., & Botella, J. (2016). Atención. *Libro Homenaje a Pio Tudela*, 117-150.
- Luria, A. R. (1974). *El cerebro en acción*. Fontanella.
- Madruga, J. A. G. (2018). Cognición y desarrollo. *Revista de psicología*, 14(27), 7-24.
- Manga, D., & Ramos, F. (2011). El legado de Luria y la neuropsicología escolar. *Psychology, Society & Education*, 3(1), 1-13.
- Martín-Cánovas, M., & Gomila, A. (2013). El Lenguaje Relacional Facilita el Desarrollo de la Flexibilidad Cognitiva. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 5(1), 25-34. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333427385005>
- Martínez, D., Arboleda Ramírez, A., Gaviria Gómez, A. M., & Montoya Arenas, D. A. (2023). Revisión de la literatura científica sobre la toma de decisiones bajo riesgo o ambigüedad en pacientes con enfermedades neurodegenerativas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (69), 244-275. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194274896011>
- Martínez, L., Bruna, A., Guzmán, M., Herrera, C., Valle, J., & Vásquez, M. (2002). Alteraciones en las representaciones fonológicas de la memoria de trabajo en niños preescolares con trastorno específico del lenguaje. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 22(4), 181-189.
- Mateer, C. (2003). Introducción a la rehabilitación cognitiva. *Avances en psicología clínica latinoamericana*, 21(10).
- Mather, M. (2006). *A review of decision-making processes: Weighing the risks and benefits of aging*. In L.L. Carstensen & C. R. Hartel (Eds.), *When I'm 64* (145-173). The National Academies Press
- Mejía Rubio, A. del R. (2025). Bases neuropsicológicas del funcionamiento ejecutivo y las emociones: Interacciones e implicaciones para el desarrollo cognitivo y el aprendizaje. *Ciencia Y Educación*, 6(2), 35 - 47. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14876731>
- Molina Valencia, R. & Torres Merchán, N. Y. (2019) Neurociencias y Educación: dualidad necesaria en los procesos de aprendizaje. *Memorias del V Congreso Internacional de Investigación y Pedagogía. Escuela Maestros y estudio. Perspectivas contemporáneas*. Universidad Pedagógica y Tecnológica De Colombia. https://rdigitales.uptc.edu.co/memorias/index.php/5_cong_pedag/5_ped_cong
- Molina, M. T. B., Melero, L. J. F., Castillo, J. L., & Cuerva, C. R. (2016). *Mente y cerebro: De la Psicología experimental a la Neurociencia cognitiva*. Alianza Editorial.
- Muñoz, M. B., & Castillo, Y. C. (2023). Procesos cognitivos y comprensión de lectura de textos informativos en estudiantes chilenos de enseñanza secundaria. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 21(59), 125-146. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v21i59.5180>

- Nájera González, E. A., Bran Solórzano, A. L., Canel Pinto, I. M., Figueroa de León, R. M., Lemus, M. N., & Marleny Osegueda, C. Y. (2021). Influencia de la digitalización en el siglo XXI en la neuroplasticidad. *Revista Académica CUNZAC*, 4(1), 81-86. <https://doi.org/10.46780/cunzac.v4i1.36>
- Palomeque, T. R. (2020). *Impacto del entrenamiento cognitivo NEXXO sobre la atención y funciones ejecutivas en edad escolar* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid].
- Paúl-Lapedriza, N., Bilbao-Bilbao, A., & Ríos-Lago, M. (2008). Rehabilitación neuropsicológica. *Manual de neuropsicología*, 473-496.
- Pearson-Fuhrhop K.M., Kleim J.A. & Cramer S.C. (2009). Brain plasticity and genetic factors. *Topic Stroke Rehabilitation*, 16(4), 282-99.
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annu. Rev. Psychol.*, 58(1), 1-23.
- Ramirez, L. E. (2013). El proceso de la atención: una mirada desde la neuropsicología. *Revista Digital EOS Perú*, 1(1), 15.
- Ramos-Galarza, Carlos, Jadán-Guerrero, Janio, Ramos, David, Bolaños, Mónica, & Ramos, Valentina. (2017). Evaluación Neuropsicológica Del Control Inhibitorio Y El Control De La Interferencia: Validación De Tareas Experimentales En El Contexto Ecuatoriano. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 26(1), 27-34.
- Reijnders, J., van Heugten, C., & van Boxtel, M. (2013). Intervenciones cognitivas en adultos mayores sanos y personas con deterioro cognitivo leve: una revisión sistemática. *Revisiones de investigación sobre el envejecimiento*, 12(1), 263-275. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2012.07.003>
- Ríos, M., Periáñez, J. A., & Muñoz-Céspedes, J. M. (2004). Attentional control and slowness of information processing after severe traumatic brain injury. *Brain injury*, 18(3), 257-272.
- Rodríguez-García, Martín Emiliano, Marín-Arriaga, Norma, Macías-Arriaga, Silvia Gabriela, Salazar-Cárdenas, Bernardo, Ramírez-Rodríguez, Tania, Aparicio-Jiménez, Víctor Hugo, Valdés-Cristerna, Raquel, & Cantillo-Negrete, Jessica. (2023). Técnicas de Neuroimagenología en la Cuantificación de la Neuroplasticidad en Pacientes con Enfermedad Vascular Cerebral. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 44(2), 1345. <https://doi.org/10.17488/rmib.44.2.5>
- Rosenzweig, M. (2007). *Modification of Brain Circuits through Experience*. En Bermúdez-Rattoni, F. (Ed.), *Neural Plasticity and Memory: From Genes to Brain Imaging*. CRC Press/Taylor & Francis
- Rubio, A. D. R. M. (2025). Bases neuropsicológicas del funcionamiento ejecutivo y las emociones: Interacciones e implicaciones para el desarrollo cognitivo y el aprendizaje. *Ciencia y Educación*, 6(2), 35-47.
- Sarango. Y. (2025). Cómo impactan los videojuegos, las redes sociales y los teléfonos celulares en el desarrollo del cerebro de los niños. *Revista Gener@ndo*, 6(1,). 1876-1899

- Sholberg, M.M. & Mateer, C.A. (1989). Remediation of executive functions impairments. In Sholberg, M.M. & Mateer, C.A. (232 - 263): *Introduction to cognitive rehabilitation*. Nueva York: Guilford Press
- Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (1987). Effectiveness of an attention-training program. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 9(2), 117-130.
- Terneusen, A., Winkens, I., van Heugten, C., Stapert, S., Jacobs, H. I. L., Ponds, R., & Quaedflieg, C. (2023). Neural Correlates of Impaired Self-awareness of Deficits after Acquired Brain Injury: A Systematic Review. *Neuropsychology review*, 33(1), 222-237. <https://doi.org/10.1007/s11065-022-09535-6>
- Tirapu-Ustarroz, J., & Luna-Lario, P. (2008). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Manual de neuropsicología*, 2, 219-59.
- Tortajada, R. E., & Villalba, S. (2014). Estimulación cognitiva: una revisión neuropsicológica. *Therapeía: estudios y propuestas en ciencias de la salud*, (6), 73-94.
- Ustároz, J. T., Molina, A. G., Lario, P. L., García, A. V., & Lago, M. R. (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*, 116.
- Van den Heuvel, O. A., Groenewegen, H. J., Barkhof, F., Lazeron, R., van Dyck, R., & Veltman D. J. (2003). Frontostriatal system in planning complexity: a parametric functional magnetic resonance version of Tower of London task. *Neuroimage*, 18, 367-374.
- Van Zomeren, A., & Brouwer, W. H. (1994). Neuropsicología clínica de la atención. *Prensa de la Universidad de Oxford*.
- Vélez Evans, M. I., (2006). El proceso de toma de decisiones como un espacio para el aprendizaje en las organizaciones. *Revista Ciencias Estratégicas*, 14(16), 153-169. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151320326003>
- Verger, K. P., & Junqué, C. (2000). Recuperación de las lesiones cerebrales en la infancia: polémica en torno a la plasticidad cerebral. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 20(3), 151-157.
- Wang, Y., & Ruhe, G. (2007). The cognitive process of decision making. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence (IJCINI)*, 1(2), 73-85.
- Wong Carrera, A., & Álvarez González, M. Á. (2013). Hormonas, cerebro y conducta. Notas para la práctica de la Psicología en la Endocrinología. *Revista Cubana de Endocrinología*, 24(1), 57-69.
- Wong, A. L., Haith, A. M., Krakauer, J. W. (2015). Motor planning. *Neuroscientist*, 21(4), 385-398. <https://doi.org/10.1177/1073858414541484>
- Yandar, P. A. R., Campaña, Y. K. E., & Rodríguez, A. D. P. P. (2023). Relación entre velocidad de procesamiento y funciones ejecutivas en estudiantes de grado sexto. *Informes Psicológicos*, 23(1), 29-46.
- Zuluaga de Garavito, T. M. (2002). La atención: proceso y producto complejo. *Revista Ocupación Humana*, 9(3), 122-133. <https://doi.org/10.25214/25907816.548>

CAPÍTULO 2:

APLICACIONES DIGITALES EN LA NEUROREHABILITACIÓN COGNITIVA



CAPÍTULO 2: APLICACIONES DIGITALES EN LA NEUROREHABILITACIÓN COGNITIVA

¿Alguna vez te imaginaste que un juego en el celular podría ayudarte a entrenar tu memoria o tu atención? En este capítulo descubrirás cómo el mundo digital se ha convertido en un gran aliado para la rehabilitación cognitiva. Vamos a explorar juegos y plataformas que no solo son útiles, sino también entretenidas y ajustables a cada persona. Verás cómo muchas de ellas replican ejercicios clásicos, pero de forma mucho más accesible.

1. El futuro de la rehabilitación cognitiva

La rehabilitación cognitiva constituye una intervención terapéutica efectiva, enfocada en diferentes dimensiones del funcionamiento integral del paciente como neuropsicológico, dimensión emocional, personal, entre otros. Téllez et al. (2025) señalan que esta metodología ayuda a las personas con trastornos neurológicos y psiquiátricos a la restauración de funciones cognitivas deterioradas, además potencian el desarrollo de nuevas habilidades cognitivas en personas sanas, mejora el rendimiento académico y fortalecen las capacidades mentales en adultos mayores.

Recientemente, el empleo de la inteligencia artificial (IA) ha revolucionado el sector de salud, mejorando y facilitando los procesos de diagnóstico, evaluación, monitoreo y tratamiento de pacientes. La IA consiste en sistemas o tecnologías que replica capacidades e inteligencia humana como la toma de decisiones basándose en reglas, experiencias y lógica (Ruiz y Velásquez, 2023). Su implementación resulta especialmente valiosa para personas con enfermedades cognitivas o secuelas de accidentes, permitiendo personalizar tratamientos y monitorear el deterioro. Es importante enfatizar que la IA debe considerarse como un complemento al tratamiento médico convencional, nunca como un sustituto, su empleo debe ser bajo la supervisión de especialistas en ciencias de la salud.

Una de las ventajas más destacadas de la IA, en primer lugar, su precisión, esta tecnología permite tomar decisiones más acertadas a nivel terapéutico y realizar clasificaciones más exactas de deterioros funcionales y neurológicos. Otra ventaja fundamental es su accesibilidad, a diferencia de la terapia tradicional, las soluciones basadas en IA suelen resultar más rentables económicamente y permiten a los usuarios acceder a servicios de salud de manera sencilla desde la comodidad de sus hogares. Esta característica beneficia especialmente a personas con movilidad reducida, residentes en zonas rurales o alejadas de centros médicos (Orovio et al., 2023).

Adicionalmente, se caracteriza por su capacidad para detectar patrones que los profesionales humanos podrían pasar por alto, lo que contribuye directamente a mejorar el progreso del paciente, puede analizar simultáneamente grandes volúmenes de datos clínicos, identificando correlaciones y tendencias que resultan valiosas para personalizar tratamientos y hacer seguimiento de la evolución de cada caso.

Las sesiones terapéuticas a través de IA han demostrado resultados positivos al brindar apoyo accesible, generando así un ambiente seguro donde los pacientes pueden expresar libremente sus emociones y sentimientos (Pinto et al., 2024). Este entorno virtual facilita la comunicación para personas que podrían sentirse intimidadas en entornos clínicos tradicionales, promoviendo una mayor apertura y honestidad durante el proceso terapéutico.

2. Las mejores aplicaciones para la rehabilitación cognitiva

La neurorehabilitación cognitiva ha experimentado una transformación decisiva gracias a las tecnologías digitales, que han dado lugar a aplicaciones innovadoras diseñadas para potenciar la motivación del paciente, eliminando la monotonía que tradicionalmente obstaculiza el rendimiento cognitivo y el progreso terapéutico (Hernández et al., 2024). Más que simples herramientas de entretenimiento, estas plataformas están diseñadas con base científica para fortalecer funciones cognitivas esenciales como memoria, razonamiento lógico y atención, proporcionando un enfoque integral y personalizado.

A continuación, las plataformas destacadas en este campo:

3. CogniFit:

CogniFit, establecida en 1999 por el académico Shlomo Breznitz, se ha consolidado como una plataforma líder en entrenamiento cognitivo digital. Esta aplicación destaca por su enfoque científico riguroso, ofreciendo evaluación neuropsicológica y estimulación cerebral personalizada (Mora, 2018). Su efectividad y base metodológica tiene reconocimiento internacional, siendo actualmente utilizada tanto por prestigiosas instituciones científicas como por importantes compañías multinacionales en programas de desarrollo cognitivo y neurorehabilitación. Además, CogniFit hace uso de pruebas completas y tareas respaldadas científicamente, seleccionadas cuidadosamente con el fin de evaluar con precisión diversas funciones cerebrales.

La empresa ha desarrollado estas actividades tanto para usuarios comunes como para profesionales de la salud, permitiendo así evaluar y estimular diferentes habilidades cognitivas de manera efectiva (Ferrer-Cascales et al., 2024). CogniFit mantiene una estrecha colaboración con investigadores en el ámbito científico, con el fin de integrar los últimos avances y descubrimientos en el campo de la neurociencia cognitiva.

3.1. Características principales

Este programa personalizado inicia con la evaluación de las funciones cognitivas esenciales. Una vez obtenidos los resultados, el programa digital CogniFit ofrece automáticamente un plan individualizado para el fortalecimiento de las funciones cognitivas evaluadas, adaptándose específicamente a las necesidades identificadas en cada persona. Su metodología incorpora diversos ejercicios interactivos: retos mentales, juegos de razonamiento, rompecabezas de complejidad progresiva, actividades que

potencian el ingenio y recursos educativos adaptados a diferentes niveles cognitivos, todos diseñados para maximizar la neuroplasticidad y el desarrollo de habilidades cognitivas específicas (Embon-Magal, et al., 2022).

Sarmiento et al, 2024 mencionan que CogniFit ofrece una variedad de juegos diseñados para entrenar habilidades cognitivas de manera integrada. Su plataforma se enfoca principalmente en el desarrollo de tres capacidades cognitivas fundamentales: la memoria no verbal y la velocidad de procesamiento y la atención focalizada

Además, la plataforma incorpora un sistema de evaluación continua que ajusta la dificultad según el rendimiento del usuario, optimizando así la eficacia del entrenamiento y manteniendo un nivel adecuado de estimulación cognitiva. Esta personalización contribuye significativamente a la adherencia del usuario, factor clave para obtener resultados positivos en programas de rehabilitación cognitiva (Pérez y Cuartas, 2023)

3.2. Validación científica

La validez de esta plataforma neuropsicológica ha sido rigurosamente demostrada en estudios con adultos jóvenes (edad media de 23 años), comparando sus resultados con instrumentos neuropsicológicos estandarizados como las pruebas de Cambridge, el Test de Rendimiento Continuo, las Matrices Progresivas de Raven y el *Test de Stroop*, entre otros (Shatil, 2013). Adicionalmente, un estudio de fiabilidad realizado con 89 participantes mayores de 50 años confirmó su solidez psicométrica, evidenciando una excelente consistencia interna (alfa de Cronbach = 0,70) y fiabilidad test-retest ($r = 0,80$), lo que respalda su aplicabilidad clínica en diversos grupos etarios.

En un estudio meticuloso realizado por Siberski et al. (2014), se ejecutó un análisis sistemático a través de medios digitales que examinó la relación entre la habilidad lectora y la memoria de trabajo en niños con discapacidades. Los investigadores examinaron diversos trabajos científicos que utilizaban la plataforma Cognifit para tratar discapacidad intelectual. Los resultados demostraron la activación y conexión de redes neuronales específicamente implicadas en el procesamiento del lenguaje infantil. Este hallazgo proporciona evidencia de cómo las intervenciones digitales estructuradas pueden fortalecer los circuitos cerebrales relacionados con la decodificación fonológica e interpretación textual en niños que presentan dislexia.

3.3. Abordaje de funciones cognitivas en CogniFit

Tabla 1

CogniFit ofrece el entrenamiento de diversas funciones cognitivas

Característica	Descripción
Percepción	Se trabaja para disminuir las dificultades al momento de procesar, captar y dar sentido a la información que se genera a nuestro alrededor. Ayuda a mejorar la percepción visual, espacial y auditiva
Atención	Esta es una de las capacidades de la cognición más usadas y una de las más afectadas luego de un daño cerebral, por eso CogniFit tiene diseños específicos para estimularla. Trabaja en la atención dividida, focalizada y selectiva.
Coordinación	La aplicación nos ayuda a tener más movilidad con los juegos diseñados para lograr tener mejor coordinación. Mejora la coordinación ojo-mano y los tiempos de reacción.
Razonamiento	Es importante entrenar las funciones ejecutivas como el razonamiento, especialmente en niños y adultos mayores. Engloba ejercicios que ayudan al razonamiento visual.
Memoria	La pérdida o fallos de la memoria es una de las características más destacables en personas con déficit cognitivo. Potencia las capacidades de memoria fonológica inmediata, memoria contextual, almacenamiento a corto plazo, así como los sistemas de memoria no visual y componentes verbales.

Nota: Funciones cognitivas que la plataforma CogniFit permite entrenar mediante sus programas de estimulación. Cada función representa un aspecto fundamental de la cognición humana que puede verse afectada en cualquier población (CogniFit. s.f).

3.4. Actividades destacadas

- **Línea de caramelo**

Mecánica y propósito

Este juego mental está diseñado para entrenar la estructuración mental, monitorización y memoria de trabajo. El objetivo consiste en llenar tubos con un mismo tipo de caramelo, siguiendo reglas específicas. Aunque inicialmente parece una tarea sencilla, la dificultad aumenta progresivamente al restringir el uso de ciertos tubos, lo que complica significativamente el proceso de toma de decisiones y exige mayor organización.

Este juego en línea ofrece una forma entretenida e interactiva de estimular la mente y potenciar diversas capacidades cognitivas. Una característica destacable es su adaptabilidad universal, ya que ajusta automáticamente el

nivel de dificultad según la edad y el rendimiento del usuario, lo que permite que personas de todas las edades se beneficien del estímulo a la neuroplasticidad cerebral.

Esta actividad se enmarca en la categoría de puzzles, un género que ha sido utilizado con fines cognitivos desde el siglo XVIII. Sin embargo, CogniFit ha incorporado elementos innovadores que lo distinguen de los puzzles tradicionales, como la monitorización con restricciones específicas y obstáculos progresivos, que aumentan tanto el entretenimiento como el desafío cognitivo.

Beneficios neurológicos

La actividad estimula patrones específicos de activación neuronal. La práctica constante de este juego promueve la formación de nuevas sinapsis y la reorganización de los circuitos neuronales, lo que contribuye directamente a la mejora de capacidades cognitivas fundamentales (Calderón-Chagualá et al., 2022). Este proceso de remodelación cerebral, basado en los principios de neuroplasticidad, permite que el cerebro se adapte y optimice sus funciones en respuesta a los desafíos presentados por el juego.

Figura 1

Tubos de ensayo con esferas de colores para actividad cognitiva



Nota. De "Juegos cognitivos para entrenamiento mental". Diseñado para entrenar la estructuración mental, monitorización y memoria de trabajo. Consiste en llenar tubos de ensayo con esferas del mismo color, siguiendo reglas particulares que se vuelven más restrictivas a medida que avanza el juego por CogniFit, s.f.

- **Pipe panic**

Habilidades entrenadas y mecánica

Este juego se especializa en entrenar tres capacidades cognitivas: la coordinación ojo-mano, el tiempo de reacción y la percepción visual. Su objetivo consiste en reparar diversas averías en un sistema de tuberías utilizando las herramientas apropiadas para cada problema. A medida que el

jugador avanza de nivel, las averías aparecen con mayor frecuencia y complejidad, aumentando progresivamente el desafío de reparación.

Una característica destacable es su adaptabilidad universal, permitiendo que tanto niños como adultos de cualquier edad puedan beneficiarse de él, ya que ajusta automáticamente su dificultad según las capacidades del usuario. Esta característica facilita el entrenamiento de la capacidad visual y estimula la capacidad mental mediante la neuroplasticidad. El juego ayuda a los beneficiarios a dirigir eficientemente sus recursos cognitivos para mejorar el rendimiento general del cerebro. Este proceso facilita el alcance de metas más complejas que requieren mayor capacidad en las funciones cognitivas implicadas, estimulándose constantemente para su desarrollo y fortalecimiento (Aguilar et al., 2025).

Impacto neurológico

La actividad promueve patrones específicos de activación neuronal. La práctica repetitiva y consciente optimiza las redes neuronales, permitiendo recuperar y reorganizar funciones cognitivas debilitadas. Es importante señalar que el cerebro tiende a optimizar recursos en funciones que no se utilizan habitualmente. Cuando una habilidad cognitiva no se ejercita con regularidad, el cerebro reduce los recursos destinados a su activación neural, lo que disminuye la capacidad para emplear dicha función y, consecuentemente, reduce nuestra eficacia en las actividades cotidianas que la requieren.

Figura 2

Sistema de tuberías averiadas para fortalecer las capacidades cognitivas



Nota. De "Juegos cognitivos para entrenamiento mental". Juego mental de sistema de tuberías interconectadas con diversas averías que requieren reparación inmediata, diseñado para estimular la coordinación ojo-mano, mejorar el tiempo de reacción y entrenar la percepción visual del usuario, presentando un desafío cognitivo que se adapta automáticamente a las capacidades individuales por CogniFit, s.f.

Zumbalú

Mecánica y objetivo

Juego mental diseñado específicamente para estimular la atención. El objetivo consiste en guiar a una abeja para que descarte hojas según el color indicado. Aunque inicialmente parece una actividad sencilla, la dificultad aumenta progresivamente, el jugador debe mantener viva a la abeja mientras avanza, lo que se convierte en un desafío creciente que requiere mayor concentración y reflejos. Esta actividad ha sido creada con el propósito de entrenar a nivel cognitivo y mantener la mente alerta. Una de sus ventajas principales es su naturaleza inclusiva, convirtiéndose en un juego para todas las edades. Esta característica lo posiciona como una opción eficaz para mantener y fortalecer las capacidades cognitivas de manera interactiva.

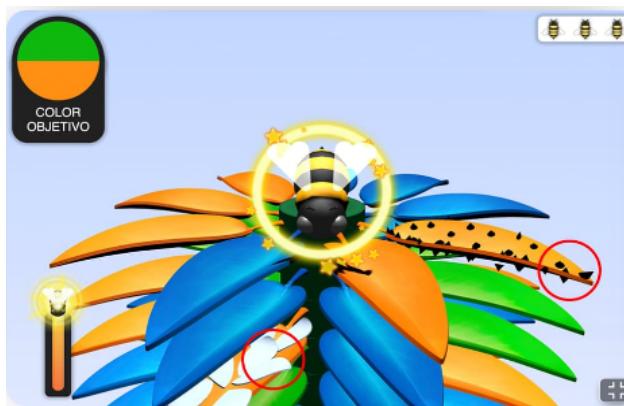
El juego puede catalogarse dentro de la categoría de "centralización", pues se basa en los juegos típicos de atención e interrelación. El elemento crucial para el éxito se fundamenta en la facultad del individuo para sostener la concentración dirigida, identificando rápidamente qué hojas deben ser eliminadas según los criterios cambiantes.

Impacto neurológico

Al jugar, se estimula redes neuronales específicas enlazadas con la atención y la toma de decisiones rápidas. El entrenamiento repetitivo fomenta la creación de nuevas conexiones sinápticas, permitiendo que los circuitos neuronales se fortalezcan o reparen si se encuentran debilitados. Cuando estas funciones se deterioran, surgen dificultades para realizar tareas cotidianas que exigen atención sostenida. Por ello, ejercicios como este juego resultan esenciales para mantener estas capacidades cognitivas en óptimo estado funcional (Pimentel, 2024).

Figura 3

Abeja con flores de colores para optimizar el entrenamiento cognitivo



Nota. De "Juegos cognitivos para entrenamiento mental" Juego mental colorido y atractivo facilita la identificación visual rápida, elemento clave para el entrenamiento de la atención selectiva y sostenida por CogniFit, (s.f.).

3.5. Estudios clínicos

- Caso Ilustrativo: Entrenamiento digital y preservación cognitiva en adultos mayores**

El estudio de Shatil et al., (2008), la evaluación cognitiva de CogniFit para detectar si existen capacidades adicionales que mejoran como resultado del entrenamiento con esta plataforma. Esta investigación más exhaustiva permitirá comprender mejor el alcance potencial de las herramientas digitales en la preservación y fortalecimiento de la salud cognitiva en la población geriátrica.

Contexto

Los adultos mayores constituyen una población particularmente vulnerable al deterioro cognitivo, lo que puede generar diversos efectos negativos como la disminución de su autonomía y calidad de vida. Para minimizar y prevenir estas consecuencias, resulta fundamental fortalecer las funciones cognitivas, lo cual puede realizarse eficazmente mediante programas de entrenamiento cognitivo digital.

Investigaciones previas han logrado comprobar que Cognifit contribuye significativamente a mejorar capacidades cognitivas específicas, como la memoria a corto plazo, la atención focalizada, las habilidades visoespaciales y la flexibilidad cognitiva. Sin embargo, estos estudios no abarcaron la totalidad del espectro de funciones cognitivas que podrían beneficiarse de esta intervención.

Metodología

En este estudio participaron 155 personas, distribuidas aleatoriamente en dos grupos. El primer grupo realizó entrenamiento cognitivo a través de la plataforma Cognifit, mientras que el segundo utilizó videojuegos convencionales. El programa de entrenamiento se extendió por un periodo de tres meses, con actividades diarias de 20 minutos.

En el caso de CogniFit, el entrenamiento se personalizó según las necesidades específicas de cada participante, variando tanto el contenido como el nivel de dificultad según el desempeño individual. Por otro lado, los videojuegos empleados en el segundo grupo incluyeron: puzzles, Snake, Numbers y Tangram. Las capacidades cognitivas de los participantes fueron evaluadas en dos momentos: al inicio del estudio (pre-test) y tres meses después, tras completar el programa de entrenamiento con las herramientas digitales (post-test). Esta metodología permitió comparar objetivamente la eficacia de ambos enfoques en la mejora de diversas funciones cognitivas.

Resultados

Los resultados del estudio revelaron que, del total de 155 participantes iniciales, solo el 58% (89 participantes) completó íntegramente el programa de

entrenamiento, mientras que el 42% restante (66 participantes) no finalizó todas las sesiones previstas. De los que culminaron el estudio, 48 pertenecían al grupo de entrenamiento con CogniFit y 41 al grupo que utilizó videojuegos convencionales.

El análisis de datos demostró que los participantes que realizaron entrenamiento con la plataforma CogniFit experimentaron mejorías significativas en ocho capacidades cognitivas diferentes: flexibilidad cognitiva, coordinación mano-ojo, memoria a corto plazo, percepción espacial, estimación temporal, atención focalizada, memoria auditiva y planificación. En contraste, los participantes del grupo que utilizó videojuegos convencionales únicamente presentaron mejoras significativas en dos capacidades cognitivas: percepción visual y coordinación ojo-mano.

Las diferencias más notables entre ambos grupos se observaron principalmente en tres áreas específicas donde el grupo de CogniFit mostró avances sustancialmente superiores: flexibilidad cognitiva, memoria auditiva y estimación temporal. Estos hallazgos amplían considerablemente el conocimiento previo sobre los beneficios de esta plataforma, ya que demuestran que CogniFit logra mejorar un espectro más amplio de capacidades cognitivas, validando así su eficacia como herramienta de entrenamiento cognitivo digital.

- **Caso Ilustrativo: Respuestas a la privación de sueño: métodos actuales de predicción**

Chandler et al., (2013) en este estudio hace uso de herramientas como CogniFit que ofrece una vía estructurada para potenciar funciones cognitivas clave, posibilitando una mejor adaptación individual a situaciones de fatiga y, consecuentemente, reduciendo los riesgos asociados al desempeño bajo por condiciones de cansancio.

Contexto

El cansancio debido a la falta de sueño adecuado implica riesgos significativos a los que se debe hacer frente, especialmente en sectores críticos como el transporte civil y militar. Tradicionalmente, las soluciones se han centrado en asegurar horas de descanso suficientes o en la administración de fármacos estimulantes, pero en numerosas ocasiones estas medidas resultan insuficientes para garantizar un rendimiento óptimo.

Los métodos predictivos utilizados para el rendimiento bajo por condiciones de fatiga han mostrado una efectividad moderada. Sin embargo, su éxito se ve limitado por la tendencia a generalizar características similares entre individuos, como el ritmo cardíaco y respuestas aparentemente homogéneas al cansancio. Esta generalización ignora un factor crucial que diferencia significativamente la respuesta individual a la fatiga: el funcionamiento cognitivo particular de cada persona.

El funcionamiento cognitivo actúa como un mediador determinante en la resistencia y adaptación a condiciones de privación de sueño. Por lo tanto, el fortalecimiento de capacidades cognitivas específicas mediante entrenamiento sistemático representa una estrategia prometedora para mejorar la efectividad de los métodos predictivos mencionados anteriormente.

Metodología

En este estudio participaron 25 personas voluntarias del servicio militar activo, específicamente 23 hombres y 2 mujeres, con edades comprendidas entre 21 y 24 años, todos pertenecientes al programa Aviation Preflight Indoctrination. La investigación utilizó una metodología basada en mediciones múltiples secuenciales para determinar cómo la falta de sueño afecta las capacidades cognitivas, examinando las respuestas tanto en el conjunto de participantes como en cada sujeto de manera particular.

Para garantizar la validez del estudio, se implementaron estrictos criterios de selección y control. Los participantes fueron monitoreados en su consumo de cafeína, tabaco y alcohol durante toda la duración del experimento. Adicionalmente, se excluyeron candidatos con antecedentes de problemas psiquiátricos o trastornos que se relacionen con el sueño, asegurando así que los resultados reflejaran específicamente los efectos de la privación de sueño en individuos sanos.

Resultados

El estudio arrojó resultados significativos que demuestran el impacto de la privación de sueño en diversas funciones cognitivas. Se identificaron diferencias estadísticamente significativas en cuatro capacidades cognitivas fundamentales: memoria a corto plazo, tiempo de reacción, flexibilidad cognitiva y atención dividida. En todos estos casos, se observó una clara disminución del rendimiento cognitivo a medida que incrementa el estado de fatiga en los participantes.

Un hallazgo particularmente relevante fue la comparación entre diferentes métodos predictivos. Al emplearse las medidas de predicción clásicas (sin variables cognitivas), se obtuvo apenas un 13% de precisión en la predicción de deterioro del rendimiento. Sin embargo, cuando se incorporaron variables cognitivas al modelo predictivo, la precisión aumentó notablemente hasta alcanzar un 35.7% de capacidad predictiva.

Estos resultados sugieren que la integración de variables cognitivas sensibles a la fatiga en los modelos predictivos, como las que evalúa la plataforma CogniFit, podría mejorar sustancialmente la capacidad para anticipar con precisión cuándo el rendimiento de un individuo se verá afectado por el cansancio. Esta información resulta de vital importancia tanto en entornos militares como civiles, ya que permitiría implementar medidas preventivas

oportunas y, potencialmente, evitar accidentes causados por deterioro cognitivo relacionado con la fatiga.

4. NeuroNation

NeuroNation desarrollada con la contribución de la Universidad Libre de Berlín, se distingue como una plataforma avanzada de entrenamiento cerebral que ofrece un repertorio diversificado de juegos y actividades neuropsicológicas. Su diseño está orientado a potenciar cuatro áreas cognitivas fundamentales: atención (selectiva, focalizada y dividida), velocidad, memoria y razonamiento. La plataforma implementa un sistema adaptativo que ajusta los ejercicios según el perfil etario del usuario, garantizando una estimulación apropiada para cada grupo de edad y permite programar rutinas de entrenamiento personalizadas por días y horarios específicos, adaptándose perfectamente a la disponibilidad del usuario (Giehl et al., 2020).

Las actividades de NeuroNation están diseñadas con un enfoque progresivo que adapta la dificultad según el rendimiento del usuario (Ferizaj et al., 2025). Comienzan con tareas simples que se convierten más difíciles a medida que se demuestra dominio, lo que garantiza un desafío constante y estimulante. Esta estructura permite fortalecer habilidades cognitivas de forma personalizada y sostenida. Además, NeuroNation representa una alternativa eficaz para usuarios con distintos perfiles, contribuyendo al mantenimiento de una mente equilibrada y saludable (Bahrudin et al., 2022).

4.1. Evidencia científica

Un riguroso estudio conducido conjuntamente por las universidades de Hamburgo y Würzburg ha evidenciado la efectividad de esta plataforma tras un programa de 21 sesiones. La investigación implementó una metodología de grupo experimental y control: los participantes del grupo experimental completaron ejercicios cognitivos desde sus hogares, mientras que el grupo de control realizó únicamente ejercicios de lenguaje. Tras finalizar el período de intervención, los integrantes del grupo experimental mostraron mejoras significativas en memoria y velocidad de procesamiento (Strobach y Huestegge, 2017).

Un dato importante fue la transferencia de estos beneficios a situaciones cotidianas, manifestándose en una reducción considerable de problemas como: dificultades para tomar decisiones críticas, déficits atencionales y olvidos frecuentes. Este estudio se suma a diversas investigaciones que validan científicamente la eficacia de NeuroNation, consolidándose como una opción privilegiada para el entrenamiento cognitivo basado en evidencia.

Tabla 2*Beneficios de la plataforma NeuroNation*

Beneficio	Descripción
Transferencia a la vida cotidiana	Mejora en la transferencia subjetiva del desempeño intelectual a situaciones cotidianas, permitiendo que los avances cognitivos se traduzcan en beneficios prácticos tangibles
Rendimiento de memoria	Incremento significativo en la capacidad de la memoria, potenciando los procesos de codificación y evocación de datos.
Capacidades atencionales	Potenciación de las capacidades atencionales, mejorando tanto la concentración como la resistencia a distractores.
Memoria de trabajo	Fortalecimiento específico de la memoria de trabajo, capacidad cognitiva importante para el desarrollo y almacenamiento de información.
Entrenamientos personalizados	Implementación de entrenamientos personalizados que se adaptan a cada una de las necesidades especiales de cada beneficiario.
Análisis cognitivo	Evaluación sistemática de los procesos mentales, permitiendo identificar fortalezas y áreas de oportunidad en el funcionamiento intelectual.

Nota. Principales beneficios respaldados científicamente de la plataforma NeuroNation. Cada fila detalla una categoría específica de mejora cognitiva, desde la aplicabilidad práctica en situaciones cotidianas hasta funciones cognitivas específicas como memoria y atención (Zamora, 2022).

4.2. Actividades destacadas

- **Hora Mackworth-U**

El ejercicio "Hora Mackworth-U" fue desarrollado por el renombrado psicólogo británico Norman Mackworth durante su trabajo para la Fuerza Aérea Real Británica. Su objetivo principal es mejorar la concentración y la atención sostenida, habilidades fundamentales que se traducen directamente en beneficios para las actividades cotidianas y la realización eficiente de tareas diarias que requieren vigilancia constante.

En este juego cognitivo, el participante debe mantener una atención meticolosa a las manecillas de un reloj mostrado en pantalla. La dinámica es aparentemente simple: normalmente, la manecilla salta una posición cada vez siguiendo el movimiento habitual (Bruhn, s.f). Sin embargo, el verdadero

desafío surge cuando ocasionalmente la manecilla salta dos posiciones en un solo movimiento.

La tarea del usuario consiste en detectar y señalar estos saltos irregulares tocando o haciendo clic en el reloj cada vez que identifique un movimiento de dos posiciones. Lo que hace particularmente valioso este ejercicio es que requiere mantener un alto nivel de concentración durante períodos prolongados, simulando situaciones reales donde la atención debe permanecer enfocada.

Figura 4

Manecillas del reloj con círculos de color blanco y negro para entrenamiento cognitivo.



Nota. De "Ejercicios para fortalecer habilidades cognitivas". El participante debe observar atentamente un reloj en pantalla donde normalmente la manecilla salta una posición cada vez, este ejercicio exige mantener un alto nivel de atención durante períodos prolongados, simulando situaciones reales que requieren vigilancia constante por Neuronation, s.f.

- **Sopa de letras**

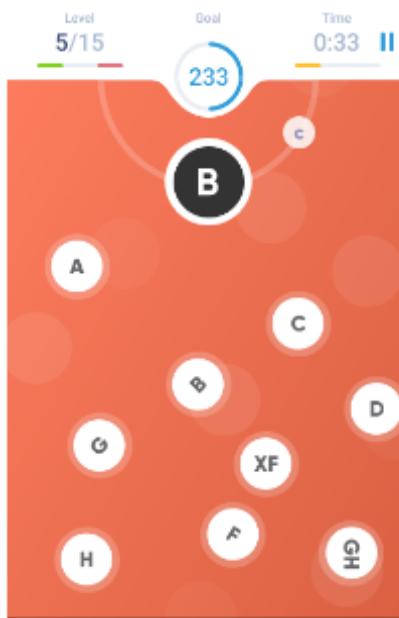
Este ejercicio consiste en un desafío de ordenamiento de letras. El usuario debe identificar palabras desordenadas y reorganizar las letras para formar términos correctos. Aunque resulta relativamente sencillo con palabras cortas, la dificultad aumenta considerablemente cuando se trata de palabras más largas u oraciones pequeñas presentadas en secuencia.

La actividad es generalmente para adultos debido a su nivel de complejidad, pero ofrece beneficios notables para la percepción visual, la concentración y la capacidad de procesamiento lingüístico. Además, este tipo de ejercicio estimula áreas cerebrales relacionadas con el reconocimiento de patrones y la

flexibilidad cognitiva, permitiendo fortalecer conexiones neuronales asociadas con la memoria de trabajo y fluidez verbal (Maggio, et al., 2024). Al practicar regularmente este tipo de desafíos, los usuarios pueden experimentar mejoras en su capacidad para resolver problemas y en su velocidad de procesamiento mental.

Figura 5

Diferentes letras de color negro en un tablero para entrenamiento cognitivo.



Nota. De "Ejercicios para fortalecer habilidades cognitivas" Esta actividad consiste en un desafío de ordenamiento donde el usuario debe identificar palabras desordenadas y reorganizar, este ejercicio ofrece beneficios notables para la percepción visual, la concentración y las capacidades del procesamiento lingüístico Y estimula áreas cerebrales relacionadas con el reconocimiento de patrones y la flexibilidad cognitiva, por Neuronation, s.f.

- **Colorado**

Esta actividad entrena habilidades cognitivas fundamentales, especialmente la capacidad de tolerar señales contradictorias que causan confusión cerebral. En la dinámica del ejercicio, el participante primero observa las palabras en las que se mencionan colores (como "rojo", "azul" o "verde") presentadas en diferentes colores de texto. La interferencia cognitiva se produce cuando el color del texto no se ajusta con el término de la palabra es decir si la palabra rojo está escrita con color azul.

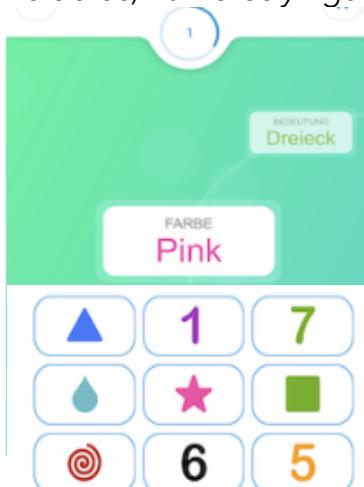
Dependiendo de la instrucción específica, el usuario debe responder al color del texto sin tomar en cuenta el significado de la palabra, o viceversa. La tarea requiere dar clic en la tecla que tenga el color o símbolo correspondiente según el criterio establecido. Esta contradicción entre procesamiento

automático (lectura) y procesamiento controlado (identificación del color) crea un desafío significativo para el cerebro.

A medida que avanza el ejercicio, la dificultad aumenta mediante la aceleración del ritmo de presentación de los estímulos y la introducción de variaciones más complejas en las combinaciones de color y texto. Este entrenamiento resulta particularmente valioso para mejorar la concentración, la resistencia a la distracción y la flexibilidad mental, habilidades que se transfieren a situaciones cotidianas que requieren atención focalizada (Jaramillo et al., 2025).

Figura 6

Palabras, números y figuras de colores para el entrenamiento cognitivo



Nota. De "Ejercicios para fortalecer habilidades cognitivas". Juego mental que entrena la capacidad de tolerar señales contradictorias que generan confusión cerebral, mejora la concentración, la flexibilidad mental, habilidades transferibles a situaciones cotidianas que requieren atención focalizada ante información irrelevante o contradictoria por Neuronation, s.f.

4.3. Estudios realizados

- Caso ilustración: Rehabilitación virtual para deterioro cognitivo en Parkinson**

Este estudio de Grazia et al., (2022) tiene como objetivo determinar la viabilidad y usabilidad de un protocolo específico implementado en una plataforma virtual, aplicado de manera remota a pacientes diagnosticados con enfermedad de Parkinson. La investigación evalúa sistemáticamente la efectividad de las intervenciones digitales a distancia.

Contexto

El deterioro cognitivo en la Enfermedad de Parkinson (EP) representa un desafío significativo en el manejo de estos pacientes. Este deterioro puede manifestarse en un espectro que va desde alteraciones cognitivas leves hasta

el desarrollo de demencia, convirtiéndose en uno de los problemas no motores más frecuentes y discapacitantes de esta enfermedad.

Tradicionalmente, la rehabilitación cognitiva se proporciona en entornos hospitalarios, con sesiones programadas 2 o 3 veces por semana. Sin embargo, la asistencia regular a estas sesiones suele ser difícil para los pacientes debido a sus limitaciones motoras. Ante esta situación, han surgido opciones de rehabilitación remota más accesibles, como las plataformas de simulación virtual y aplicaciones especializadas. En este contexto, se está implementando un programa de neorrehabilitación para pacientes con Parkinson a través de aplicaciones digitales especializadas, entre ellas NeuroNation, que permite realizar ejercicios cognitivos estructurados desde el hogar, adaptados a las necesidades específicas de estos pacientes y eliminando las barreras físicas de acceso a la terapia tradicional.

Metodología

En este estudio participaron 14 participantes con la enfermedad de Parkinson sin demencia, diagnosticados en base a los criterios de la Sociedad de Trastornos del Movimiento. Para la elección de los participantes se establecieron criterios específicos: edad entre 40 a 80 años, un mínimo de 5 años de escolarización, y encontrarse en una fase determinada de la enfermedad según la escala de Hoehn y Yahr.

En cada uno de los teléfonos móviles de los participantes se instaló la aplicación NeuroNation, un programa de entrenamiento cognitivo que comprende 250 niveles de dificultad progresiva por actividad. Los ejercicios están diseñados específicamente para abordar y mejorar diversos dominios cognitivos, incluyendo atención, memoria, funciones ejecutivas, pensamiento lógico y velocidad de procesamiento de información. Una característica particularmente ventajosa de esta aplicación es su capacidad para adaptarse automáticamente según las capacidades individuales y la edad de cada usuario.

El estudio se realizó con una pequeña muestra de participantes, lo que limita la generalización de los hallazgos, las conclusiones obtenidas fueron favorables. La telerehabilitación cognitiva implementada a través de plataformas virtuales, específicamente Neuronation, demostró una eficacia significativa en pacientes con Enfermedad de Parkinson que participaron desde la privacidad de su domicilio. Esta modalidad de tratamiento no solo facilitó el acceso a terapias especializadas sin necesidad de desplazamientos, sino que también permitió una mayor adherencia al programa terapéutico.

- Caso ilustrativo: Entrenamiento cognitivo móvil en deterioro cognitivo leve**

Este estudio según Ferizaj et al., (2024) tiene como finalidad evaluar la eficacia de la plataforma virtual Neuronation en el deterioro cognitivo.

Contexto

El deterioro cognitivo representa uno de los problemas con mayor desafío para la comunidad actual. Se define como el desgaste de las capacidades cognitivas en comparación con el grupo etario correspondiente, y las personas que lo padecen experimentan impedimentos para llevar a cabo rutinas habituales. En este contexto, el entrenamiento cognitivo a través de plataformas virtuales emerge como una alternativa prometedora. Mediante teléfonos móviles, estos entrenamientos resultan de fácil acceso, no invasivos, y pueden realizarse desde el hogar en un entorno seguro.

La transición de la rehabilitación cognitiva tradicional a la computarizada ha experimentado un notable crecimiento durante los últimos años. Los métodos computarizados han demostrado beneficios significativos en memoria, lenguaje, atención y percepción espacial. Además, se han observado mejoras significativas en personas con depresión y en su calidad de vida general. En esta investigación, se utilizará la plataforma Neuronation para evaluar sus efectos en el tratamiento del deterioro cognitivo. Cabe destacar que esta aplicación también incorpora elementos de psicoeducación relacionados con prácticas mentales y físicas diseñadas para regular las emociones, mejorar la relajación y potenciar la concentración, ofreciendo así un enfoque integral para la salud cognitiva.

Metodología

Este estudio tiene como propósito evaluar el grado de eficacia de la plataforma Neuronation, implementado como un ensayo de control multicéntrico. Los criterios de inclusión para los participantes establecieron que debían contar con un diagnóstico confirmado según el CIE-10 código F09.7. El proceso de reclutamiento incluyó una evaluación telefónica preliminar para coordinar todos los procedimientos del estudio, seleccionando individuos con puntuaciones entre 20 y 33 en las escalas de evaluación cognitiva estandarizadas.

Adicionalmente, se estableció que los participantes debían ser mayores de edad (18 años o más), tener plena comprensión de la información relacionada con el estudio, así como disponer de un dispositivo móvil compatible con la aplicación. Esta última condición resultó fundamental para garantizar la viabilidad de la intervención digital, permitiendo que los participantes pudieran acceder a las sesiones de entrenamiento cognitivo desde sus hogares, manteniendo así la adherencia al programa terapéutico durante todo el período de investigación.

Resultados

Los resultados obtenidos demuestran que el sistema computarizado tiene un gran potencial para mejorar tanto la cognición a nivel global como específicamente la memoria en personas con déficit cognitivo leve. Esta alternativa digital presenta importantes ventajas al ser de bajo costo y no

invasiva, lo que la transforma en una opción con mayor accesibilidad para mejorar la función cognitiva tanto en su dimensión subjetiva como objetiva.

En el aspecto subjetivo, se pudo observar un aumento significativo de las funciones psicosociales, con mejoras reportadas por los propios pacientes en su percepción de bienestar, autoeficacia y bienestar personal. Esto sugiere que la intervención no solo actúa sobre los procesos cognitivos medibles, sino también sobre la confianza y la capacidad percibida por los pacientes para enfrentar sus desafíos cotidianos.

5. Neuronup

NeuronUP es una plataforma con notables características que integra neurociencia, neuropsicología y tecnología avanzada, ofreciendo actividades validadas científicamente. Esta herramienta proporciona diversos recursos y materiales que permiten diseñar sesiones personalizadas de estimulación cognitiva. Su sistema registra sistemáticamente la información de cada paciente, facilitando el seguimiento del progreso terapéutico y la adaptación continua de las intervenciones según las necesidades individuales (Robledo-Castro et al., 2024).

Esta plataforma virtual puede utilizarse en teléfonos móviles, tabletas y ordenadores, siendo su función principal la estimulación de habilidades cognitivas a través de tres tipos de ejercicios: fichas, juegos y generadores, estos últimos varían constantemente para evitar que el paciente memorice patrones (Fabara-Rodríguez, et al., 2024). NeuronUP se aplica en diversos contextos clínicos como lesiones cerebrales, trastornos del desarrollo, salud mental y discapacidad intelectual. Además, aborda de manera integral tres ámbitos fundamentales: tareas cotidianas, las habilidades sociales y funciones cognitivas proporcionando así un enfoque holístico para la rehabilitación y el mantenimiento de capacidades cognitivas en diferentes poblaciones.

Tabla 3

Principios más importantes de Neuronup

Principio	Descripción
Neuroplasticidad y reorganización cortical	Herramientas y tareas diseñadas específicamente para estimular áreas cerebrales precisas, facilitando la adaptación y reorganización neuronal tras lesiones.
Evaluación y retroalimentación continua	Sistema de revisión continua que permite monitorear el avance en tiempo real, facilitando ajustes inmediatos de las sesiones terapéuticas.

Transferencia de habilidades	Actividades diseñadas para transferir habilidades aprendidas a situaciones cotidianas, promoviendo la independencia funcional del usuario.
Modelo modular y multimodal	Enfoque integral que combina métodos de reemplazo, adaptación y recuperación, personalizado según los requerimientos individuales de cada persona.

Nota. Neuronup fundamenta su metodología en la neuroplasticidad, personalización científica y estimulación cognitiva adaptativa, ofreciendo un enfoque integral y preciso para el entrenamiento neuropsicológico sus principios que destacan en la app Neuronup. (Neuronup, s.f).

5.1. Validación científica

La validación científica de NeuronUP se fundamenta en rigurosos ensayos de control aleatorio, garantizando que sus ejercicios e intervenciones demuestren efectividad replicable en entornos clínicos. Un estudio significativo realizado con adultos mayores que presentaban déficit cognitivo leve evidenció la eficacia de la plataforma, mostrando mejoras estadísticamente significativas en atención selectiva y memoria, incluso sin la aplicación de estímulos adicionales (Moreu-Valls et al., 2025).

Plata-Bello et al. (2021) documentan en su investigación con pacientes de esclerosis múltiple el uso de aplicaciones digitales, destacando NeuronUP como una herramienta que generó mejoras significativas específicamente en el área verbal y la memoria de trabajo. Estos hallazgos proporcionan evidencia científica sólida que respalda la eficacia clínica de las actividades implementadas en esta plataforma de neorrehabilitación, además se revelan cambios estructurales detectables tanto en la materia gris como en la materia blanca cerebral.

5.2. Características principales

NeuronUP ha logrado incorporar actividades innovadoras que estimulan múltiples modalidades sensoriales, incluyendo las vías visual, táctil y auditiva, activando así diversas áreas cerebrales (Peral-Gonzales et al., 2020). Por lo tanto, se evidencian mejoras significativas en diversas funciones cognitivas, y además incrementa notablemente la motivación de los pacientes, especialmente en poblaciones como niños y adultos mayores, donde la fijación al tratamiento representa un desafío.

Robledo-Castro et al. (2024) menciona que la plataforma se destaca por una adaptación cultural y lingüística, un aspecto crucial para garantizar su relevancia a nivel global. Actualmente, la plataforma está disponible en siete

idiomas, lo que facilita significativamente su implementación en diversos entornos clínicos internacionales. Adicionalmente, la integración estratégica de elementos de gamificación ha potenciado el compromiso de los usuarios con la aplicación, haciendo las intervenciones más atractivas para los pacientes y mejorando la retención de las habilidades adquiridas durante el proceso terapéutico.

Esta plataforma mantiene colaboraciones continuas con universidades y centros de investigación de prestigio, lo que permite una constante actualización de su contenido. Este enfoque colaborativo tiene como objetivo principal dar respuesta efectiva a los problemas actuales, asegurando que todas sus actividades estén respaldadas por evidencia científica reciente y estudios recientes (Robledo-Castro et al., 2024).

5.3. Beneficios

NeuronUP ha demostrado ser una herramienta eficaz para el desarrollo cognitivo infantil, especialmente en funciones ejecutivas, memoria y atención. Según López (2022), los programas neuropsicológicos basados en esta plataforma generan mejoras significativas en habilidades de lectoescritura, con resultados destacados en poblaciones socialmente vulnerables. En niños con TDAH, NeuronUP ofrece ejercicios específicamente diseñados que mejoran el control inhibitorio y la capacidad atencional, competencias esenciales para el desempeño social y académico.

Los estudios de Cruz González et al. (2021) demuestran que NeuronUP produce mejoras significativas en memoria y procesamiento de información en adultos mayores, incluso con períodos breves de estimulación. Esto confirma su potencial como herramienta digital efectiva para mitigar el deterioro cognitivo y promover un envejecimiento saludable.

5.4. Actividades destacadas

- Encuentra las parejas**

Este juego está diseñado para estimular la atención selectiva, una de las habilidades cognitivas fundamentales. Consiste en combinar figuras idénticas según corresponda, creando un ejercicio que refuerza los procesos de discriminación visual y concentración. Neuronup ha desarrollado esta actividad con cinco niveles progresivos de dificultad: básico, fácil, medio, difícil y avanzado. A medida que el usuario progresiona, la complejidad aumenta gradualmente, adaptándose a su evolución cognitiva y manteniendo un nivel óptimo de desafío.

La versatilidad es una de las características destacadas de este recurso, debido a que se encuentra disponible tanto en formato papel como digital, facilitando su acceso según las necesidades y preferencias cada beneficiario. La versión digital está disponible en siete idiomas: inglés, italiano, portugués, español,

catalán, francés y alemán, en cambio la versión en papel se ofrece únicamente en inglés y español (Cid-Fernández et al., 2025).

Figura 7

Diferentes figuras coloridas para fortalecer habilidades cognitivas.



Nota. De "Actividades de neurorehabilitación". Juego mental diseñado para estimular la atención selectiva mediante el emparejamiento de figuras idénticas, refuerza específicamente los procesos de discriminación visual y concentración, proporcionando beneficios terapéuticos para usuarios de diversas procedencias lingüísticas por Neuronup (2024).

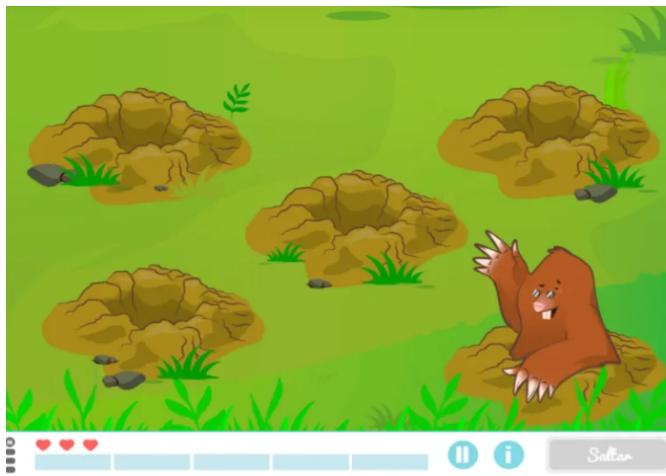
- **Invasión de topos**

Este juego destaca por su atractivo visual, diseñado para captar la atención de los usuarios desde el primer momento. Su propósito principal es ejercitar la memoria: el participante debe recordar por qué orificio aparece el topo y posteriormente replicar esta secuencia de manera inversa una vez finalizada la presentación. Esta mecánica está especialmente diseñada para trabajar dos habilidades cognitivas fundamentales: la memoria episódica y la memoria de trabajo.

La estructura del juego contempla tres niveles de dificultad bien diferenciados: básico, medio y difícil, permitiendo una progresión gradual adaptada al ritmo de aprendizaje de cada usuario. Una de sus características más valiosas es la posibilidad de ajustar todos sus parámetros según la edad y las necesidades específicas de los jóvenes usuarios, transformándolo en un recurso personalizado para la terapia cognitiva.

Figura 8

Pradera verde con montículos de tierra y un personaje de aspecto similar a un topo para trabajar habilidades cognitivas



Nota. De "Actividades de neurorehabilitación. Juego visualmente atractivo está enfocado en ejercitar la memoria secuencial, el participante debe observar y recordar por qué orificio aparece un topo y posteriormente replicar esta secuencia de manera inversa, trabajando la memoria episódica y la memoria de trabajo por Neuronup (2024).

- **¿Quién ha levantado la mano?**

Este juego está diseñado para desarrollar la memoria de trabajo y la memoria episódica, dos funciones cognitivas esenciales para el procesamiento y almacenamiento de información. La dinámica consiste en observar atentamente el orden específico en que varios niños virtuales van levantando sus manos y, posteriormente, replicar esa misma secuencia con precisión, recordando exactamente qué niño alzó la mano en cada momento.

La actividad se estructura en tres niveles de dificultad claramente definidos: básico, medio y difícil, permitiendo una progresión gradual adaptada al ritmo de aprendizaje de cada usuario. Es adaptable según la edad y capacidades del participante, lo que convierte este juego en una herramienta altamente personalizable y accesible para una amplia gama de usuarios.

Figura 9

Niños sentados en un pupitre para mejorar las habilidades cognitivas



Nota. De "Actividades de neurorehabilitación". Juego mental trabaja específicamente la memoria de trabajo y la memoria episódica. La actividad consiste en observar atentamente el orden en que varios niños virtuales levantan sus manos y luego replicar esa misma secuencia con precisión por NeuronUp (2024).

5.5. Estudios realizados

- **Caso ilustrativo: Intervención neuropsicológica y rendimiento académico temprano**

En el estudio de Ayala (2023) su objetivo es evaluar el impacto de una aplicación de intervención neuropsicológica (NeuronUp) en el desarrollo de las capacidades académicas fundamentales como matemáticas, escritura y lectura en población infantil.

Contexto

Las habilidades académicas fundamentales como matemáticas, lectura y escritura han despertado un interés universal por su crucial importancia en el ámbito educativo, constituyendo requisitos esenciales para los procesos escolares. Sin embargo, muchos niños experimentan dificultades significativas en estas tareas aparentemente sencillas, lo que genera problemas en su aprendizaje escolar. Los primeros años de escolarización representan un período crítico donde se establecen las bases del conocimiento, por lo que resulta fundamental garantizar un aprendizaje adecuado que permita a los estudiantes desarrollarse positivamente a nivel educativo conforme avanzan en su trayectoria académica.

En este contexto, el presente estudio implementará la plataforma neuropsicológica NeuronUp para determinar si los niños que presentan vulnerabilidad social pueden obtener un mejor desempeño en su primer grado escolar en las áreas de lectura, matemáticas y escritura. La investigación

busca evaluar los resultados de una intervención temprana basada en actividades neuropsicológicas específicamente diseñadas para niños con desarrollo típico, considerando que la mayoría de estas actividades están orientadas a favorecer el neurodesarrollo. Este enfoque preventivo pretende identificar estrategias eficaces para potenciar las capacidades cognitivas básicas que subyacen al aprendizaje académico en poblaciones que podrían presentar factores de riesgo educativo debido a condiciones sociales desfavorables.

Metodología

Este estudio se diseñó para comparar dos grupos de participantes procedentes de una misma institución educativa. El primer grupo recibió estimulación mediante un programa neuropsicológico estructurado, en cambio en el segundo grupo no recibió ninguna intervención específica, en ambos grupos participaron niños de primer grado. Se realizaron evaluaciones tanto al inicio como al finalizar el período de estudio para conocer el nivel de desempeño académico de los estudiantes. Los participantes tenían edades comprendidas entre 5 y 6 años en ambos grupos, con una muestra total de 19 niños distribuidos equitativamente.

Para la intervención se utilizó el programa NeuronUp de estimulación neuropsicológica, aplicado sistemáticamente al comienzo del día escolar durante sesiones de 15 a 20 minutos. Esta planificación estratégica de las sesiones al comienzo del día fue deliberadamente diseñada para influir positivamente en los niveles de atención y motivación de los estudiantes durante toda la jornada académica. La intervención se extendió por un período de 7 meses, duración considerada óptima para obtener resultados verificables y estadísticamente significativos. La metodología implementada permitió un seguimiento riguroso de la evolución de ambos grupos, controlando variables que pudieran interferir en la interpretación de los resultados.

Resultados

El programa de estimulación neuropsicológica implementada con estudiantes de primer año escolar evidenció importantes beneficios en competencias académicas básicas, específicamente en lectura, matemáticas y desarrollo cognitivo general. Estos resultados confirman el potencial de las intervenciones neuropsicológicas estructuradas como herramientas complementarias al proceso educativo tradicional.

Además de la intervención directa, es importante señalar que los elementos familiares y sociales constituyen factores determinantes que influyen notablemente en el avance del proceso escolar. Cuando los padres o cuidadores entienden el propósito y beneficios de estas plataformas, tienden a brindar un apoyo más consistente y efectivo durante el proceso, lo que se traduce en un mejor desarrollo integral de los niños. La implementación sostenida de estos programas, con el debido acompañamiento familiar, podría

constituir una estrategia efectiva para reducir brechas educativas y potenciar el rendimiento académico en poblaciones escolares diversas.

- **Caso ilustrativo: Evaluación de funciones ejecutivas mediante juegos cognitivos**

En este estudio Soldevila-Domenech et al., (2023) tiene como objetivo evaluar la sensibilidad, confiabilidad y validez al transitar desde un enfoque tradicional hacia uno innovador basado en entrenamiento computarizado para la estimulación de funciones ejecutivas.

Contexto

La metodología tradicional para la evaluación neuropsicológica demuestra alta eficacia en la valoración del estado cognitivo actual. Sin embargo, presenta limitaciones significativas relacionadas principalmente con el costo económico y la considerable inversión de tiempo que requiere. En este contexto, las actividades de entrenamiento cognitivo emergen como una alternativa prometedora, ya que permiten simular situaciones de la vida cotidiana, lo que incrementa notablemente la validez ecológica de la evaluación.

Una ventaja fundamental de este enfoque alternativo radica en la duración de las sesiones, que idealmente oscilan entre 20 y 30 minutos. Este formato más breve y dinámico contribuye significativamente a reducir la fatiga cognitiva que suelen experimentar los participantes durante las extensas sesiones de evaluación tradicional (Soldevila-Domenech et al., 2023). Además, la posibilidad de alternar diferentes funciones cognitivas en distintas sesiones permite mantener niveles óptimos de atención y motivación. Estas evaluaciones computarizadas ofrecen también la ventaja de una administración estandarizada, con mayor precisión en la presentación de estímulos y registro de tiempos de respuesta.

Metodología

Este estudio siguió una metodología progresiva con la participación de 56 personas, distribuidas en grupos reducidos de entre 9 y 14 individuos. La intervención implementada fue de carácter multimodal, y el tamaño de los grupos fue cuidadosamente determinado para facilitar intervenciones efectivas orientadas al cambio comportamental, asegurando un entorno adecuado para los participantes y fomentando el progreso social. Con estos grupos estructurados, se seleccionaron juegos específicos que permitían observar y medir mejoras concretas en las funciones cognitivas evaluadas.

Resultados

Los resultados del estudio indican que NeuronUp constituye una plataforma con características destacables para afrontar las limitaciones en los métodos tradicionales de evaluación neuropsicológica. Esta herramienta proporciona información actualizada mensualmente sobre el rendimiento cognitivo de los usuarios, permitiendo detectar cambios sutiles pero significativos en sus capacidades.

Referencias

- Aguilar, D. F. M., Perero, M. A. P., Otacoma, E. V. C., Morán, R. I. B., y Santillán, N. L. A. (2025). Neuroplasticidad como base del aprendizaje significativo. *Ciencia y Educación*, 6(6.1), 788-801. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16930392>
- Ayala, A. Y. (2023). Efecto de un programa de intervención neuropsicológica en el desarrollo de las habilidades académicas en los primeros años escolares. *Propósitos y Representaciones*, 11(3). <https://doi.org/10.20511/pyr2023.v11n3.1876>
- Bahrudin, M., Pratiwi, A., Seta, AB. y Prabawati, RK (2022). El efecto de las actividades del juego de entrenamiento cerebral en la mejora de la función cognitiva medida mediante la versión Indonesia de Montreal Cognitive Assessment (MoCA-Ina). *Saintika Medika*, 18 (1), 80-91. <https://doi.org/10.22219/sm.Vol18.SMUMM1.21569>
- Bruhn Laura (s.f). Ejercicios de concentración: cómo aumentar tu concentración online. Neuronation. <https://www.neuronation.com/science/de/konzentrationsubungen-online/>
- Calderón-Chagualá, J. A., Montilla-García, M. Á., Gómez, M., Ospina-Viña, J. E., Triana-Martínez, J. C. y Vargas-Martínez, L. C. (2019). Rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral: uso de herramientas tradicionales y realidad virtual. *Revista mexicana de neurociencia*, 20(1), 29-35. <https://doi.org/10.24875/rmn.m22000089>
- Chandler, J. F., Arnold, R. D., Phillips, J. B. y Turnmire, A. E. (2013). Predicting Individual Differences in Response to Sleep Loss: Application of Current Techniques. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 84 (927-937).
- Cid-Fernández, S., Nieto-Vieites, A., Pereiro, A. X., y Díaz, F. (2025). La estimulación eléctrica transcraneal por corriente alterna y el entrenamiento cognitivo mejoran la ejecución y aumentan la actividad theta en adultos con deterioro cognitivo. *Psicothema*, 37(2), 1-11. <https://dx.doi.org/10.70478/psicothema.2025.37.11>
- Cognifit (s.f). Juego Mental: Línea de Caramelos Juego mental de entrenamiento cognitivo. <https://www.cognifit.com/ad/linea-de-caramelos>
- Cognifit (s.f). Juego Mental: Zumbalú Juego mental de entrenamiento cognitivo. <https://www.cognifit.com/ad/zumbalu>
- Cognifit (s.f). Juego Mental: Pipe panic Juego mental de entrenamiento cognitivo. <https://www.cognifit.com/ec/pipe-panic>
- Cruz González, I., Sánchez Pérez, F. y Torres Martín, E. (2021). Intervenciones de estimulación cognitiva en adultos mayores con deterioro cognitivo leve: Resultados de un estudio con NeuronUP. *Journal of Cognitive Rehabilitation*, 15(4), 245-260.
- Embon-Magal, S., Krasovsky, T., Doron, I., Asraf, K., Haimov, I., Gil, E. y Agmon, M. (2022). The effect of co-dependent (thinking in motion [TIM]) versus single-modality (CogniFit) interventions on cognition and gait among community-dwelling older adults with cognitive impairment: a

- randomized controlled study. *Bmc Geriatrics*, 22(1), 720. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03403-x>
- Fabara-Rodríguez, A. C., García-Bravo, C., García-Bravo, S., Quirosa-Galán, I., Rodríguez-Pérez, M. P., Pérez-Corrales, J. y Huertas-Hoyas, E. (2024). Quality-of-Life-and Cognitive-Oriented Rehabilitation Program through NeuronUP in Older People with Alzheimer's Disease: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 13(19), 5982. <https://doi.org/10.3390/jcm13195982>
- Ferizaj, D., Stamm, O., Perotti, L., Martín, E. M., Finke, K., Finke, C. y Heimann-Steinert, A. (2025). Preliminary effects of mobile computerized cognitive training in adults with mild cognitive impairment: interim analysis of a randomized controlled trial. *BMC psychology*, 13(1), 202. <https://doi.org/10.1186/s40359-025-02458-w>
- Ferizaj, D., Stamm, O., Perotti, L., Martín, E., Kathrin, F., Finke, C. y Heimann-Steinert, A. (2022). Eficacia del entrenamiento cognitivo computarizado móvil en adultos con deterioro cognitivo leve: análisis provisional de un ensayo controlado aleatorio. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3099721/v1>
- Ferrer-Cascales, R., Costa-López, B., Ruiz-Robledillo, N., Albaladejo-Blázquez, N., García-Ponsoda, S. y Teruel, M. A. (2024). Relationship between impulsivity evaluated by the computer-based tool attention slackline® and neurocognitive functioning in spanish children and adolescents. *Edulearn24 Proceedings*, 5875-5879. 10.21125/edulearn.2024.1408
- Giehl, K., Ophey, A., Ophey, A. y Thilo Van E. (2020). Effects of Home-Based Working Memory Training on Visuo-Spatial Working Memory in Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Central Nervous System Disease*, 12. <https://doi.org/10.1177/1179573519899469>
- Grazia Maggio, M., Concetta D'Agate, A., Rocco Salvatore Calabró, M., y Nicoletti, A. (2022). Viabilidad y usabilidad de una aplicación telecognitiva de realidad virtual no inmersiva en la rehabilitación cognitiva de pacientes afectados por la enfermedad de Parkinson. *Psychogeriatrics*, 22(6). <https://doi.org/10.1111/psyg.12880>
- Guerrero, J. J. P. (2024). Uso de Juegos Neuroeducativos para mejorar el Aprendizaje en el Centro Poblado de Condorcocha. *Alborada de la Ciencia*, 4(4), 95-102. <https://doi.org/10.26490/uncp.alboradaciencia.2024.4.2420>
- Hernández, M. C. B., Vásquez-Morales, A., Vargas, S. F. P., y Jiménez, M. A. S. (2024). Percepción de los Adultos Mayores sobre el Uso de los aceites Esenciales Durante la Neurorehabilitación de las Funciones Cognitivas de Memoria y Atención. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(3), 10851-10873. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12247
- Jaramillo, S. G. E., Suqui, S. H. N., y Romero, S. V. B. (2025). Gamificación Multisensorial y Neuroaprendizaje: Estrategias Híbridas para Potenciar la Curiosidad y la Creatividad en la Educación Primaria. *Revista Científica Multidisciplinar SAGA*, 2(2), 80-89. <https://doi.org/10.63415/saga.v2i2.79>

- López, L. P. (2022). *Función cognitiva en adultos con daño cerebral adquirido en fase crónica: relación con la actividad física y el sedentarismo* (Doctoral dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona). <https://ddd.uab.cat/record/271693>
- Martínez, F. M. L., Chuqui, D. P. B., Astudillo, E. G. R., & Astudillo, M. S. T. (2024). Aplicación de la realidad virtual y realidad aumentada en la rehabilitación. *ATENEO*, 26(2), 110-126.
- Maggio, M. G., Luca, A., Cicero, C. E., Calabrò, R. S., Drago, F., Zappia, M., & Nicoletti, A. (2024). Effectiveness of telerehabilitation plus virtual reality (Tele-RV) in cognitive e social functioning: A randomized clinical study on Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 119, 105970. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2023.105970>
- Mora Chona, L. A. (2018). Implementación de una estrategia pedagógica para mejorar la atención en los estudiantes del grado cuarto de básica primaria en la institución educativa Carlos Pérez Escalante sede Marco Fidel Suárez ubicada en el municipio de Cúcuta Norte de Santander Colombia. *Universidad Surcolombia*. (23), 122-132. <https://doi.org/10.25054/01240307.1730>
- Moreu-Valls, A., Puig-Davi, A., Martinez-Horta, S., Kulisevsky, G., Sampedro, F., Perez-Perez, J. y Kulisevsky, J. (2025). A randomized clinical trial to evaluate the efficacy of cognitive rehabilitation and music therapy in mild cognitive impairment in Huntington's disease. *Journal of Neurology*, 272(3), 1-14.
- Neuronation (s. f.) Ejercicios de concentración: cómo aumentar tu concentración online. <https://www.neuronation.com/science/de/konzentrationsubungen-online/>
- Neuronup (2024). Actividades de NeuronUP más utilizadas para trabajar con niños. <https://neuronup.com/actividades-de-neurorrehabilitacion/descubre-las-10-actividades-de-neuronup-mas-utilizadas-para-trabajar-con-ninos/>
- Neuronup (s. f.) Marco teórico detrás de Neuronup-Metodología científica atrás de los ejercicios. <https://neuronup.com/noticias-de-neuronup/marco-teorico-detrás-de-neuronup/>
- Orovio, L. E. C., Togra, D. S. D., Astudillo, D. E. L., García, M. L. A. y Mora, A. E. A. (2023). Desempeño de algoritmos de inteligencia artificial (IA) en problemas cognitivos con enfermos de alzheimer (EA). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 768-782. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5358
- Peral-Gómez, P., Valera-Gran, D., Obregón-Carabalí, L., Espinosa-Sempere, C., Juárez-Leal, I. y Sánchez-Pérez, A. (2020). Uso de la realidad virtual en terapia ocupacional: estudio transversal en centros de neurorrehabilitación de Alicante. *Revista Terapia Ocupacional Galicia*, 17(2), 112-121.
- Pérez Pereira, J. P., y Cuartas Arias, J. M. (2023). Impacto de la rehabilitación neuropsicológica computarizada en un paciente con anemia de células falciformes y TDAH. Estudio experimental de caso

- único. *Revista de investigación e innovación en ciencias de la salud*, 5(1), 177-190. <https://doi.org/10.46634/riics.186>
- Pinto, V. R. A., Vidigal, T. R., De Souza, T. D., De Abreu, R. F. Y Duarte, J. L. (2024). Uma revisão sobre a inteligência artificial em jogos sérios para reabilitação cognitiva. *Observatório de la economía latinoamericana*, 22(3). <https://doi.org/10.55905/oelv22n3-031>
- Plata-Bello, J., Herrera-Ramos, E. y Cabrera Díaz, Y. (2021). Efectos de las terapias digitales en la neuroplasticidad y recuperación cognitiva en pacientes con esclerosis múltiple. *Neuropsychological Studies*, 30(3).
- Robledo-Castro, C., Ramírez-Suarez, G. R., & Rodríguez-Rodríguez, L. H. (2024). Effects of computer-based cognitive training vs. paper-and-pencil-based training on the cognitive development of typically developing children: Protocol for a randomized controlled trial. *MethodsX*, 13, 102877. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102877>
- Ruiz, R. B., y Velásquez, J. D. (2023). Inteligencia artificial al servicio de la salud del futuro. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 34(1), 84-91. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2022.12.001>
- Sarmiento, J. S. M., Alvarez, S. E. O., y Quiroga, G. F. (2024). Transformando la enseñanza de las matemáticas en un entorno rural: Propuesta pedagógica en un ecosistema digital. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 13(1), 175-191. <https://doi.org/10.48204/j.centros.v13n1.a4641>
- Shatil, E. (2013). Does combined cognitive training and physical activity training enhance cognitive abilities more than either alone? A four-condition randomized controlled trial among healthy older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00008>
- Shatil, E., Korczyn, A. D., Peretz, C., Breznitz, S., Aharonson, V. y Giladi, N. (2008). Improving Cognitive Performance in Elderly Subjects Using Computerized Cognitive Training. Alzheimer's Association -ICAD - International Conference on Alzheimer's Disease. McCormick Place, 1-3.
- Siberski, J., Shatil, E, Siberski, C., Eckroth-Buche, M., French, A., Horton, S. y Loefflad, R. (2015). Computer-based cognitive training for individuals with intellectual and developmental disabilities: pilot study. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias.*, 30(1), 41-48. <https://doi.org/10.1177/1533317514539376>
- Soldevila-Domenech, N., Ilario De Toma, L. F., Diaz-Pellicer, P., Cuenca-Royo, A., Fagundo, B., Lorenzo, T., Gomis-Gonzalez, M., Sánchez-Benavides, G., Fauria, K., Sastre, C., Fernandez De Piérola, I., Molinuevo, J. L., Verdejo-García, A., De la Torre, R., PENSA Study Group. (2023). Intensive assessment of executive functions derived from performance in cognitive training games. *iScience*.6 (26)
- Strobach, T., Y Huestegge, L. (2017). Evaluación de la efectividad del entrenamiento mental con juegos comerciales con tareas de memoria de trabajo. *Revista de mejora cognitiva*, 1(4), 539-558. <https://doi.org/10.1007/s41465-017-0053-0>

Téllez, J. A. S., Becerra, L. M. D., & Bedoya, Ó. (2025). cogniTherapy: una aplicación web para la estimulación y rehabilitación cognitiva de pacientes con Párkinson. *Revista EIA*, 22(43), 21. <https://doi.org/10.24050/reia.v22i43.1769>

CAPÍTULO 3: ESTIMULACIÓN COGNITIVA EN EL ENVEJECIMIENTO



CAPITULO 3. ESTIMULACIÓN COGNITIVA EN EL ENVEJECIMIENTO: FUNDAMENTOS, BENEFICIOS E INTERVENCIONES DIGITALES

1. Estimulación cognitiva en el envejecimiento y prevención del deterioro cognitivo

El envejecimiento constituye un fenómeno universal, evolutivo e irreversible que involucra factores biológicos, psicosociales y económicos, los cuales son esenciales para comprender el desarrollo humano a lo largo de los años (Toloza y Martella, 2019). Durante esta etapa, predomina la adquisición de enfermedades y diversas condiciones que disminuyen la calidad de vida del adulto mayor, con diferencias notables entre hombres y mujeres, debido que en ellas presentan mayor esperanza de vida a nivel global, aunque no necesariamente en mejores condiciones (Villavicencio et al., 2020).

Actualmente, estamos presenciando un envejecimiento acelerado de la población mundial, respaldado por la disminución en tasas de natalidad y mortalidad, lo que resulta en un aumento generalizado de la esperanza de vida. Esta transformación demográfica genera importantes desafíos para los sistemas de salud, la seguridad social y las estructuras familiares, obligando a la sociedad a adaptarse a una nueva realidad donde los adultos mayores representan un segmento cada vez más significativo de la población (Mosquera, et al., 2024).

2. Deterioro cognitivo y su impacto en adultos mayores

El deterioro cognitivo se manifiesta por la reducción de diversas funciones cerebrales, incluyendo el lenguaje, la memoria y las funciones ejecutivas. Con el avance de la edad, existen varios predictores que influyen en los cambios de estas funciones cognitivas, entre ellos: el sexo, la edad y diversos factores sociodemográficos como la salud, el estilo de vida, el nivel educativo, la existencia de patologías y componentes genéticos (Preciado et al., 2022).

Cabe señalar que no todas las capacidades cognitivas disminuyen durante la vejez, ya que el patrón de cambio cognitivo es heterogéneo. Algunas funciones disminuyen progresivamente a lo largo de la vida, otras se deterioran tardíamente en etapas específicas del ciclo vital, y ciertas capacidades incluso mejoran con el paso de los años, mostrando un desarrollo continuo en lugar de un declive (Parada et al., 2022). Este fenómeno refleja la complejidad del envejecimiento cognitivo y la importancia de considerar factores individuales al evaluar los cambios cognitivos asociados con la edad avanzada.

2.1. Proceso de envejecimiento cerebral

La etapa de envejecimiento está caracterizada por diversos cambios metabólicos, morfológicos, bioquímicos y circulatorios que afectan las funciones cotidianas de las personas. Blasco y Ribes (2016) mencionan que el impacto de estos cambios depende específicamente de la presencia o ausencia de déficit cognitivo. Gracias a la plasticidad cerebral y la capacidad adaptativa de los circuitos neuronales, cierto grado de deterioro cerebral

durante el envejecimiento puede ser compensado sin que se traduzca en una disminución significativa de las capacidades funcionales.

Sin embargo, cuando este deterioro supera un umbral crítico, se manifiesta el déficit cognitivo relacionado con el envejecimiento, aumentando el riesgo de desarrollar trastornos neurodegenerativos como el Alzheimer y el Parkinson. También la alimentación y el modo de vida pueden acelerar la aparición de estas enfermedades o, por el contrario, contribuir a mantener la salud cognitiva durante más tiempo.

Los cambios cerebrales que ocurren desde el nacimiento hasta la vejez confieren al sistema nervioso una extraordinaria capacidad de adaptarse frente a las influencias y transformaciones del entorno, tanto externas como internas (Zegarra-Valdivi et al., 2023). Este fenómeno, conocido como neuroplasticidad, constituye un mecanismo biológico fundamental para lograr un envejecimiento saludable, además de ser la base de los procesos hipocampales esenciales para la memoria y el aprendizaje.

El declive cognitivo observado en adultos mayores no debe atribuirse exclusivamente a la pérdida neuronal, sino también a las transformaciones derivadas de las experiencias vitales. Las modificaciones en la plasticidad sináptica, los factores neurotróficos, las conexiones interneuronales y los circuitos asociados a la función cerebral representan características determinantes en el desarrollo del envejecimiento cognitivo. La comprensión de estos procesos neuroplásticos permite una visión más integral de cómo el cerebro evoluciona durante el envejecimiento y proporciona las bases para desarrollar estrategias que promuevan la salud cerebral durante toda la vida.

De acuerdo con Viadero et al. (2017) en una investigación identificó un subgrupo específico de adultos mayores que manifiestan un déficit cognitivo significativamente menor en comparación con otros individuos de su misma edad. Este grupo fue sometido a una exhaustiva batería de evaluaciones que incluyó pruebas cognitivas estandarizadas, análisis de capacidades funcionales, determinaciones bioquímicas y estudios avanzados de neuroimagen cerebral, entre otras metodologías diagnósticas. Los resultados de estas evaluaciones multidimensionales permitieron caracterizar los factores diferenciales que podrían explicar esta preservación cognitiva excepcional durante el envejecimiento.

Los resultados revelan un hallazgo significativo: aquellos individuos que han mantenido una estimulación cerebral y física activan durante etapas previas de su vida como es la infancia, adolescencia y adultez, presentan un rendimiento cognitivo notablemente superior al de quienes carecieron de estos estímulos, este fenómeno protector se denomina "reserva cognitiva".

Tabla. 1

Evolución Neuroanatómica: Comparación entre el cerebro joven y el cerebro envejecido

Características	Cerebro joven	Cerebro envejecido
Sistema Ventricular	No dilatado	Dilatación ventricular compensatoria
Volumen Cerebral	Conservado, sin atrofia	Reducción progresiva del volumen cerebral
Cuernos Frontales	< 12 mm en menores de 40 años	< 15 mm en mayores de 40 años
Surcos y Cisternas	Pocos profundos	Profundización progresiva
Índice de Evans (IE)	< 0,3 mm	> 0,3 mm
Distancia craneoencefálica	Normal, < 4 mm	Aumento hasta 4 mm
Ancho interhemisférico	Normal, < 6 mm	Aumento hasta 6 mm

Nota. Los cambios neuroanatómicos descritos representan marcadores del envejecimiento cerebral fisiológico, evidenciables mediante neuroimagen. Estos parámetros son fundamentales para diferenciar el envejecimiento normal de procesos neurodegenerativos patológicos. Información obtenida de Hernández et al. (2023).

La tabla compara el cerebro joven y envejecido, evidenciando transformaciones estructurales significativas. El sistema ventricular del cerebro joven mantiene su tamaño normal, mientras que en el envejecido presenta dilatación compensatoria. El volumen cerebral se conserva en la juventud, pero se reduce progresivamente con la edad debido a la pérdida neuronal y sináptica.

Los cuernos frontales, que son extensiones de los ventrículos laterales, presentan dimensiones diferentes según la edad. En personas menores de 40 años, estos miden menos de 12 mm, mientras que, en individuos mayores de 40 años, pueden alcanzar hasta 15 mm, indicando una expansión relacionada con la edad. Los surcos y cisternas cerebrales también se modifican con el envejecimiento. En el cerebro joven, estos son menos profundos, pero con el avance de la edad, se observa una profundización progresiva, reflejando la pérdida de tejido cortical y la reorganización estructural del cerebro.

El Índice de Evans (IE), una medida radiológica importante, debe ser menor a 0,3 mm en el cerebro joven, mientras que en el cerebro envejecido

frecuentemente supera este valor, indicando una mayor dilatación ventricular. La distancia craneoencefálica En el cerebro joven, esta distancia es normal y menor a 4 mm, pero en el cerebro envejecido puede alcanzar los 4 mm, reflejando la atrofia cerebral. Finalmente, el ancho interhemisférico, que es la distancia entre los dos hemisferios cerebrales, es normal y menor a 6 mm en el cerebro joven, pero puede aumentar hasta 6 mm en el cerebro envejecido, indicando pérdida de tejido cerebral.

2.2. Factores de riesgo del deterioro cognitivo

Cancino y Rehbein (2016) afirman que en diversas investigaciones han establecido una clara asociación entre envejecimiento, nivel educativo y función cognitiva. La educación actúa como factor protector, ya que tanto el nivel como la calidad educativa influyen positivamente en el funcionamiento cognitivo global y en la construcción de reserva cognitiva. Los adultos mayores con menor años de escolaridad presentan mayor susceptibilidad al deterioro cognitivo. Este fenómeno se fundamenta en la teoría de la reserva cognitiva, planteando que la educación es uno de los factores que ayuda la creación de redes neuronales más robustas y adaptables que pueden compensar los cambios patológicos cerebrales. Además, el nivel educativo está vinculado con la trayectoria laboral, constituyendo otro factor relevante al evaluar el deterioro cognitivo.

Las actividades recreativas y de ocio también juegan un papel crucial como factores protectores. Estudios han demostrado que prácticas como la jardinería contribuyen significativamente a reducir el riesgo de deterioro cognitivo debido a su combinación de actividad física, planificación y estimulación sensorial. Igualmente, actividades como la lectura, el ejercicio físico regular, resolver crucigramas, la escritura y la participación en actividades sociales (asistencia a iglesias o clubes) pueden retrasar el deterioro cognitivo, fortaleciendo las conexiones neuronales y manteniendo activa la función cerebral.

3. Beneficio de la estimulación cognitiva

La estimulación cognitiva consiste en una estructura personalizada de ejercicios neurofuncionales adaptados a las necesidades específicas de cada individuo, generando un impacto positivo tanto en su cognición como en su desarrollo cotidiano. La gran mayoría de programas de rehabilitación cognitiva están diseñados para fortalecer las redes neuronales, promoviendo la regeneración y recuperación neuronal. De esta manera, las personas mayores que estimulan activamente su cognición pueden no solo mantener sus funciones cognitivas sino también potenciarlas y expandirlas.

Para que el entrenamiento cognitivo computarizado logre resultados efectivos, es necesario mantener una regularidad de tres sesiones semanales como mínimo, cada una con duración de al menos 30 minutos, o conseguir llegar hasta 40 minutos por sesión, debido a que la plasticidad sináptica ocurre después de los 30-60 minutos de estimulación ininterrumpida. Este tiempo de

exposición es fundamental para desencadenar los cambios neurobiológicos que sustentan las mejoras cognitivas.

García y Martínez (2021) argumentan que en numerosos estudios científicos han demostrado que los juegos mentales y ejercicios cognitivos estructurados contribuyen significativamente a controlar y mejorar funciones cognitivas clave como la velocidad de procesamiento y la atención selectiva, la memoria de trabajo. Estas intervenciones representan una herramienta valiosa para apoyar el mantenimiento del funcionamiento cognitivo durante el proceso natural de envejecimiento, ofreciendo una estrategia no farmacológica efectiva para contrarrestar el deterioro asociado con la edad.

4. Prevención del deterioro cognitivo con apps

El deterioro cognitivo, aunque comúnmente se presenta durante el envejecimiento, puede prevenirse mediante una estimulación mental constante. Es fundamental determinar si el déficit cognitivo en personas mayores está asociado a un cuadro depresivo, ya que la implementación de un programa de estimulación cognitiva podría mejorar notablemente su condición al mantenerlo activo tanto mental como socialmente (Duque et al., 2022). En Latinoamérica, la población adulta mayor constituye un grupo particularmente vulnerable, frecuentemente expuestos al abandono y al rechazo social debido a los requerimientos económicos y sociales que su cuidado implica.

La prevención del deterioro cognitivo resulta esencial para mejorar su calidad de vida y promover su independencia. Al mantener cierto grado de autonomía, los adultos mayores experimentan una mejora significativa en su autoestima, evitando autoconceptos negativos como la sensación de inutilidad.

La estimulación cognitiva proporciona múltiples beneficios para el adulto mayor. El trabajo sobre las funciones ejecutivas contribuye significativamente a su bienestar físico, mejora su desempeño en actividades cotidianas y fortalece su estabilidad emocional, aspecto crucial debido a su vulnerabilidad frente a trastornos y enfermedades mentales (Martínez-Alcalá et al., 2022). Por otra parte, la estimulación de la memoria favorece el desarrollo social y aumenta los niveles de motivación, facilitando su participación en actividades de interés e impactando positivamente en aspectos psicosociales, particularmente en la esfera afectiva.

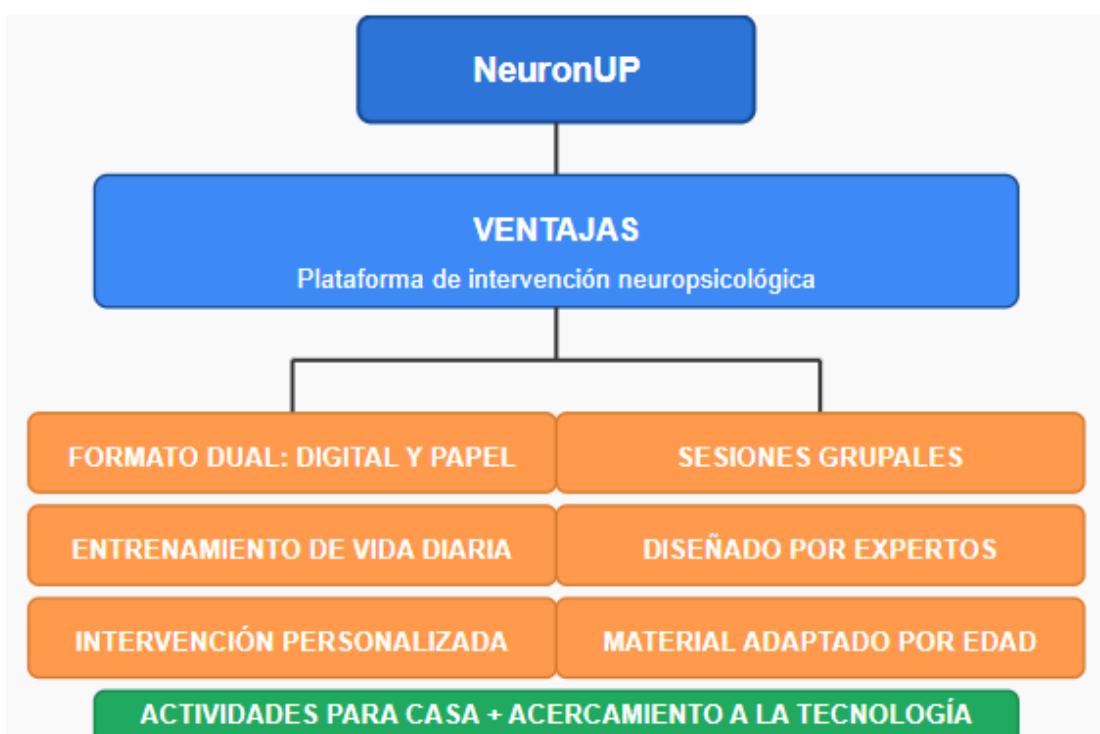
Es importante que los adultos mayores reciban evaluación y atención integral permanente para monitorear su salud mental y física. La estimulación cognitiva debe implementarse de manera constante para promover un mejor afrontamiento de esta etapa vital, manteniendo niveles óptimos de atención, orientación y memoria, condiciones necesarias para lograr un envejecimiento exitoso. Cabe destacar que la intervención temprana ante los primeros signos de deterioro cognitivo puede retrasar significativamente la progresión de condiciones neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer (Cibeira et al., 2020). Los programas de estimulación cognitiva más efectivos son

aquellos que combinan diversas modalidades de ejercicios mentales con actividades físicas moderadas y espacios de socialización estructurados.

Para la estimulación cognitiva en la actualidad, los adultos mayores pueden beneficiarse de aplicaciones digitales especializadas como NeuronUP, CogniFit y Lumosity, herramientas tecnológicas diseñadas específicamente para fortalecer las funciones mentales. Estas plataformas ofrecen una variedad de actividades personalizables según las preferencias individuales de cada usuario, permitiéndoles trabajar de manera sistemática en aquellas áreas cognitivas que requieren mayor refuerzo durante esta etapa de la vida, logrando así mejoras significativas en atención, memoria, razonamiento y otras habilidades fundamentales para mantener la autonomía.

Figura 1

Ventajas de la rehabilitación cognitiva en adultos mayores



Nota La figura presenta las ventajas principales de la plataforma NeuronUP para estimulación cognitiva en adultos mayores. Estas ventajas se fundamentan en evidencia sobre neuroplasticidad y reserva cognitiva, demostrando cómo las intervenciones digitales estructuradas pueden ralentizar el deterioro cognitivo y mejorar la calidad de vida en esta población. Imagen generada por Claude. Creada por Delgado, L. (2025) con información de NeuronUP (2022).

4.1. Aplicaciones de entrenamiento cognitivo

Las intervenciones digitales se están empleando frecuentemente en la práctica clínica actual, aunque requieren una introducción gradual para facilitar la

adaptación del paciente. Es fundamental evaluar su efectividad una vez implementadas y verificar que cada actividad digital responda específicamente a las necesidades del paciente (Baena-Navarro, et al., 2024). Este enfoque metodológico garantiza una integración fluida y sostenible con la tecnología, asegurando que los ejercicios proporcionados por las aplicaciones no solo se apliquen correctamente, sino que también produzcan resultados efectivos.

Además, el desarrollo de software para estas aplicaciones sigue un proceso riguroso y estructurado, común a todos los programas de calidad. Este proceso incluye fases bien definidas: comunicación, planificación, modelado, construcción y despliegue. Esta meticulosa elaboración, respaldada por investigaciones científicas, asegura su eficacia comprobada en pacientes con necesidades de estimulación cognitiva, convirtiendo estas herramientas en recursos valiosos para el tratamiento del deterioro cognitivo (Máñez-Carvajal y Cervera-Mérida, 2021).

Memoria y atención

La memoria es una función cognitiva esencial que permite el registro, almacenamiento y posterior recuperación de información tanto a corto como a largo plazo. Durante el envejecimiento, algunas personas experimentan dificultades con esta función: extravían objetos con mayor frecuencia, olvidan el tema de conversación, repiten palabras, tienen problemas para recordar actividades pendientes o citas médicas, lo que frecuentemente los lleva a utilizar listas y recordatorios como estrategia compensatoria (López y Granados, 2021).

Por otra parte, la atención es la habilidad para dirigir, crear y sostener un estado óptimo de activación que facilite el adecuado procesamiento de la información recibida (Feldberg et al., 2022). En los adultos mayores, el tiempo necesario para completar diversas actividades suele prolongarse debido a una mayor susceptibilidad a las distracciones, especialmente cuando se encuentran en entornos con múltiples estímulos que compiten por su concentración.

Para la estimulación de estas capacidades cognitivas, existen diversas plataformas digitales especializadas, destacándose CogniFit como las más accesible y respaldada científicamente. Estas aplicaciones han sido objeto de numerosos estudios que validan su efectividad en la mejora de funciones cognitivas como la memoria y la atención en adultos mayores.

Tabla 2

Actividades en CogniFit para mejorar la memoria y atención

Aplicación	Capacidad	Tipos de Capacidad	Actividades
CogniFit	Memoria	De trabajo	Digitos, Synaptix, Visual Crossword, Puzzle 3D artístico, Puzzles.
		A corto plazo	Solitaire, Mandala
		Fonológica a corto plazo	Parejas musicales
		No verbal	Nenúfares
	Atención	Focalizada	Locura de colores, Twist it, Math twins, Start Architect, Scrambled
		Dividida	Gem Breaker

Nota. La tabla muestra las actividades de CogniFit diseñadas para entrenar memoria y atención mediante ejercicios basados en evidencia neurocientífica. Estas herramientas digitales estimulan circuitos neurales específicos y son útiles en rehabilitación cognitiva y prevención del deterioro en adultos mayores. Información obtenida de CogniFit (s.f.).

Esta tabla presenta una clasificación sistemática de los ejercicios disponibles en la plataforma CogniFit, organizados según las capacidades cognitivas que estimulan. Las actividades están diseñadas específicamente para trabajar distintos tipos de memoria y atención, permitiendo una intervención personalizada según las necesidades de cada adulto mayor. Cada ejercicio ha sido desarrollado siguiendo criterios neuropsicológicos para garantizar su efectividad en el entrenamiento cognitivo.

Por otro lado, la aplicación NeuroUp ofrece un conjunto estructurado de actividades diseñadas para ejercitar distintos tipos de capacidades cognitivas. La tabla muestra la organización de estas actividades según las áreas que trabajan: Memoria (episódica y trabajo) y Atención (sostenida, selectiva y alternante). Cada ejercicio está específicamente diseñado para potenciar habilidades cognitivas particulares, proporcionando una variedad de opciones para entrenar cada capacidad con actividades interactivas como "Primer aleteo", "Invasión de topos", "Código oculto", "Laberinto animado", entre otros.

Tabla 3

Actividades en NeuroUpt para mejorar la memoria y atención

Aplicación	Capacidad	Tipos de Capacidad	Actividades
NeuroUp	Memoria	Episódica	Primer aleteo, el primer perro, invasión de topos, ¿Dónde están los gatos?, parejas de animales, huevos de pascua, lotería de colores
		Trabajo	Chapas con letras, el pequeño globo de letras, planos en acción, encuentra el monumento, invasión de topos, pesca la palabra, huevos de pascua, lotería de colores, actos según números
	Atención	sostenida	Globos de colores, código oculto, figura de colores el pequeño globo de letras, emparejamientos veloces, programa el robot, ordena la estantería, planos en acción, encuentra el monumento, teje la bufanda, golpea la pelota
		Selectiva	Código oculto, emparejamientos veloces, programa el robot, ordena la estantería, planos en acción, identifica la pieza
		Alternante	Sigue el camino, El laberinto animado, pirámide de cartas de poker, laberinto con instrucciones alternas, actos según números, laberinto con instrucciones alternas.

Nota. La tabla presenta las actividades de la aplicación NeuroUpt dirigidas a mejorar la memoria y la atención, detallando los tipos de capacidad trabajados. Información obtenida de NeuroUp (s.f).

Funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas son capacidades cognitivas superiores encargadas de la verificación, organización, planificación y solución de problemas. Cuando estas funciones presentan alteraciones, la persona experimenta dificultades significativas para realizar tareas básicas cotidianas, como mantener el autocontrol, resolver problemas, tomar decisiones importantes y adaptar su comportamiento al contexto Quishpe-Santillán et al., 2022). Estas limitaciones afectan directamente la autonomía personal y el desempeño del individuo en diversos ámbitos de la vida, como el académico, familiar, laboral y social. Para estimular estas funciones existen diversas plataformas especializadas, entre las que destaca NeuronUP, que ofrece ejercicios específicos, actividades

graduadas en dificultad, tareas personalizables, seguimiento del progreso y un enfoque lúdico para mantener la motivación

Figura

Rehabilitación neuropsicológica: Funciones ejecutivas



Nota. El diagrama muestra la relación entre los componentes clave del proceso terapéutico: la herramienta digital (NeuronUP), las funciones ejecutivas específicas que se trabajan (memoria de trabajo, inhibición, planificación, razonamiento y flexibilidad) y las actividades concretas diseñadas para estimular estas funciones. Imagen generada por Claude. Creada por Delgado. L (2025) con información de NeuronUp (s.f.).

5. Impacto en la reserva cognitiva: preparación para el futuro

5.1. Fundamentos de la reserva cognitiva

La reserva cognitiva (RC) inicio como un término importante en la neurociencia desde mediados de la década de 1980. La RC se constituye como la capacidad cerebral que permite contrarrestar los efectos de patologías asociadas a la demencia, explicando por qué por qué algunos sujetos logran conservar un adecuado desempeño cognitivo, aunque presenten daños cerebrales que, en otras personas, provocarían síntomas clínicos evidentes. Fundamentalmente, la RC representa un factor neuroprotector que facilita al cerebro responder de manera más efectiva ante respuestas patológicas (Stern, 2002).

La investigación sobre reserva cognitiva ha sido impulsada por dos perspectivas fundamentales: como recurso preventivo desarrollado antes de enfrentar alguna patología neurológica degenerativa, y como mecanismo compensatorio que explica las variaciones en el rendimiento en actividades entre diferentes personas, con o sin patologías existentes. Este concepto está condicionado por aspectos multifactoriales, incluyendo la genética, elementos experienciales como costumbres y actividades cotidianas, el acceso a educación formal, y el mantenimiento de una vida activa a lo largo del ciclo vital.

Uno de los estudios pioneros que impulsó al avance de este campo fue "El Estudio de las Monjas", realizado con integrantes de la Orden de la Enseñanza de Notre Dame en Minnesota. Esta investigación documentó un fenómeno sorprendente: muchas religiosas, pese a mostrar indicadores patológicos avanzados de Alzheimer en sus cerebros post mortem, habían mantenido una función cognitiva intacta o experimentado solo deterioro cognitivo leve durante su vida. Significativamente, a edad media de defunción alcanzó 89,4 años entre aquellas con formación universitaria, en comparación con 82,2 años para quienes tenían educación secundaria o universitaria sin completar, y 82 años para las que contaban solo con educación primaria (Snowdon, Ostwald y Kane, 1989). Estos hallazgos sugieren una correlación importante entre el nivel educativo y la capacidad cerebral frente a procesos neurodegenerativos.

5.2. Modelos explicativos de la reserva cognitiva

La literatura científica ha consolidado dos modelos explicativos principales para comprender cómo funciona la reserva cognitiva en el ser humano. Estos modelos proporcionan marcos conceptuales complementarios que explican los mecanismos subyacentes de resistencia ante el deterioro cognitivo asociado a daños cerebrales o procesos neurodegenerativos.

Modelo pasivo o de reserva previa

El modelo pasivo, también conocido como reserva cerebral, se fundamenta en características anatómicas y fisiológicas del cerebro. Este enfoque plantea que la RC representa la cantidad de daño que el cerebro puede soportar antes de que aparezcan síntomas clínicos. Esta capacidad depende de factores cuantitativos como el volumen del cerebro, la cantidad de neuronas y la densidad de conexiones sinápticas (Stern, 2009).

Los mecanismos pasivos de reserva consisten principalmente en elementos que promueven la salud física y mental, es decir, aspectos vinculados con habilidades adquiridas que estimulan y aceleran procesos neurobiológicos preventivos. Estos factores configuran una especie de "capital neural" que proporciona resiliencia frente a posibles deterioros. Las personas con mayor capacidad de reserva cerebral pueden, por tanto, tolerar un nivel más elevado de neuropatología antes de mostrar síntomas clínicos evidentes.

Modelo activo o de compensación posterior

En contraste, el modelo activo propone que, cuando comienza a producirse un daño neuronal, el cerebro intenta compensarlo mediante la activación de procesos cognitivos preexistentes o el desarrollo de nuevas estrategias adaptativas (Calderón-Rubio et al., 2022). Este enfoque se centra en los procesos dinámicos que el cerebro implementa para mantener la funcionalidad.

En presencia de déficits, estos mecanismos compensatorios se activan utilizando circuitos neuronales alternativos para reemplazar las funciones afectadas. Este fenómeno es comparable a las compensaciones observadas en

pacientes con trastornos neurológicos adquiridos, como es el caso en diversas afasias, en las que áreas cerebrales no asociadas tradicionalmente con el lenguaje se activan para reducir el impacto de la lesión, permitiendo mantener un nivel funcional suficiente para la comunicación efectiva.

Ambos modelos no son mutuamente excluyentes, sino que representan diferentes aspectos del mismo fenómeno. Mientras el modelo pasivo explica las diferencias en el umbral de manifestación de síntomas, el modelo activo describe los procesos dinámicos que el cerebro utiliza para adaptarse a la patología una vez que esta se ha establecido. La integración de ambas perspectivas proporciona una comprensión más completa de los mecanismos por los cuales la reserva cognitiva protege contra el deterioro cognitivo relacionado con el envejecimiento y las enfermedades neurodegenerativas.

Tabla 3

Modelo Activo de la reserva cognitiva

Reserva neural	Compensación neural
Se refiere al uso de redes cerebrales menos vulnerables a las alteraciones, ya sea por su mayor eficiencia o por su mayor capacidad para mantener el funcionamiento cognitivo.	Consiste en la activación de estructuras o redes cerebrales alternativas para maximizar el rendimiento cognitivo frente a la disfunción cerebral, lo que permite una mayor adaptabilidad, eficiencia y flexibilidad del cerebro

Nota. Conceptos fundamentales del modelo activo o de compensación posterior con evidencia científica recopilada de Calderón-Rubio et al. (2022) y Stern (2012).

Como señala Stern en su modelo del umbral, estos enfoques no son excluyentes sino complementarios. En etapas avanzadas de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, cuando la patología alcanza un nivel crítico, la reserva cognitiva pierde su capacidad para actuar como factor protector, y los déficits aparecen como sintomatología clínica de la demencia.

5.3. Factores que están asociados a la reserva cognitiva

Educación formal

El nivel educativo representa uno de los factores más consistentemente asociados con una mayor reserva cognitiva. Las personas con menor nivel educativo tienen una mayor probabilidad de desarrollar un trastorno neurocognitivo en el futuro (Busatto et al., 2020). En este sentido, una mayor escolarización puede favorecer una mayor conectividad neuronal en las etapas tempranas de la vida, una conectividad que se mantiene durante el resto de la

existencia. Así mismo, un mayor nivel educativo suele relacionarse con la estimulación mental continua y el crecimiento neuronal a lo largo de toda la vida.

Para explicar de manera más comprensiva este fenómeno, se puede afirmar que los sujetos con mayor escolaridad requieren un deterioro cognitivo más significativo para que los síntomas clínicos de demencia se manifiesten, en comparación con aquellas con menor escolaridad. Esto sugiere que la educación confiere una "reserva cognitiva" que retrasa la expresión sintomática de los procesos neurodegenerativos. Este fenómeno puede explicarse a través de varios mecanismos neurobiológicos. La estimulación intelectual continua desde edades tempranas promueve el desarrollo de redes neuronales más densas y complejas, creando una conectividad cerebral sólida que perdura durante toda la vida. El aprendizaje formal fomenta la neuroplasticidad, permitiendo al cerebro adaptarse mejor ante posibles daños y compensar déficits incipientes.

Por el contrario, niveles educativos bajos se asocian con un mayor riesgo de desarrollar demencia. Esto se debe a que estos individuos cuentan con menos recursos neurocognitivos para contrarrestar los efectos del deterioro cerebral asociado al envejecimiento. La falta de estimulación cognitiva sostenida durante períodos críticos del desarrollo puede resultar en redes neuronales menos resilientes frente a procesos patológicos.

Complejidad Laboral

La naturaleza de la actividad profesional desempeña un rol significativo en el desarrollo de la reserva cognitiva. Estudios con gemelos han indicado que quienes ejercen profesiones con altas exigencias en razonamiento, habilidades matemáticas y lingüísticas presentan un menor riesgo de demencia (Carnero-Pardo, 2007). Más allá del nivel de escolarización, el tipo, la calidad y el desempeño profesional constituyen componentes esenciales de la RC.

Por el contrario, los trabajos caracterizados por bajo esfuerzo cognitivo, condiciones ambientales desfavorables, y tareas manuales monótonas y repetitivas no contribuyen significativamente a los niveles de reserva cognitiva, lo que puede aumentar la vulnerabilidad al deterioro cognitivo temprano.

La jubilación representa un factor de riesgo para el deterioro cognitivo, observándose menor incidencia de demencia en quienes se jubilan a edades más avanzadas. Las personas que se retiran por problemas de salud muestran peores resultados en pruebas de memoria y fluidez verbal que quienes lo hacen por otras razones, evidenciando que la pérdida de estimulación cognitiva laboral (resolución de problemas, interacción social, aprendizaje) puede acelerar el declive mental si no se compensa adecuadamente con actividades intelectualmente desafiantes, participación social y mantenimiento de rutinas estructuradas post-jubilación.

Actividad Física

El ejercicio físico regular no solo promueve la salud física, sino que también ejerce un efecto protector sobre la función cognitiva. La actividad física estimula la expresión genética del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) en el hipocampo, lo cual es crucial para la neuroplasticidad. Atchley y Strayer (2012) sugirieron que incluso la exposición a entornos naturales durante la práctica de ejercicio físico puede tener un impacto positivo en las funciones cognitivas como la atención selectiva, la resolución de problemas y la inhibición.

Además, la actividad física regular reduce significativamente la inflamación sistémica y cerebral, disminuye los factores de riesgo cardiovascular (los cuales están estrechamente vinculados con las demencias vasculares y mixtas), y potencia la producción de factores neurotróficos que favorecen la supervivencia y diferenciación neuronal. Un aspecto particularmente relevante es que el ejercicio mejora la perfusión cerebral, optimizando el suministro de oxígeno y nutrientes esenciales al tejido nervioso. Este aumento del flujo sanguíneo cerebral facilita la eliminación de metabolitos potencialmente tóxicos y aumenta la densidad de receptores dopaminérgicos, lo que contribuye a una mejor función neurotransmisora y a la preservación de circuitos neuronales críticos para la cognición (Solbes et al., 2025).

Según Díaz-Orueta et al. (2010) en un estudio con grupo control, los participantes fueron incorporados a un programa psicoeducativo que incluía intervenciones domiciliarias con actividad física estructurada durante seis meses. Los resultados demostraron mejoras cognitivas estadísticamente significativas en el grupo experimental, beneficios que perduraron hasta 18 meses después de concluida la intervención. Estos hallazgos son especialmente relevantes al considerar que el ejercicio físico representa una estrategia de intervención no farmacológica, accesible y de bajo costo, que puede integrarse fácilmente con otras medidas preventivas, como la estimulación cognitiva y la educación formal.

Bilingüismo y Multilingüismo

El uso regular de dos o más idiomas representa un factor potenciador de la reserva cognitiva (RC). Calabria et al. (2020) demostraron que el bilingüismo a lo largo de la vida puede contribuir a la RC en enfermedades neurodegenerativas, como se observa en el retraso en la aparición de los síntomas en personas bilingües con enfermedad de Alzheimer (EA) o deterioro cognitivo leve.

Los estudios longitudinales han revelado que los individuos que dominan y utilizan regularmente su lengua materna junto con una segunda lengua pueden experimentar un retraso en la manifestación clínica de estas enfermedades neurodegenerativas de aproximadamente cuatro a cinco años, en comparación con monolingües con patología cerebral comparable. Este

efecto neuroprotector se atribuye a los mecanismos de control ejecutivo que se fortalecen con el cambio constante entre idiomas, generando redes neuronales más robustas.

Más allá de las funciones ejecutivas, Perani et al. (2017) informaron que la memoria a largo plazo se preserva mejor en bilingües con EA que en monolingües, lo que sugiere que el bilingüismo puede aumentar la eficiencia de uno de los dominios cognitivos más vulnerables a esta enfermedad: la memoria episódica. Grundy et al. (2017) propusieron que los cerebros de adultos bilingües podrían funcionar como los de personas con mayor reserva cognitiva, menos afectados por el efecto negativo del envejecimiento.

Actividades de Ocio

La participación en actividades de ocio estructuradas, especialmente aquellas de carácter intelectual y social, se asocia con un enlentecimiento del deterioro cognitivo en adultos mayores sanos. Los estudios indican que las personas mayores que se involucran en un mayor número de actividades recreativas presentan hasta un 38% menos de riesgo de desarrollar demencia. Además, la participación en actividades cognitivamente estimulantes se asocia con una menor probabilidad de desarrollar deterioro cognitivo leve de tipo amnésico, incluso tras excluir a individuos en fases tempranas de demencia.

Un enfoque interesante para entender esta relación es la teoría de la complejidad ambiental, basada en investigaciones con modelos animales, que sostiene que la exposición a entornos complejos promueve cambios positivos en diversas estructuras cerebrales, incluyendo células gliales, vasos sanguíneos, neuronas y conexiones sinápticas.

Barba (2021) encontró que los sujetos que participan en actividades de ocio productivo como deportes (ecuavoley, fútbol, natación, ciclismo, atletismo), viajes y otras actividades variadas, tienen una RC más flexible (29% por encima de la media), en contraste con quienes realizan actividades pasivas como ver películas, visitas a familiares o reuniones sociales (11% por debajo de la media general).

5.4. El papel de la plasticidad neuronal en la reserva cognitiva

La plasticidad neuronal constituye un sustrato esencial para la reserva cognitiva, permitiendo la modificación y adaptación del cerebro a un entorno en constante cambio. Como señala Cuesta et al. (2020), sin plasticidad neuronal no sería posible desarrollar nuevas conductas, resolver problemas inéditos ni adquirir nuevos conocimientos. Este mecanismo neural posibilita que la RC se flexibilice y adopte estrategias alternativas a las respuestas automáticas previamente aprendidas.

Si bien la RC se construye a lo largo de la vida, sus efectos se observan principalmente en contextos patológicos, donde su impacto protector se hace

evidente frente al deterioro cognitivo. Esta capacidad se desarrolla como resultado tanto de factores innatos como de las experiencias adquiridas, incluidas la educación y la ocupación laboral. Es importante mencionar que existe una correlación positiva entre la RC y el rendimiento en FC en ambos grupos evaluados. Los hallazgos indican que niveles superiores de RC se asocian consistentemente con mayor capacidad de FC.

Adicionalmente, se constató un impacto significativo de la RC sobre la Flexibilidad Cognitiva, lo que subraya el papel protector que la RC ejerce sobre los recursos cognitivos disponibles para resolver eficazmente tareas que requieren la activación de diversos procesos mentales. Este fenómeno se explica porque una elevada RC se manifiesta en redes neuronales más adaptables y eficientes, contribuyendo así a reducir el riesgo de desarrollar enfermedades neurodegenerativas (Ocampo et al., 2018).

6. Intervenciones para la Reserva Cognitiva

El fortalecimiento de la RC se ha convertido en un objetivo central en las estrategias de prevención y rehabilitación neuropsicológica en los últimos tiempos. Diversas intervenciones han mostrado un impacto positivo en el aumento y preservación de esta capacidad protectora frente al deterioro cognitivo en la etapa de envejecimiento. Entre ellas destacan la estimulación cognitiva estructurada, el uso de tecnologías digitales como herramientas terapéuticas, las prácticas basadas en mindfulness que promueven la atención plena y el bienestar mental, así como la terapia cognitivo-conductual enfocada en habilidades de afrontamiento y regulación emocional. A continuación, se explorará cómo cada una de estas intervenciones contribuye de manera específica al fortalecimiento de la reserva cerebral.

6.1. El impacto de la estimulación cognitiva en la reserva cerebral

Rapibour y Raz (2012) definen la estimulación cognitiva como la participación en programas diseñados específicamente para mejorar una habilidad cognitiva específica o la cognición en general, mediante la repetición sistemática de tareas durante un período determinado. Estos programas tienen un impacto considerable en la construcción de la reserva cognitiva (RC), complementando los efectos de la educación formal y favoreciendo a un envejecimiento más activo y saludable (Tardif y Simard, 2011).

En cuanto a las aplicaciones prácticas de estos hallazgos, el desarrollo de programas de entrenamiento cognitivo orientados a potenciar tanto la RC como la FC representaría una estrategia valiosa para promover un envejecimiento saludable. Específicamente, la implementación de actividades que estimulen el cerebro mediante la resolución de problemas innovadores y la participación en experiencias novedosas podría fortalecer simultáneamente

ambas capacidades cognitivas, generando un efecto sinérgico positivo para la salud cerebral a largo plazo (Mora y Calvario, 2023).

La estimulación cognitiva sistemática desencadena procesos neurobiológicos fundamentales como la neurogénesis (la formación y proliferación de nuevas células nerviosas), mientras simultáneamente fortalece la RC del individuo (Vance et al., 2010). Mediante protocolos de entrenamiento específicamente diseñados, se logra potenciar o rehabilitar capacidades cognitivas, lo que contribuye significativamente a desacelerar el deterioro neurológico y postergar su impacto en el funcionamiento cotidiano de las personas afectadas (Stern, 2012).

Los programas estructurados de estimulación cognitiva inducen importantes cambios a nivel celular y molecular, promoviendo la angiogénesis (creación de nuevos vasos sanguíneos) y estimulando la producción de neurotrofinas, factores proteicos esenciales para la preservación neuronal (García-Casares et al., 2017). Estas moléculas bioactivas poseen la capacidad de interactuar con receptores específicos en determinadas poblaciones celulares, activando mecanismos que favorecen su supervivencia, desarrollo y diferenciación funcional.

La implementación regular de ejercicios de estimulación cognitiva no solo optimiza las funciones cognitivas existentes, sino que también genera un entorno neurobiológico propicio para la neuroprotección, reduciendo la vulnerabilidad cerebral frente a procesos degenerativos y aumentando la eficacia de los mecanismos compensatorios ante posibles lesiones o deterioros asociados al envejecimiento.

Es importante mencionar que las investigaciones sobre la construcción de la RC han revelado hallazgos importantes para la salud mental en la tercera edad. Diversos autores coinciden en que las actividades de estimulación cognitiva ejercen un impacto positivo significativo en el fortalecimiento de esta RC durante la vejez, demostrando capacidad para retrasar el comienzo de la demencia y sus síntomas asociados.

Estos hallazgos destacan la importancia fundamental de mantener un estilo de vida saludable a lo largo de toda la vida, especialmente en las etapas más avanzadas del desarrollo humano, como un factor clave para preservar las funciones cognitivas en personas con demencia tipo Alzheimer.

La evidencia científica sugiere que nunca es demasiado tarde para implementar estrategias de estimulación cognitiva que contribuyan a fortalecer la reserva cerebral, incluso en personas que ya presentan signos tempranos de deterioro cognitivo. Este conocimiento abre importantes posibilidades para el desarrollo de intervenciones preventivas y terapéuticas dirigidas a poblaciones en riesgo o afectadas por trastornos neurodegenerativos.

Tecnologías de la Información y la Comunicación

Las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) representan una opción prometedora para implementar programas de estimulación cognitiva en personas mayores, considerando que su uso se ha vuelto cada vez más común en grupo etario (Aldana et al., 2012). Las aplicaciones digitales de entrenamiento cognitivo, plataformas de aprendizaje en línea y videojuegos diseñados específicamente para estimular funciones cognitivas ofrecen oportunidades accesibles y personalizables para el mantenimiento y desarrollo de la reserva cognitiva.

El estudio de como el estilo de vida impacta la cognición y el proceso de envejecimiento tiene importantes consecuencias para la formulación de política pública y las intervenciones en salud (Nelson et al., 2021). La creciente evidencia sobre los factores que contribuyen a la reserva cognitiva sugiere la necesidad de enfoques preventivos que promuevan:

- Acceso universal a la educación de calidad durante toda la vida
- Entornos laborales cognitivamente estimulantes
- Programas comunitarios de actividad física adaptados a diferentes edades y capacidades
- Promoción del multilingüismo desde edades tempranas
- Oferta diversificada de actividades de ocio que estimulen diferentes capacidades cognitivas
- Acceso a programas de estimulación cognitiva, especialmente para poblaciones en riesgo

La idea fundamental, es que la reserva cognitiva no es un concepto estático, sino que puede modificarse de manera continua a lo largo del tiempo, influida por factores ambientales y estilos de vida. Esta visión abre la puerta a intervenciones preventivas durante todo el ciclo de vida, con énfasis particular en las etapas clave del desarrollo y en el proceso de envejecimiento. La RC es un constructo dinámico y multifactorial que desempeña un papel crucial en la protección contra el deterioro cognitivo, tanto en el envejecimiento normal como en los procesos neurodegenerativos.

El conocimiento sobre la RC no solo contribuye al entendimiento de la plasticidad y adaptabilidad del cerebro, sino que también ofrece herramientas prácticas para promover un envejecimiento saludable a nivel cognitivo, así como para prevenir o retrasar los efectos de enfermedades neurodegenerativas, beneficiando tanto a los individuos como a los sistemas de salud pública.

1.2. Técnicas que contribuyen a la reserva cognitiva

Mindfulness

La técnica mindfulness se distingue por su capacidad para desarrollar la autorregulación atencional, particularmente la capacidad de centrar la atención en las experiencias del momento inmediato. Esta disciplina facilita la

toma de conciencia de los procesos mentales mientras estos se desarrollan, fundamentándose en pilares como la aceptación incondicional, la actitud afectuosa y la disposición abierta hacia la experiencia.

Respecto a su implementación con personas mayores en entornos geriátricos, los fundamentos esenciales de la práctica se mantienen similares a los utilizados con otros grupos poblacionales. La modificación principal sugerida es ajustar la extensión temporal de las sesiones, estableciéndolas entre 30 y 40 minutos, para adaptarse adecuadamente a las características particulares de los adultos en edad avanzada.

Beneficios

El mindfulness ha demostrado ser una intervención eficaz para mejorar las funciones cognitivas. Esta técnica contribuye al aumento del volumen de materia gris cerebral, un efecto que se mantiene en personas que practican meditación a largo plazo. Los estudios realizados evidencian que esta práctica optimiza la conectividad de redes neuronales, lo que se traduce en beneficios para la memoria, la codificación de información y los mecanismos de recuperación, ayudando así a disminuir los deterioros cognitivos asociados al envejecimiento.

Además, el mindfulness promueve la activación de regiones cerebrales vinculadas a la regulación emocional, la MT y la atención, contribuyendo al mantenimiento de la RC. Esta activación sostenida estimula la neuroplasticidad y facilita la creación de conexiones neuronales que actúan como barreras protectoras frente a procesos degenerativos. Como beneficio adicional, favorece el manejo del estrés, reduciendo efectos negativos sobre el estado de ánimo y disminuyendo los procesos inflamatorios asociados con la muerte neuronal.

Por lo que, la práctica regular de mindfulness también mejora la calidad del sueño en adultos mayores, factor esencial para el fortalecimiento de la memoria y la regeneración neuronal. Asimismo, esta técnica fomenta una mayor conciencia interoceptiva (percepción de las señales corporales internas), lo que permite a los adultos mayores reconocer y gestionar mejor sus limitaciones físicas y necesidades de descanso. En el ámbito social, el mindfulness practicado en grupo promueve la interacción positiva entre pares, reduciendo sentimientos de aislamiento y soledad que frecuentemente acompañan la etapa de envejecimiento, contribuyendo así a una mejor salud mental general y calidad de vida en la tercera edad.

Tabla 4

Efectos del mindfulness en la función cerebral y capacidad cognitiva

Mejoras Cognitivas	Mejoras Congitivas	Impacto en trastornos neurodegenerativos
<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de irrigación cerebral. • Mayor conectividad entre estructuras cerebrales. • Aumento de densidad neuronal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atención y concentración. • Memoria • Fluidez verbal • Capacidad de abstracción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de síntomas en demencia leve • Disminución de trastornos de conducta. • Fortalecimiento de la reserva cognitiva. • Reducción de procesos inflamatorios.

Nota. Principales efectos del mindfulness en la función cerebral, mostrando mejoras en la estructura cerebral (irrigación y densidad neuronal), funciones cognitivas (atención y memoria) y beneficios para trastornos neurodegenerativos información obtenida de Hernández y Barrachina (2015).

1.3. Terapia cognitivo conductual

La terapia cognitivo-conductual (TCC) es enfoque terapéutico personalizado que ayuda a los pacientes a transformar sus patrones de pensamiento, emociones y comportamientos problemáticos. Su objetivo sustituir las respuestas fisiológicas desadaptativas por alternativas más saludables y funcionales, partiendo de una evaluación exhaustiva del propio sujeto para diseñar un plan de intervención que responda a sus necesidades específicas.

La TCC representa uno de los conceptos más esenciales y utilizados en la psicología contemporánea, permitiendo a los profesionales abordar una amplia variedad de problemáticas mediante la aplicación de técnicas que cuentan con rigor científico y han demostrado resultados favorables en los pacientes. Su base fundamental radica en la premisa de que nuestros sentimientos, pensamientos y comportamientos están íntimamente interrelacionados, ejerciendo influencia mutua entre sí.

Así mismo, TCC ayuda al paciente a modificar la forma de pensar (componente cognitivo) y, como consecuencia, transformar la forma de actuar (componente conductual) del paciente. Este proceso terapéutico enseña al individuo a identificar sus pensamientos y conductas, analizarlos críticamente, y finalmente sustituye los pensamientos negativos por unos más positivos y realistas. A través de este enfoque estructurado, la TCC proporciona herramientas prácticas que

permiten al paciente desarrollar nuevas estrategias para afrontar situaciones problemáticas, mejorando significativamente así su bienestar psicológico y su calidad de vida.

Tabla 5

Estrategias terapéuticas para el fortalecimiento de la reserva cognitiva

Estrategia	Mecanismo de Acción	Impacto en la reserva cognitiva
Incremento de habilidades de autocontrol	Mejora de procesos secuenciales: automonitoreo, autoevaluación, auto refuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> Promueve circuitos cerebrales positivos. Estimula la plasticidad neuronal mediante patrones de pensamiento equilibrados.
Optimización de la resolución de problemas	<p>Transformación de la orientación negativa hacia problemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reducción de percepción de amenaza Disminución de frustración 	<ul style="list-style-type: none"> Crea nuevas conexiones neuronales adaptativas. Mejora la flexibilidad cognitiva ante situaciones estresantes.
Desarrollo de habilidades sociales	<p>Aumento del reforzamiento social positivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejora de interacciones interpersonales Ampliación de redes de apoyo Reducción del aislamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Activas redes neuronales sociales. Proporciona estimulación cognitiva mediante interacción. Contrae el deterioro asociado al autoconcepto negativo.

Nota. Las estrategias presentadas constituyen abordajes complementarios que, integrados en protocolos de tratamiento, potencian la neuroplasticidad y favorecen la construcción de una reserva cognitiva protectora contra el deterioro neuropsicológico según Puerta y Padilla (2011).

Beneficios

La TCC contribuye significativamente al mantenimiento de la RC, un concepto que hace referencia a la capacidad del cerebro para preservar el equilibrio y compensar los cambios neuronales. Este enfoque terapéutico, al transformar patrones de pensamiento negativos en positivos, no solo mejora el bienestar

psicológico, sino que también fortalece la función mental y enriquece la reserva cognitiva del individuo.

Las experiencias individuales generadas durante el proceso terapéutico estimulan mecanismos de recuperación, aprendizaje y compensación neuronal, potenciando así la plasticidad cerebral. En la actualidad, existen diversos métodos para fomentar esta plasticidad desde diferentes ámbitos, incluyendo intervenciones farmacológicas, físicas y psicológicas. Entre estas opciones, la terapia cognitivo-conductual destaca como una intervención particularmente efectiva para optimizar el rendimiento cognitivo.

La evidencia científica reciente ha evidenciado que la práctica regular de las técnicas aprendidas durante la TCC puede generar cambios en la estructura de regiones cerebrales asociadas con la regulación emocional y las funciones ejecutivas superiores. Esta neuroplasticidad inducida mediante la terapia se traduce en una mayor densidad neuronal y una conectividad mejorada, elementos que resultan fundamentales para construir una reserva cognitiva robusta. Esta reserva, a su vez, actúa como un factor protector ante el envejecimiento natural y posibles trastornos neurodegenerativos.

En conclusión, la terapia cognitivo-conductual no solo aborda problemas psicológicos específicos, sino que también contribuye a fortalecer la arquitectura cerebral, promoviendo una salud cognitiva óptima a largo plazo y aumentando la resiliencia del cerebro frente a posibles deterioros.

2. El impacto de la dieta y la nutrición en la reserva cognitiva

La nutrición equilibrada constituye un pilar esencial para la salud y el bienestar general. Más que un simple hábito, nuestra alimentación representa un estilo de vida que influye directamente en nuestra salud integral. El concepto de nutrición abarca tanto la ingesta de alimentos como los complejos procesos de digestión y absorción de nutrientes, siendo todos estos elementos esenciales para llevar una vida saludable y plena.

Las grasas y micronutrientes juegan un papel fundamental en el desarrollo y maduración óptimos del cerebro y sistema nervioso. La evidencia científica ha demostrado que una nutrición deficiente puede ocasionar deterioro cognitivo y demencia en edades avanzadas. En este contexto, la reserva cerebral entendida como el aumento de la capacidad estructural y funcional del cerebro actúa como un mecanismo protector frente a procesos neuropatológicos, pero requiere nutrientes específicos para mantener la salud cerebral a durante toda la vida.

Es importante mencionar que el cuidado nutricional debe comenzar incluso antes del nacimiento. El bajo peso al nacer, es un indicador de una nutrición prenatal inadecuada y constituye un factor de riesgo que puede impactar negativamente en las habilidades cognitivas durante la vida adulta. Esta desventaja inicial puede persistir a lo largo de toda la vida si no se

implementan intervenciones nutricionales apropiadas desde las primeras etapas del desarrollo.

La relación entre nutrición y función cognitiva es bidireccional: mientras los nutrientes afectan la estructura cerebral, nuestro cerebro influye en nuestras elecciones alimentarias. Aunque los hábitos establecidos en la infancia tienen efectos duraderos en la arquitectura cerebral y la capacidad cognitiva, es importante destacar que mejorar la alimentación en cualquier etapa de la vida puede estimular la neuroplasticidad y reforzar los mecanismos de reparación neuronal. Esto convierte a la nutrición en una herramienta esencial tanto preventiva como terapéutica para mantener y potenciar nuestra reserva cognitiva.

En la edad adulta, los patrones alimentarios muestran diferencias notables en su impacto sobre el desempeño cognitivo. Estudios comparativos entre individuos que consumen principalmente grasas saturadas frente a aquellos que incorporan grasas monoinsaturadas (consideradas "grasas buenas") indican que el tipo de grasa en la dieta puede ser un factor clave en el riesgo de desarrollar enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer. Además, un consumo elevado de grasas saturadas está relacionado con trastornos vasculares que incrementan la probabilidad de presentar déficits cognitivos, especialmente en el caso de las demencias de tipo vascular.

El perfil vitamínico de la dieta es igualmente crucial para la salud cerebral. Las vitaminas del complejo B son particularmente importantes, ya que los procesos cerebrales dependen en gran medida de su disponibilidad para aprovechar la glucosa y estimular las sinapsis. Además, los lípidos adecuados son fundamentales para la formación de las vainas de mielina que recubren las fibras nerviosas, particularmente en la sustancia blanca cerebral, lo que influye en la velocidad de transmisión de la información entre las estructuras cortico-corticales y subcorticales.

Esta importancia nutricional se hace más manifiesto en los adultos mayores, quienes suelen mostrar mejoras significativas en pruebas cognitivas, como las de denominación, cuando mantienen una alimentación adecuada rica en grasas saludables. Por tanto, una dieta equilibrada que incluya vitaminas del complejo B, pescado y betacarotenos constituye una estrategia efectiva para mantener y potenciar la salud cerebral a lo largo de todas las etapas de la vida.

Referencias

- Aldana, G., García, L., & Mata, J. (2012). Las Tecnologías de la Información y Comunicación como alternativa para la estimulación de los procesos cognitivos en la vejez. *CPU-e. Revista de Investigación Educativa*, (14).
- Atchley, R., & Strayer, D. (2012). Creativity in the wild: Improving creative reasoning through immersion in natural settings. *PLoS ONE*, 7(12).
- Baena-Navarro, R., Macea-Anaya, M., Primera-Correa, O., y Pérez-Díaz, J. (2024). Intervención digital para el envejecimiento activo: Diseño de una aplicación web para adultos mayores. *Ciencia e Ingeniería*, 11(1).
- Barba Gallardo, P. A. (2021). La reserva cognitiva como prevención en el deterioro de las funciones neurocognitivas en la vejez. *Horizontes (El Alto)*, 5(20), 126-135.
- Blasco, C. B., y Ribes, J. V. (2016). Neurofisiología y envejecimiento. Concepto y bases fisiopatológicas del deterioro cognitivo. *Revista española de geriatría y gerontología*, 51, 3-6.
- Busatto, G. F., de Gobbi Porto, F. H., Faria, D. P., Squarzoni, P., Coutinho, A. M., Garcez, A. T., Rosa, P. G. P., da Costa, N. A., Carvalho, C. L., Torralbo, L., de Almeida Hernandes, J. R., Ono, C. R., Brucki, S. M. D., Nitrini, R., Buchpiguel, C. A., Souza Duran, F. L., & Forlenza, O. V. (2020). In vivo imaging evidence of poor cognitive resilience to Alzheimer's disease pathology in subjects with very low cognitive reserve from a low-middle income environment. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 12(1). <https://doi.org/10.1002/dad2.12122>
- Calabria, M., Hernández, M., Cattaneo, G., Suades, A., Serra, M., Juncadella, M., Reñé, R., Sala, I., Lleó, A., Ortiz-Gil, J., Ugas, L., Ávila, A., Ruiz, I. G., Ávila, C., & Costa, A. (2020). Active bilingualism delays the onset of mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107528>
- Calderón-Rubio E, Uréndez Serrano P, Martínez-Nicolás Á, Tirapu-Ustároz J. (2022) Reserva cognitiva. Propuesta de una nueva hipótesis conceptual. *Rev Neurol*; 75: 137-42. doi: 10.33588/rn.7506.2022204
- Cancino, M. y Rehbein, L. (2016). Factores de riesgo y precursores del Deterioro Cognitivo Leve (DCL): Una mirada sinóptica. *Terapia psicológica*, 34(3), 183-189. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-48082016000300002>
- Carnero-Pardo, C., & Del Ser, T. (2007). La educación proporciona reserva cognitiva en el deterioro cognitivo y la demencia. *Neurología*, 22, 78-85.

- Cibeira, N., Lorenzo-López, L., Maseda, A., López-López, R., Moreno-Peral, P. y Millán-Calenti, J. C. (2020). Realidad virtual como herramienta de prevención, diagnóstico y tratamiento del deterioro cognitivo en personas mayores. *Revista de Neurología*, 71, 205-212.
- Cognifit (s.f.). Juegos Mentales. <https://www.cognifit.com/es/juegos-mentales?srsltid=AfmBOoqJ-MRfFlv7LeDpvFinYHSceEVVM8gyXjdPfhPS3iVKez1RYu74>
- Cuesta, C., Cossini, F., & Politis, D. (2020). Enfermedad de Alzheimer ¿cómo impacta la reserva cognitiva en el curso de la enfermedad? *XII Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología*. Universidad de Buenos Aires.
- Díaz-Orueta, U., Buiza-Bueno, C., & Yanguas-Lezaun, J. (2010). Reserva cognitiva: evidencias, limitaciones y líneas de investigación futura. *Revista Española de geriatría y Gerontología*, 45(3), 150-155. Doi:10.1016/j.regg.2009.12.007
- Duque, P. A., Ramírez, D. H. y Trujillo, O. M. H. (2022). Efectividad de un programa de estimulación cognitivas en la prevención del deterioro mental en los adultos mayores: estimulación cognitiva en adultos mayores. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 22(1).
- Feldberg, C., Tartaglini, M. F., Barreyro, J. P., Hermida, P. D., Bennetti, L. y García, L. M. (2022). El rol de las actividades del tiempo libre en la reserva cognitiva en adultos mayores. *Avances en psicología latinoamericana*, 40(1).
- García, L., Bonilla, F. M. y Martínez, C. P. (2021). Eficacia de un entrenamiento cognitivo computarizado sobre la atención de adultos mayores con envejecimiento normal. *Psychología. Avances de la Disciplina*, 15(2), 63-76. <https://doi.org/10.21500/19002386.5913>
- García, L., Bonilla, F. M. y Martínez, C. P. (2021). Eficacia de un entrenamiento cognitivo computarizado sobre la atención de adultos mayores con envejecimiento normal. *Psychología. Avances de la Disciplina*, 15(2), 63-76. <https://doi.org/10.21500/19002386.5913>
- García-Casares, N., Jorge, R. E., García-Arnés, J. A., Ación, L., Berthier, M. L., Gonzalez-Alegre, P., Nabrozhidis, A., Gutiérrez, A., Ariza, M. J., Rioja, J., & González-Santos, P. (2017). Cognitive dysfunction in adult-onset myotonic dystrophy type 1: Neuropsychological characteristics and brain perfusion correlates. *European Journal of Neurology*, 24(1), 57-64.
- Hernández, D. J. Q., y Barrachina, M. T. M. (2015). Estimulación basada en mindfulness para personas mayores con enfermedad de alzheimer u otras demencias. *Papeles del psicólogo*, 36(3), 207-215.

- Hernández, K. S., Montoya, A., Hernández, N. M., Bolaños, S. y Romero, L. (2023). La atrofia cerebral como hallazgo o factor predictor del deterioro cognitivo en el envejecimiento normal. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 39(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252023000100015&lng=es&tlang=es.
- López Sánchez, J. D. y Granados Ramos, D. E. (2021). Disfunciones cognitivas en adultos mayores con depresión. *Revista digital universitaria*, 22(2).
- Máñez-Carvajal, C. y Cervera-Mérida, J. F. (2021). Aplicación móvil para niños con dificultades de aprendizaje en la automatización del proceso de reconocimiento de palabras. *Información tecnológica*, 32(5), 67-74. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000500067>
- Martínez-Alcalá, C. I., Rosales-Lagarde, A., Jiménez-Rodríguez, B. y López-Noguerola, J. S. (2018). Aplicaciones móviles para la estimulación cognitiva de adultos mayores sanos: una revisión para identificar aplicaciones centradas en el paciente. *Convención Internacional de Salud Pública "Cuba Salud 2018*, 1-8.
- Mora, Á. R., & Calvario, C. (2023). Revisión sistemática sobre la influencia de la reserva cognitiva en la demencia y en la eficacia de la terapia de estimulación cognitiva. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 251-264.
- Mosquera, M. E., González, R. y Gómez-Conesa, A. (2023). Deterioro cognitivo en ancianos de centros residenciales. Causas y variables sociodemográficas. *Gerokomos*, 34(3), 158-163. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2023000300002&lng=es&tlang=es.
- Nelson, M. E., Jester, D. J., Petkus, A. J., & Andel, R. (2021). Cognitive reserve, Alzheimer's neuropathology, and risk of dementia: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 31(2), 233-250. <https://doi.org/10.1007/s11065-021-09478-4>
- Neuronup (2022). Beneficios de la estimulación cognitiva en personas mayores. <https://neuronup.com/estimulacion-y-rehabilitacion-cognitiva/envejecimiento-normal/beneficios-de-la-estimulacion-cognitiva-en-personas-mayores/>
- Neuronup (s.f) Actividades digitales. <https://app.neuronup.com/dashboard/working-area/activity/digital>
- Ocampo Osorio, E., Giraldo López, J. A., Montoya Arenas, D. A., & Gaviria, A. M. (2018). Reserva cognitiva y rendimiento cognitivo en adultos mayores sanos con historia de práctica musical reglada. *Medicina U.P.B.*, 37(2), 97-106. <https://doi.org/10.18566/medupb.v37n2.a03>

- Parada, K. R., Guapizaca, J. F. y Bueno, G. A. (2022). Deterioro cognitivo y depresión en adultos mayores: una revisión sistemática de los últimos 5 años. *Revista Científica UISRAEL*, 9(2), 77-93. <https://doi.org/10.35290/rcui.v9n2.2022.525>
- Perani, D., Farsad, M., Ballarini, T., Lubian, F., Malpetti, M., Fracchetti, A., Abutalebi, J. (2017). The impact of bilingualism on brain reserve and metabolic connectivity in Alzheimer's dementia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 1690-1695.
- Preciado, A. M. S., Bermeo, F. I. Z., Saraguro, A. B. A. y Dias, P. A. P. (2022). Funcionamiento Cognitivo de la Vejez y la Dependencia del Adulto Mayor. *Dominio de las Ciencias*, 8(3), 722-734.
- Puerta Polo, J. V., & Padilla Díaz, D. E. (2011). Terapia cognitiva - conductual (TCC) como tratamiento para la depresión: una revisión del estado del arte. *Duazary*, 8(2), 251-257.
- Quishpe-Santillán, S. C., Guapisaca-Juca, J. F. y Bueno-Pacheco, G. A. (2022). Funciones Ejecutivas en Adultos Mayores con Enfermedad de Parkinson: Revisión Sistemática de la Literatura. *Polo del Conocimiento*, 7(3), 727-747.
- Rapibour, S., & Raz, A. (2012). Training the brain: Fact and fad in cognitive and behavioral remediation. *Brain and Cognition*, 79, 159-179.
- Solbes, M. S., López, B. B., & Sánchez, M. W. (2025). Análisis de la relación entre la reserva cognitiva y la satisfacción vital en una muestra de personas mayores de 60 años y cognitivamente activas de la localidad de villajoyosa. *Revista de psicología de la salud*, 13(1), 42-50.
- Stern, Y. (2012). Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*, 11(11), 1006-1012.
- Tardif, S., & Simard, M. (2011). Cognitive stimulation programs in healthy elderly: A review. *International Journal of Alzheimer's Disease*, Article 378934.
- Toloza. D. y Martella, D. (2019). Reserva cognitiva y demencias: Limitaciones del efecto protector en el envejecimiento y el deterioro cognitivo. *Revista médica de Chile*, 147(12), 1594-1612. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872019001201594>
- Vance, D. E., Roberson, A. J., McGuinness, T. M., & Fazeli, P. L. (2010). How neuroplasticity and cognitive reserve protect cognitive functioning. *Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services*, 48(4), 23-30.
- Viadero, C. F., Vélez, R. V. y Santiago, D. C. (2017). Patrones de envejecimiento cerebral. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 52, 7-14.

Villavicencio, M. E. F., Daaz, M. R., Julia, G. y Barbosae, M. A. V. (2020). Declive cognitivo de atención y memoria en adultos mayores sanos. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*, 14(1).

Zegarra-Valdivia, J. A., Chino-Vilca, B. N. y Paredes-Manrique, C. N. (2023). Prevalencia de deterioro cognitivo leve en peruanos adultos mayores y de mediana edad. *Revista ecuatoriana de neurología*, 32(1), 43-54.

CAPÍTULO 4: APLICACIONES DIGITALES EN EL MANEJO DE TRASTORNOS COGNITIVOS



CAPÍTULO 4: APLICACIONES DIGITALES EN EL MANEJO DE TRASTORNOS COGNITIVOS

1. Relevancia clínica y epidemiológica de los trastornos cognitivos.

Los trastornos cognitivos constituyen una de las principales causas de discapacidad funcional a nivel mundial, generando un impacto significativo en los sistemas sanitarios, la calidad de vida de los pacientes y sus familias. Esta problemática se ha intensificado en las últimas décadas debido al envejecimiento poblacional acelerado y los cambios en los estilos de vida contemporáneos. El panorama epidemiológico actual revela cifras que subrayan la urgencia de desarrollar estrategias de intervención innovadoras y accesibles.

Según el análisis exhaustivo realizado por Faraone et al. (2021) el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) presenta una prevalencia global del 5.9% en población infantojuvenil, con persistencia en el 2.5% de adultos. Esta condición neurobiológica compleja no solo afecta el rendimiento académico y laboral de quienes la padecen, sino que también genera costos socioeconómicos sustanciales que impactan múltiples niveles del sistema social.

Los estudios económicos más recientes revelan datos alarmantes sobre el impacto financiero del TDAH. El costo anual estimado por niño con TDAH es cinco veces mayor que para niños sin el trastorno, alcanzando aproximadamente \$15,036 durante el desarrollo infantil y adolescente. A nivel macro, el impacto económico total alcanza un costo societal anual de \$124.5 mil millones, incluyendo gastos médicos directos, servicios educativos especializados, pérdida de productividad parental y costos asociados al sistema de justicia juvenil (Zhao et al., 2019).

El Deterioro Cognitivo Leve (DCL) representa una condición de particular relevancia en el contexto del envejecimiento poblacional global, afectando al 14.9% de personas mayores de 65 años. Esta prevalencia aumenta exponencialmente con la edad, duplicándose aproximadamente cada cinco años después de los 65. El DCL constituye un factor de riesgo significativo para la progresión hacia demencia, con tasas de conversión anual que oscilan entre el 10% y el 15% en poblaciones clínicas, comparado con el 1-2% en adultos mayores cognitivamente normales.

La heterogeneidad del DCL se refleja en sus múltiples presentaciones clínicas. El subtipo amnésico muestra la mayor probabilidad de progresión a enfermedad de Alzheimer, mientras que las variantes no amnésicas que afectan dominios ejecutivos, lingüísticos o visuoespaciales presentan trayectorias evolutivas más variables hacia diferentes tipos de demencia.

La demencia, principalmente en su forma de enfermedad de Alzheimer, afecta actualmente a 55 millones de personas globalmente. Las proyecciones epidemiológicas indican una triplicación de esta cifra para 2050, alcanzando

los 152 millones de casos. Esta proyección alarmante se debe principalmente al envejecimiento acelerado de la población mundial y el aumento en la esperanza de vida.

El impacto económico global de la demencia superó los 1.3 billones de dólares en 2019, representando aproximadamente el 1.5% del producto interno bruto mundial. Esta cifra continúa incrementándose exponencialmente debido no solo al envejecimiento poblacional, sino también a los costos crecientes de cuidado a largo plazo, la pérdida de productividad de los cuidadores familiares, y la necesidad de infraestructura especializada.

1.1 Desafíos en la atención tradicional y oportunidades digitales.

Los métodos tradicionales de evaluación e intervención presentan limitaciones importantes que comprometen su efectividad y alcance poblacional. La captura limitada de variabilidad funcional diaria representa un obstáculo fundamental, ya que las evaluaciones puntuales en contextos clínicos no reflejan adecuadamente las fluctuaciones cognitivas que experimentan los pacientes en su vida cotidiana.

La distribución geográfica desigual de especialistas crea barreras de acceso significativas, particularmente en áreas rurales y países en desarrollo. En estas regiones, la proporción de neuropsicólogos y especialistas en demencia puede ser inferior a uno por cada 100,000 habitantes. Las limitaciones logísticas y económicas para intervenciones prolongadas representan otro obstáculo, considerando que muchas intervenciones cognitivas efectivas requieren sesiones múltiples semanales durante períodos extendidos.

La infraestructura sanitaria actual enfrenta desafíos adicionales relacionados con la estandarización de protocolos, la variabilidad en la formación profesional, y la falta de continuidad en el seguimiento. Considerando el incremento proyectado en la prevalencia de estas condiciones y las limitaciones presupuestarias, los modelos tradicionales de atención no pueden satisfacer la demanda creciente de servicios especializados.

Las aplicaciones digitales emergen como una respuesta innovadora y escalable a estos desafíos sistémicos. Estas herramientas tecnológicas se caracterizan por su capacidad de adaptación dinámica a las necesidades individuales, accesibilidad remota que trasciende barreras geográficas, y escalabilidad que permite atender a grandes poblaciones con recursos limitados.

Las plataformas digitales permiten extender el cuidado más allá del ámbito clínico tradicional, creando un continuum de atención que integra evaluación, intervención y monitorización. Facilitan además la captura automática de datos de rendimiento, permitiendo ajustes en tiempo real de los protocolos de intervención. La personalización algorítmica según las características específicas de cada trastorno y el perfil neuropsicológico individual representa un avance significativo hacia la medicina de precisión en salud cognitiva.

2. Conceptualización de las aplicaciones digitales en trastornos cognitivos.

Las aplicaciones digitales en el ámbito de los trastornos cognitivos constituyen sistemas de software complejos diseñados específicamente para evaluar, entrenar o compensar déficits cognitivos mediante interfaces computarizadas sofisticadas. Estas herramientas tecnológicas representan una evolución significativa respecto a los métodos tradicionales de intervención.

Las características distintivas de estas aplicaciones incluyen su capacidad para ofrecer estimulación sistemática y controlada, registro automatizado de respuestas con resolución temporal de milisegundos, y adaptabilidad dinámica mediante algoritmos de aprendizaje automático. La conceptualización moderna trasciende la simple digitalización de tareas tradicionales, incorporando principios de neurociencia computacional, teorías de aprendizaje adaptativo y modelos de procesamiento de información.

2.1 Clasificación funcional.

Las aplicaciones digitales pueden clasificarse según su objetivo principal en tres categorías fundamentales, cada una con características distintivas y aplicaciones clínicas específicas:

Herramientas de evaluación cognitiva digital.

Estas plataformas tecnológicas avanzadas permiten la valoración objetiva y estandarizada de funciones cognitivas mediante protocolos informatizados que superan las limitaciones de las evaluaciones tradicionales. La investigación de Scribano Parada et al. (2025) destacan el potencial transformador de las tecnologías emergentes como la realidad virtual y la inteligencia artificial para identificar marcadores cognitivos preclínicos de la enfermedad de Alzheimer, permitiendo la detección años antes de la manifestación clínica.

Las tecnologías digitales contemporáneas han aumentado significativamente la sensibilidad de estas evaluaciones mediante múltiples innovaciones. Permiten mediciones más frecuentes y ecológicamente válidas mediante dispositivos móviles y sensores ambientales que capturan el rendimiento en contextos naturales. La detección temprana de cambios sutiles se logra mediante análisis computacionales avanzados que identifican patrones de deterioro antes de que sean clínicamente evidentes.

La integración de múltiples modalidades de datos representa otro avance crucial. Los sistemas modernos capturan no solo respuestas correctas e incorrectas, sino también tiempo de reacción con precisión de milisegundos, patrones de movimiento ocular mediante eye-tracking, dinámicas de respuesta motora mediante acelerómetros, y respuestas fisiológicas como variabilidad cardíaca. Esta información multimodal permite construir perfiles cognitivos comprehensivos que reflejan tanto el nivel de rendimiento como los procesos subyacentes y estrategias compensatorias.

Programas de intervención cognitiva computarizada.

Estos sistemas sofisticados están diseñados para ejercitar sistemáticamente dominios cognitivos específicos mediante paradigmas de entrenamiento basados en evidencia neurocientífica. Los programas contemporáneos incorporan principios de neuroplasticidad, teorías de transferencia cognitiva y modelos computacionales de aprendizaje para optimizar los beneficios terapéuticos.

Las intervenciones típicamente se enfocan en dominios cognitivos fundamentales: atención sostenida y selectiva, memoria de trabajo verbal y visuoespacial, velocidad de procesamiento, funciones ejecutivas incluyendo inhibición y flexibilidad, y habilidades visuoespaciales. La evidencia de eficacia ha evolucionado considerablemente según los metaanálisis más recientes.

El metaanálisis de Westwood et al. (2023) evaluó 36 ensayos controlados aleatorizados de entrenamiento cognitivo computarizado en TDAH, aplicando criterios metodológicos rigurosos. Los análisis con medidas cegadas no mostraron efectos significativos en síntomas totales de TDAH ($SMD = 0.12$, $95\%CI[-0.01 \text{ a } -0.25]$) o hiperactividad/impulsividad ($SMD = 0.12$, $95\%CI[-0.03 \text{ a } -0.28]$). Estos resultados sugieren la importancia crítica de considerar factores metodológicos al interpretar la eficacia.

Sin embargo, Liu et al. (2024) encontró resultados más alentadores en su metaanálisis reciente. Las intervenciones digitales fueron beneficiosas para individuos con TDAH, produciendo mejoras significativas en síntomas de inatención e hiperactividad/impulsividad. Los beneficios observados pueden depender del tipo específico de intervención, intensidad del entrenamiento, características poblacionales, y metodología de evaluación utilizada.

Sistemas de compensación y asistencia cognitiva.

Estas tecnologías innovadoras se centran en compensar déficits cognitivos mediante apoyos externos inteligentes en lugar de intentar mejorar la función subyacente. Representan un paradigma complementario que reconoce que, para muchos pacientes con deterioro avanzado, la compensación puede ser más efectiva que la remediación.

Los desarrollos recientes incluyen asistentes conversacionales adaptativos que utilizan procesamiento de lenguaje natural para proporcionar recordatorios contextualizados. Los sistemas de monitorización continua emplean sensores y dispositivos portátiles para detectar desviaciones de patrones normales. Los dispositivos IoT integrados crean ambientes inteligentes que proporcionan apoyo contextualizado, desde recordatorios de medicación hasta guía en actividades diarias. Las interfaces de realidad aumentada superponen información relevante en el campo visual, facilitando navegación y reconocimiento.

3. Principios del entrenamiento cognitivo computarizado.

El entrenamiento cognitivo computarizado (CCT) constituye una metodología de intervención sistemática que utiliza software especializado para entrenar funciones cognitivas específicas. Harvey et al. (2018) establecen una distinción fundamental entre el CCT básico y la remediación cognitiva comprehensiva. El CCT básico se enfoca exclusivamente en el entrenamiento de habilidades cognitivas aisladas, mientras que la remediación cognitiva combina el CCT con intervenciones psicosociales para optimizar la transferencia al funcionamiento cotidiano.

3.1 Jerarquía de resultados y evidencia contemporánea.

Harvey et al. (2018) proponen una jerarquía conceptual para evaluar la eficacia del entrenamiento cognitivo, distinguiendo cuatro niveles de transferencia. El primer nivel corresponde a la mejora en tareas entrenadas, con efectos robustos pero limitada relevancia clínica. El segundo implica transferencia cercana a pruebas cognitivas similares no entrenadas. El tercero representa transferencia lejana a medidas de capacidad funcional. El cuarto involucra transferencia ambiental al funcionamiento cotidiano real, demostrando impacto clínicamente significativo.

Cabreira et al. (2024) realizaron un metaanálisis de 76 ensayos con 5,214 participantes evaluando intervenciones digitales para síntomas cognitivos. Encontraron un efecto positivo pequeño a moderado en cognición ($k = 71$; $g = -0.51$, 95%CI -0.64 a -0.37 ; $p < 0.00001$) y salud mental ($k = 30$; $g = -0.41$, 95%CI -0.60 a -0.22 ; $p < 0.0001$). Los efectos fueron marginalmente significativos en fatiga y calidad de vida, sugiriendo impactos más amplios en el bienestar general.

Los principios neurocientíficos del CCT se basan en la neuroplasticidad cerebral. Los mecanismos neurobiológicos incluyen neurogénesis hipocampal, sinaptogénesis mediante potenciación a largo plazo, mielinización mejorada, y reorganización de redes funcionales. Los principios de diseño efectivo incorporan dificultad adaptativa, retroalimentación inmediata, gamificación motivacional, y personalización algorítmica según el perfil individual.

Los estudios de neuroimagen han documentado cambios cerebrales significativos tras intervenciones prolongadas. Estos incluyen aumento de activación frontal y parietal durante tareas de memoria de trabajo, fortalecimiento de conectividad en redes atencionales, incremento en volumen de materia gris, y mejoras en integridad de sustancia blanca. Estos hallazgos proporcionan validación objetiva de los efectos del entrenamiento.

4. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

4.1. Epidemiología contemporánea y modelos neurocognitivos.

El TDAH representa un trastorno del neurodesarrollo complejo caracterizado por dificultades atencionales persistentes, exceso de actividad motora y conductas impulsivas que interfieren significativamente con el funcionamiento.

Las investigaciones epidemiológicas recientes indican que aproximadamente un 2.8% de la población adulta mundial presenta este trastorno. Se observa mayor incidencia en naciones desarrolladas (3.6%) comparada con países en desarrollo (3.0%), diferencia que puede reflejar tanto factores ambientales como disparidades en acceso diagnóstico.

La presentación del TDAH varía considerablemente a lo largo del desarrollo. En la infancia, los síntomas de hiperactividad-impulsividad tienden a ser más prominentes y disruptivos. En la adolescencia y adultez, los síntomas de inatención y disfunción ejecutiva frecuentemente se vuelven más problemáticos. Esta evolución refleja cambios madurativos en sistemas neurales y demandas ambientales cambiantes.

Los avances en neurociencia de sistemas han transformado la comprensión neurobiológica del TDAH. Castellanos y Proal (2012) propusieron un modelo que trasciende la disfunción prefrontal-estriatal tradicional, abarcando múltiples redes de conectividad cerebral. Este modelo incluye alteraciones en la red frontoparietal de control cognitivo, la red atencional dorsal, la red motora, la red visual, y la red de modo por defecto.

La desactivación inadecuada de la red de modo por defecto durante tareas cognitivas puede explicar los lapsos atencionales característicos. Este enfoque de conectividad proporciona un marco para comprender la inconsistencia neuropsicológica y la heterogeneidad en presentaciones clínicas del trastorno.

4.2 Intervenciones tecnológicas contemporáneas para control cognitivo.

El campo de las intervenciones digitales para TDAH ha experimentado una evolución acelerada. Zhang et al. (2025) investigaron sistemáticamente el uso de videojuegos serios para manejar síntomas de TDAH en niños, examinando 41 ensayos controlados aleatorizados entre 2018 y 2024. Los videojuegos terapéuticos produjeron mejoras significativas en funciones ejecutivas centrales, metacognición, y habilidades afectivas.

Los beneficios observados incluyen mejoras en inhibición de respuesta, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo. También se documentaron mejoras en conciencia metacognitiva y desarrollo de estrategias compensatorias. La regulación emocional y tolerancia a la frustración mostraron mejoras significativas, sugiriendo que estos videojuegos abordan tanto síntomas cognitivos como dificultades emocionales asociadas.

Zhao et al. (2024) desarrollaron una intervención innovadora combinando entrenamiento cognitivo y físico. Su intervención digital BrainFit fue evaluada en un ensayo controlado con escolares con TDAH. Esta combinación estratégica integra dos modalidades con eficacia demostrada independiente. Los resultados mostraron mejora robusta en inatención (SMD 0.986, 95% CI 0.581-1.447), sugiriendo beneficios sinérgicos que superan la suma de efectos individuales.

4.3 Evidencia de eficacia actualizada

El metaanálisis de Luo et al. (2025) comparó la terapia cognitivo-conductual (TCC) tradicional con la terapia digital (TD) emergente. Analizaron 41 ensayos controlados entre 2018 y 2024, proporcionando evidencia actualizada sobre eficacia comparativa. La TCC demostró eficacia consistente en reducción de síntomas centrales, incluyendo inatención, hiperactividad e impulsividad.

La TD, administrada mediante aplicaciones móviles, plataformas en línea o dispositivos portátiles, demostró eficacia comparable para síntomas centrales. La TD mostró ventajas particulares en regulación emocional mediante mindfulness y biofeedback, automonitorización continua mediante registros automatizados, y generalización de habilidades a contextos naturales. Su accesibilidad y escalabilidad la posicionan como alternativa prometedora o complemento a intervenciones tradicionales.

4.4 Caso clínico actualizado: Nuevos paradigmas de intervención.

Los estudios recientes han ampliado significativamente las opciones de intervención digital. El estudio de Tamm et al. (2014) sobre entrenamiento metacognitivo ha sido validado por investigaciones posteriores, confirmando la eficacia de intervenciones tempranas estructuradas durante períodos críticos del desarrollo.

Los desarrollos tecnológicos más prometedores incluyen realidad aumentada combinada con entrenamiento cognitivo, creando experiencias inmersivas que mantienen compromiso mientras entrena habilidades. Los sistemas de biofeedback integrados desarrollan conciencia sobre estados fisiológicos relacionados con atención. Las plataformas con inteligencia artificial personalizan el entrenamiento según el perfil neuropsicológico y patrones de respuesta. La realidad virtual permite entrenamiento en ambientes controlados, pero ecológicamente válidos.

Tabla 1*Evidencia actualizada de entrenamiento cognitivo digital en TDAH*

Estudio	Población	Intervención	Resultados principales	Tamaño del efecto
Westwood et al. (2023)	36 ECAs, múltiples edades	CCT diverso	Sin efectos en medidas cegadas	SMD = 0.12
Liu et al. (2024)	Niños y adultos	Intervenciones digitales diversas	Beneficios en síntomas TDAH	Efectos pequeños-moderados
Zhang et al. (2025)	Niños (6-13 años)	Videojuegos serios	Mejoras en funciones ejecutivas	Significativo
Zhao et al. (2024)	Escolares	Intervención cognitivo-física digital	Mejora en inatención	SMD = 0.986

Nota. Los estudios de 2024 y 2025 muestran beneficios en el TDAH, mientras que Westwood et al. (2023) no encontró efectos, indicando que la efectividad varía según la intervención.

5. Deterioro cognitivo leve.

5.1 Epidemiología actualizada y marcadores predictivos.

El DCL representa un estado transicional crítico entre el envejecimiento normal y la demencia, caracterizado por déficits cognitivos objetivos que exceden lo esperado para la edad, pero no comprometen significativamente la independencia. La prevalencia aumenta exponencialmente con la edad, desde 6.7% en individuos de 60-64 años hasta más del 25% en mayores de 80 años.

La incidencia acumulada de demencia en individuos con DCL es del 14.9% en mayores de 65 años seguidos durante 2 años. Esta tasa de conversión varía según el subtipo de DCL, biomarcadores patológicos, y factores de riesgo modificables. El subtipo amnésico muestra mayor probabilidad de progresión a Alzheimer, con tasas de conversión anual del 10-15%.

El DCL presenta perfiles heterogéneos con diferentes trayectorias evolutivas. El subtipo amnésico con déficits en memoria episódica progresiona frecuentemente a Alzheimer. El subtipo no amnésico con alteraciones en funciones ejecutivas, lenguaje o habilidades visuoespaciales presenta trayectorias variables hacia demencias no-Alzheimer. El subtipo multidominio representa estados más avanzados con mayor riesgo de progresión rápida.

Estudios longitudinales han identificado que 14-40% de individuos con DCL pueden revertir a cognición normal, especialmente aquellos con DCL no amnésico y ausencia de biomarcadores de neurodegeneración. Este hallazgo

subraya la importancia de intervenciones tempranas y caracterización precisa del subtipo.

5.2 Tecnologías emergentes para mantener funcionalidad.

Lin et al. (2025) realizaron un metaanálisis en red comparando diferentes intervenciones digitales en DCL y demencia. El análisis incluyó 57 artículos con 3,182 participantes. Los juegos móviles emergieron como la intervención más efectiva para ralentizar el declive cognitivo global ($SMD = 5.09$, 95% CI 2.17-11.91). También mostraron eficacia en mantenimiento de función ejecutiva ($SMD = 0.17$, 95% CI 0.03-0.90).

Este efecto sustancial sugiere que los juegos móviles, mediante su accesibilidad y capacidad de proporcionar entrenamiento frecuente, pueden tener impacto clínicamente significativo. La portabilidad y facilidad de uso favorecen la adherencia a largo plazo, factor crucial en intervenciones para DCL.

Yang et al. (2025) analizaron intervenciones de realidad virtual para adultos mayores con DCL. Su revisión hasta diciembre de 2023 encontró mejoras significativas en memoria, atención, velocidad de procesamiento y función ejecutiva. Los mecanismos propuestos incluyen la naturaleza inmersiva que aumenta compromiso, estimulación multisensorial que activa múltiples redes cerebrales, y la creación de ambientes ecológicamente válidos pero seguros.

Li et al. (2025) examinaron efectos multidimensionales de intervenciones VR en adultos mayores con DCL. Los hallazgos revelaron beneficios en función cognitiva, estado emocional y calidad de vida. La mejora en síntomas depresivos y ansiosos es particularmente relevante, dado que estos síntomas neuropsiquiátricos pueden acelerar la progresión a demencia.

5.3 Caso clínico ilustrativo: Adaptaciones digitales de MEMO+

Park et al. (2024) actualizaron la evidencia sobre intervenciones digitales para DCL y demencia. Su revisión confirmó el crecimiento exponencial de terapéuticas digitales, con nuevas plataformas emergiendo mensualmente. Esta proliferación proporciona opciones personalizadas para diferentes estadios del deterioro.

El protocolo MEMO+ original de Belleville et al. (2018) ha inspirado múltiples adaptaciones digitales. Las plataformas móviles implementan estrategias MEMO+ mediante aplicaciones interactivas con entrenamiento mnemónico, ejercicios de asociación, y práctica espaciada adaptativa. La integración con sensores permite monitorización de actividad, sueño y variabilidad cardíaca, informando la personalización.

Las versiones de realidad virtual transformaron el entrenamiento espacial, permitiendo práctica en ambientes progresivamente complejos. Los sistemas de IA analizan el rendimiento para personalizar estrategias según predictores como rutinización y autoeficacia. La implementación digital ha demostrado ventajas en adherencia, flexibilidad de horarios, retroalimentación inmediata, y recopilación automática de datos.

Tabla 2*Eficacia de intervenciones digitales en DCL: Evidencia 2024-2025*

Estudio	Tipo de intervención	Población	Resultados principales
Lin et al. (2025)	Juegos móviles	3,182 participantes	SMD = 5.09 para cognición global
Yang et al. (2025)	Realidad virtual	Adultos ≥55 años	Mejoras en memoria y atención
Li et al. (2025)	VR multimodal	Adultos ≥60 años	Efectos en cognición y calidad de vida
Park et al. (2024)	Tecnología digital diversa	DCL y demencia	Efectos significativos variables

Nota. La evidencia de 2024-2025 muestra que las intervenciones digitales pueden ser efectivas para el deterioro cognitivo leve (DCL). Sin embargo, la variedad de intervenciones (juegos, realidad virtual, etc.) y los resultados diversos sugieren que la efectividad puede depender del tipo de tecnología utilizada.

6. Demencia.

6.1 Perfiles neuropsicológicos actualizados y marcadores del deterioro.

La demencia representa un síndrome clínico caracterizado por deterioro cognitivo progresivo que compromete la autonomía funcional. Este síndrome heterogéneo engloba múltiples etiologías: Alzheimer (60-70% de casos), demencia vascular, demencia con cuerpos de Lewy, y variantes frontotemporales. La caracterización contemporánea ha experimentado una revolución con biomarcadores que permiten diagnóstico presintomático.

El sistema AT(N) propuesto por Jack et al. (2018) representa un cambio paradigmático, clasificando individuos según patología amiloide (A), tau fosforilada (T), y neurodegeneración (N). Esta aproximación biológica identifica Alzheimer en estadios preclínicos, décadas antes de síntomas, abriendo ventanas terapéuticas críticas para intervenciones modificadoras.

Scribano Parada et al. (2025) destacan que realidad virtual e inteligencia artificial muestran potencial transformador para diagnósticos preclínicos. Estas tecnologías detectan marcadores cognitivos sutiles mediante paradigmas ecológicamente válidos más sensibles que evaluaciones tradicionales. Sin embargo, requieren validación en estudios longitudinales y marcos regulatorios apropiados antes de implementación generalizada.

Los perfiles neuropsicológicos varían según etiología y estadio. En Alzheimer típico, el deterioro inicial afecta memoria episódica, seguido por alteraciones en lenguaje y funciones ejecutivas. Las variantes atípicas presentan patrones

distintos: posterior cortical con déficits visuoespaciales, afasia logopénica con alteraciones lingüísticas, y frontal con disfunción ejecutiva temprana.

6.2. Estrategias de intervención actualizadas según severidad.

Las estrategias contemporáneas han evolucionado hacia modelos personalizados considerando estadio, perfil neuropsicológico, recursos disponibles, y preferencias individuales. Los enfoques actuales integran intervenciones farmacológicas y no farmacológicas en planes comprehensivos abordando síntomas cognitivos y neuropsiquiátricos.

Para demencia leve (MMSE 20-24): Las intervenciones mantienen independencia funcional mediante rehabilitación cognitiva individualizada, entrenamiento compensatorio, estimulación grupal, e intervenciones psicoeducativas. El estudio ETNA3 demostró que la rehabilitación individualizada produjo menor deterioro funcional y retraso de seis meses en institucionalización a 24 meses, con importantes implicaciones económicas.

Para demencia moderada (MMSE 10-19): Se prioriza mantenimiento de habilidades residuales mediante terapia de reminiscencia, intervenciones sensoriales multimodales, actividad física adaptada, y entrenamiento de cuidadores. Las intervenciones multicomponente combinando elementos cognitivos, físicos y sociales producen mejores resultados.

Para demencia severa (MMSE <10): El foco cambia hacia comfort y calidad de vida mediante estimulación sensorial básica, rutinas estructuradas, validación emocional, y cuidados paliativos especializados abordando necesidades complejas del final de vida.

6.3. Tecnologías digitales emergentes y aplicaciones adaptadas.

Prinz et al. (2024) investigaron la factibilidad de realidad virtual inmersiva en hogares de ancianos. Examinaron cambios en rendimiento motor, cognitivo, respuestas emocionales, y miedo a caer. Los hallazgos demostraron factibilidad y aceptación entusiasta. Las intervenciones VR emergieron como enfoques prometedores para mejorar función cognitiva y motora, con beneficios adicionales en ánimo y engagement social.

Hung et al. (2025) revisaron el entrenamiento VR para cuidadores de demencia. Analizaron nueve artículos con 362 cuidadores formales. Las experiencias inmersivas fomentaron empatía profunda, mejoraron reconocimiento de desencadenantes conductuales, facilitaron soluciones creativas centradas en la persona, y redujeron burnout mediante mejor comprensión de comportamientos desafiantes.

6.4 Desarrollos en inteligencia artificial y análisis predictivo.

Los desarrollos en IA están revolucionando detección temprana y manejo continuo de demencia.

Sistemas de detección temprana:

Estos sistemas se basan en la IA para identificar marcadores sutiles de la demencia en sus etapas iniciales. Por ejemplo, el análisis de voz y habla puede detectar marcadores lingüísticos años antes del diagnóstico. La monitorización de actividades digitales identifica cambios en el uso de dispositivos, mientras que los sensores ambientales detectan alteraciones en la marcha y los patrones de actividad. Adicionalmente, el análisis de la escritura digital puede revelar cambios motores finos en la etapa preclínica de la enfermedad.

Asistentes conversacionales adaptativos:

Estos asistentes, impulsados por IA, ofrecen un apoyo personalizado y continuo a los pacientes. Sus interfaces se adaptan al nivel cognitivo de cada usuario, facilitando la interacción. Proporcionan recordatorios contextuales basados en las rutinas individuales, lo que ayuda a mantener la autonomía. Además, están diseñados para dar apoyo emocional a través de respuestas empáticas programadas y personalizar la interacción, manteniendo una continuidad con la identidad y las preferencias previas del usuario.

Tabla 3

Tecnologías emergentes en demencia: Evidencia 2024-2025

Estudio	Tecnología	Población	Hallazgos principales
Prinz et al. (2024)	VR inmersiva	Hogares de ancianos	Factibilidad demostrada, mejoras cognitivas y motoras
Hung et al. (2025)	VR para entrenamiento	362 cuidadores	Fomentó empatía y reconocimiento de soluciones
Scribano Parada et al. (2025)	VR + IA diagnóstica	Revisión	Promesa para diagnósticos preclínicos

Nota. Los estudios de 2024-2025 muestran que la realidad virtual (RV) es una tecnología prometedora para la demencia, con aplicaciones que van desde mejoras cognitivas y motoras en pacientes hasta el entrenamiento de cuidadores y el diagnóstico temprano.

7. Conclusiones del capítulo.

7.1 Síntesis de evidencia contemporánea.

El campo de las aplicaciones digitales para trastornos cognitivos ha experimentado una evolución transformadora, con evidencia creciente de eficacia en múltiples poblaciones y contextos. Los hallazgos presentados subrayan tanto el potencial revolucionario como las limitaciones actuales de estas tecnologías emergentes.

Los metaanálisis más recientes revelan un panorama matizado pero alentador. Las intervenciones digitales muestran consistentemente efectos pequeños a moderados en cognición y síntomas conductuales. Aunque estos tamaños del efecto son modestos individualmente, pueden tener impacto clínico significativo a nivel poblacional.

Los juegos móviles han emergido como particularmente efectivos para deterioro cognitivo, posiblemente debido a su accesibilidad y capacidad motivadora. La realidad virtual demostró factibilidad y beneficios sustanciales incluso en poblaciones con demencia avanzada. La combinación sinérgica de modalidades, como intervenciones cognitivo-físicas, puede potenciar significativamente los beneficios.

La heterogeneidad en resultados subraya la importancia de la personalización. Factores como edad, severidad del deterioro, perfil cognitivo, nivel educativo, y apoyo social influyen en la eficacia. Esta variabilidad sugiere que el futuro radica en medicina de precisión con intervenciones adaptadas individualmente.

7.2 Direcciones futuras prioritarias.

El campo se encuentra en un punto de inflexión con múltiples direcciones prometedoras:

Personalización algorítmica avanzada: La integración de datos biométricos múltiples con algoritmos de aprendizaje automático promete optimización sin precedentes. Los sistemas futuros podrán predecir respuesta al tratamiento, identificar ventanas óptimas de intervención, y ajustar protocolos dinámicamente. La combinación de neuroimagen, biomarcadores sanguíneos, datos genéticos y métricas conductuales permitirá personalización verdaderamente individualizada.

Validación ecológica mejorada: Los estudios futuros deben priorizar evaluaciones en entornos naturales con tecnologías portátiles. Las medidas de transferencia funcional deben evaluar no solo capacidad sino rendimiento real en actividades significativas. La evaluación momentánea ecológica permitirá comprensión profunda de cómo los beneficios se manifiestan cotidianamente.

Integración con sistemas asistenciales: La interoperabilidad con historias clínicas electrónicas permitirá continuidad de cuidado sin precedentes. Los protocolos de telemonitorización estandarizados facilitarán detección temprana y ajuste proactivo. La integración sistémica permitirá escalamiento poblacional de intervenciones efectivas.

Desarrollo de biomarcadores digitales: La identificación de biomarcadores derivados de interacciones tecnológicas promete revolucionar diagnóstico y monitoreo. Estos marcadores, capturados pasivamente durante uso normal de dispositivos, proporcionarán evaluación continua objetiva sin evaluaciones formales disruptivas.

Intervenciones preventivas poblacionales: El desarrollo de intervenciones preventivas para poblaciones en riesgo representa una frontera crítica. Estas

intervenciones, integradas en actividades cotidianas, podrían retrasar o prevenir deterioro cognitivo a escala poblacional.

7.3 Consideraciones éticas y regulatorias emergentes.

El desarrollo acelerado requiere marcos éticos y regulatorios robustos que protejan usuarios vulnerables mientras fomentan innovación beneficiosa.

Privacidad de datos neurocognitivos: Estos datos revelan información íntima sobre capacidades mentales y vulnerabilidades. Los marcos regulatorios deben garantizar protección mientras permiten investigación beneficiosa.

Consentimiento informado adaptativo: En poblaciones con deterioro cognitivo, se requieren protocolos especializados que respeten autonomía mientras protegen vulnerabilidad. Los procesos de consentimiento dinámico representan una aproximación prometedora.

Equidad en acceso: Las intervenciones deben diseñarse considerando diversidad cultural, lingüística y socioeconómica. Los modelos de implementación deben incluir provisiones para poblaciones con limitado acceso tecnológico.

Regulación de algoritmos de IA: Se requieren estándares de transparencia, explicabilidad y validación clínica. Los sesgos algorítmicos deben identificarse y mitigarse proactivamente.

7.4 Implicaciones para la práctica clínica.

La evidencia presentada tiene implicaciones profundas para la práctica contemporánea. Los clínicos deben familiarizarse con intervenciones digitales disponibles y desarrollar competencias para prescribirlas efectivamente.

La integración de herramientas digitales debe verse como complemento valioso, no reemplazo de intervenciones tradicionales. La selección debe basarse en evaluación comprehensiva considerando perfil cognitivo, alfabetización digital, apoyo disponible, y preferencias individuales.

El monitoreo requiere nuevas métricas aprovechando datos generados por plataformas digitales. Los clínicos deben interpretar estos datos para informar decisiones terapéuticas. La colaboración interdisciplinaria entre profesionales de salud, desarrolladores e investigadores es esencial.

Las intervenciones digitales representan una evolución natural y necesaria en el manejo de trastornos cognitivos. Su implementación exitosa requiere integración cuidadosa con práctica clínica existente, consideración de factores individuales y contextuales, y compromiso con evaluación continua de efectividad.

Referencias

- Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Al-Hashimi, O., Faraji, F., Janowich, J., Kong, E., Larraburo, Y., Rolle, C., Johnston, E., & Gazzaley, A. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*, 501(1), 97-101. <https://doi.org/10.1038/nature12486>
- Belleville, S., Fouquet, C., Hudon, C., Zomahoun, H. T. V., Croteau, J., & Consortium for the Early Identification of Alzheimer's disease-Quebec (2017). Neuropsychological Measures that Predict Progression from Mild Cognitive Impairment to Alzheimer's type dementia in Older Adults: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuropsychology Review*, 27(4), 328-353. <https://doi.org/10.1007/s11065-017-9361-5>
- Belleville, S., Hudon, C., Bier, N., Brodeur, C., Gilbert, B., Grenier, S., Ouellet, M. C., Viscogliosi, C., & Gauthier, S. (2018). MEMO+: Efficacy, Durability and Effect of Cognitive Training and Psychosocial Intervention in Individuals with Mild Cognitive Impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 66(4), 655-663. <https://doi.org/10.1111/jgs.15192>
- Cabreira, V., Wilkinson, T., Frostholm, L., Stone, J., & Carson, A. (2024). Systematic review and meta-analysis of standalone digital interventions for cognitive symptoms in people without dementia. *npj Digital Medicine*, 7(1), 278. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01280-9>
- Castellanos, F. X., & Proal, E. (2012). Large-scale brain systems in ADHD: Beyond the prefrontal-striatal model. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(1), 17-26. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.11.007>
- Clare, L., Kudlicka, A., Oyebode, J. R., Jones, R. W., Bayer, A., Leroi, I., Kopelman, M., James, I. A., Culverwell, A., Pool, J., Brand, A., Henderson, C., Hoare, Z., Knapp, M., & Woods, B. (2019). Individual goal-oriented cognitive rehabilitation to improve everyday functioning for people with early-stage dementia: A multicentre randomised controlled trial (the GREAT trial). *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 34(5), 709-721. <https://doi.org/10.1002/gps.5076>
- Doulou, A., Pergantis, P., Drigas, A., & Skianis, C. (2025). Managing ADHD Symptoms in Children Through the Use of Various Technology-Driven Serious Games: A Systematic Review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(1), 8. <https://doi.org/10.3390/mti9010008>
- Edwards, J. D., Xu, H., Clark, D. O., Guey, L. T., Ross, L. A., & Unverzagt, F. W. (2017). Speed of processing training results in lower risk of dementia. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*, 3(4), 603-611. <https://doi.org/10.1016/j.trci.2017.09.002>
- Faraone, S. V., Banaschewski, T., Coghill, D., Zheng, Y., Biederman, J., Bellgrove, M. A., Newcorn, J. H., Gignac, M., Al Saud, N. M., Manor, I., Rohde, L. A., Yang, L., Cortese, S., Almagor, D., Stein, M. A., Albatti, T. H., Aljoudi, H. F., Alqahtani, M., Asherson, P., ... Wang, Y. (2021). The World Federation of ADHD International Consensus Statement: 208 evidence-based

- conclusions about the disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 128, 789-818. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.01.022>
- Fu, R., Liu, J., & Liu, S. (2025). Comparing Digital Therapy and Cognitive Behavioral Therapy in ADHD Management: A Scoping Review. *Studies in Health Technology and Informatics*, 329, 956-960. <https://doi.org/10.3233/SHTI250981>
- Harvey, P. D., McGurk, S. R., Mahncke, H., & Wykes, T. (2018). Controversies in computerized cognitive training. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 3(11), 907-915. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2018.06.008>
- Hung, A., Ma, K., Huang, L., Wong, K., Wong, S., Chew, H., Chao, D., Hussein, M., Yuen, J., Ren, C., & Zhao, L. (2025). Facilitators, barriers, and impacts to implementing dementia care training for staff in long-term care settings by using fully immersive virtual reality: a scoping review. *Frontiers in Virtual Reality*, 6, 1552370. <https://doi.org/10.3389/fvrir.2025.1552370>
- Jack, C. R., Jr, Bennett, D. A., Blennow, K., Carrillo, M. C., Dunn, B., Haeberlein, S. B., Holtzman, D. M., Jagust, W., Jessen, F., Karlawish, J., Liu, E., Molinuevo, J. L., Montine, T., Phelps, C., Rankin, K. P., Rowe, C. C., Scheltens, P., Siemers, E., Snyder, H. M., Sperling, R., ... Contributors (2018). NIA-AA Research Framework: Toward a biological definition of Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 14(4), 535-562. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.02.018>
- Johnstone, S. J., Roodenrys, S., Phillips, E., Watt, A. J., & Mantz, S. (2010). A pilot study of combined working memory and inhibition training for children with AD/HD. *Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 2(1), 31-42. <https://doi.org/10.1007/s12402-009-0017-z>
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2010). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(6), 781-791. <https://doi.org/10.1076/jcen.24.6.781.8395>
- Li, X., Zhang, Y., Tang, L., Ye, L., & Tang, M. (2025). Effects of virtual reality-based interventions on cognitive function, emotional state, and quality of life in patients with mild cognitive impairment: a meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 16, 1496382. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1496382>
- Lin, X., Xu, G., Zhao, M., & Jiang, Y. (2025). Efficacy of different digital interventions in patients with mild cognitive impairment or dementia: A systematic review and network meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 169, 105129. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2025.105129>
- Liu, X., Yang, Y., Ye, Z., Wang, F., Zeng, K., Sun, Y., Huang, Y., & Dai, L. (2024). The effect of digital interventions on attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of*

Affective Disorders, 365, 563-577.
<https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.08.156>

McKhann, G. M., Knopman, D. S., Chertkow, H., Hyman, B. T., Jack, C. R., Jr, Kawas, C. H., Klunk, W. E., Koroshetz, W. J., Manly, J. J., Mayeux, R., Mohs, R. C., Morris, J. C., Rossor, M. N., Scheltens, P., Carrillo, M. C., Thies, B., Weintraub, S., & Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 7(3), 263-269. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.005>

Park, H., & Ha, J. (2024). Effect of digital technology interventions for cognitive function improvement in mild cognitive impairment and dementia: A systematic review and meta-analysis. *Research in Nursing & Health*, 47(4), 409-422. <https://doi.org/10.1002/nur.22383>

Petersen, R. C., Lopez, O., Armstrong, M. J., Getchius, T. S. D., Ganguli, M., Gloss, D., Gronseth, G. S., Marson, D., Pringsheim, T., Day, G. S., Sager, M., Stevens, J., & Rae-Grant, A. (2018). Practice guideline update summary: Mild cognitive impairment: Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 90(3), 126-135. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000004826>

Prinz, A., Buerger, D., Krafft, J., Bergmann, M., Woll, A., Barisch-Fritz, B., & Witte, K. (2024). Use of Immersive Virtual Reality in Nursing Homes for People With Dementia: Feasibility Study to Assess Cognitive, Motor, and Emotional Responses. *JMIR XR and Spatial Computing*, 1, e54724. <https://doi.org/10.2196/54724>

Rebok, G. W., Ball, K., Guey, L. T., Jones, R. N., Kim, H. Y., King, J. W., Marsiske, M., Morris, J. N., Tennstedt, S. L., Unverzagt, F. W., Willis, S. L., & ACTIVE Study Group (2014). Ten-year effects of the advanced cognitive training for independent and vital elderly cognitive training trial on cognition and everyday functioning in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(1), 16-24. <https://doi.org/10.1111/jgs.12607>

Scribano Parada, M. P., González Palau, F., Valladares Rodríguez, S., Rincon, M., Rico Barroeta, M. J., García Rodriguez, M., Bueno Aguado, Y., Herrero Blanco, A., Díaz-López, E., Bachiller Mayoral, M., & Losada Durán, R. (2025). Preclinical Cognitive Markers of Alzheimer Disease and Early Diagnosis Using Virtual Reality and Artificial Intelligence: Literature Review. *JMIR Medical Informatics*, 13, e62914. <https://doi.org/10.2196/62914>

Sonuga-Barke, E. J. S. (2003). The dual pathway model of AD/HD: An elaboration of neuro-developmental characteristics. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 27(7), 593-604. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2003.08.005>

- Spencer-Smith, M., & Klingberg, T. (2015). Benefits of a working memory training program for inattention in daily life: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 10(3), e0119522. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119522>
- Tamm, L., Nakonezny, P. A., & Hughes, C. W. (2014). An open trial of a metacognitive executive function training for young children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 18(6), 551-559. <https://doi.org/10.1177/1087054712445782>
- Tárraga, L., Boada, M., Modinos, G., Espinosa, A., Diego, S., Morera, A., Guitart, M., Balcells, J., López, O. L., & Becker, J. T. (2006). A randomised pilot study to assess the efficacy of an interactive, multimedia tool of cognitive stimulation in Alzheimer's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 77(10), 1116-1121. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2005.086074>
- Vermeij, A., Kessels, R. P. C., Heskamp, L., Simons, E. M. F., Dautzenberg, P. L. J., & Claassen, J. A. H. R. (2017). Prefrontal activation may predict working-memory training gain in normal aging and mild cognitive impairment. *Brain Imaging and Behavior*, 11(1), 141-154. <https://doi.org/10.1007/s11682-016-9508-7>
- Westwood, S. J., Parlatini, V., Rubia, K., Cortese, S., Sonuga-Barke, E. J., Baeyens, D., Banaschewski, T., Behrmann, M., Brandeis, D., Buitelaar, J., Carucci, S., Dittmann, R. W., Ferrin, M., Holz, N. E., Luman, M., Mowbray, N., Purper-Ouakil, D., Romanos, M., Van der Oord, S., ... Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Working Group (2023). Computerized cognitive training in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a meta-analysis of randomized controlled trials with blinded and objective outcomes. *Molecular Psychiatry*, 28(4), 1402-1414. <https://doi.org/10.1038/s41380-023-02000-7>
- Woods, B., O'Philbin, L., Farrell, E. M., Spector, A. E., & Orrell, M. (2018). Reminiscence therapy for dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD001120. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001120.pub3>
- Yang, Q., Zhang, L., Chang, F., Yang, H., Chen, B., & Liu, Z. (2025). Virtual Reality Interventions for Older Adults With Mild Cognitive Impairment: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e59195. <https://doi.org/10.2196/59195>
- Zhao, L., Agazzi, H., Du, Y., Meng, H., Maku, R., Li, K., Aspinall, P., Garvan, C. W., & Fang, S. (2024). A Digital Cognitive-Physical Intervention for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*, 26, e55569. <https://doi.org/10.2196/55569>
- Zhao, X., Page, T. F., Altszuler, A. R., Pelham, W. E., Kipp, H., Gnagy, E. M., Coxe, S., Schatz, N. K., Merrill, B. M., Macphee, F. L., & Pelham, W. E. (2019).

Family burden of raising a child with ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 47(8), 1327-1338. <https://doi.org/10.1007/s10802-019-00518-5>



Marco Adrián Criollo Armijos, Psicólogo Clínico (UTMACH, Ecuador, 2015) y Máster en Metodología de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud (UNED, España, 2019). Docente de Psicología Clínica en UTMACH y docente de posgrado en Universidad Hemisferios en tres Maestrías: Psicopedagogía en Neuroeducación (IMF), Educación en STEAM- Neurodidáctica-Gamificación, y Educación Inclusiva. Investigador en psicología clínica, discapacidad, familia, psicométrica y exclusiones transgénero. Miembro del grupo "Psicodidáctica, Discursos y Subjetividades" (UTMACH) y RISEI. Autor de publicaciones científicas y ponente en congresos académicos.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9200-2203>



Melanie Mishelle Moreno Farfan Psicóloga Clínica - UTMACH, Estudiante de Maestría Neuropsicología Clínica-Barcelona España. Autora de una publicación científica en la Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento. Actualmente Promotora de protección Especial en el Gobierno Autónomo Descentralizado de Huaquillas, Brindo atención personalizada de forma independiente, ofreciendo consultas psicológicas a niños y adolescente, y soy capacitadora en programas preventivos sobre salud mental y riesgos psicosociales en entornos laborales.

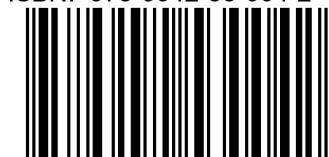
ORCID: <https://orcid.org/0009-002-1825-8432>



Lissette Carolina Delgado Calva Psicóloga Clínica – UTMACH. Autora de la publicación científica - Relación entre la adicción a las redes sociales y el autoconcepto en preadolescentes con padres separados - en la Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento, intervención terapéutica individualizada para niños que presentan alteraciones conductuales, capacitadora en programas formativos de salud mental y bienestar psicológico en entornos corporativos.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7258-564X>

ISBN: 978-9942-53-004-2



9 789942 530042

Compás
capacitación e investigación