

Uso de tecnologías de la información y comunicación en neuropsicología, una revisión narrativa

Vicente Arturo López-Cortés ^a, Marco Antonio Reyes Medina ^b, Héctor Pelayo González ^c,
María Guadalupe Tlalpan Ruíz ^d, Ángel de Luna Construita ^e

Abstract:

Introduction: The development of information and communication technologies (ICTs) throughout the XXI century has opened new horizons within the neuropsychological discipline. Currently, neuropsychology in Mexico has addressed this emerging dimension in a rather limited manner. The lack of research in the country on this resource is currently seen as a gap in this discipline. **Objective:** This study aims to explore the advancements of ICTs in neuropsychology at both the international and national levels, with the goal of disseminating the most recent developments. **Procedure:** A narrative review was conducted using the Clarivate, DOAJ, EBSCOhost, Sage Journals, SpringerLink, and Taylor & Francis databases. The search engines employed the terms "ICT neuropsychology" and "ICT neuropsychology." The review was carried out from April to June 2024, and a total of 22 articles were identified. **Results:** The results gathered are inconclusive in all areas and are currently in a phase of exploratory and comparative research at a general level. The contradictory findings highlight the lack of standardized protocols, as well as the need for diversification in studies across various populations with neuropsychological conditions.

Keywords:

ICT neuropsychology, neuropsychology

Resumen:

Introducción: El desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) a través del siglo XXI ha abierto un nuevo panorama dentro de la disciplina neuropsicológica. Actualmente, la neuropsicología en México ha abordado esta nueva dimensión de manera precaria. La falta de investigación en el país sobre este recurso se presenta hoy en día como una deuda a esta disciplina. Objetivo: el objetivo de este trabajo es conocer los avances de las TICs en materia de neuropsicología en el ámbito internacional y nacional, con objeto de difundir los avances más recientes. Procedimiento: Se llevó a cabo una revisión narrativa, para la cual se utilizaron las bases de datos de Clarivate, DOAJ, EBSCOhost, Sage Journal y Springer-Link, Taylor & Francis. Para la creación de los motores de búsqueda se utilizaron "ICT neuropsychology" y "TICs neuropsicología". La revisión se llevó a cabo dentro del periodo abril-junio del año 2024. En número de artículos encontrados fue de 22. Resultados: Los resultados recabados no son concluyentes en ningún ámbito y actualmente atraviesan de un periodo de investigación exploratoria a comparativa a nivel general. Los resultados contradictorios puntualizan la falta de diseño de protocolos, así como la diversificación de estudios en diversas poblaciones con afectaciones neuropsicológicas.

Palabras Clave:

TICs neuropsicología, neuropsicología.

Introducción

La neuropsicología, tal como la conocemos hoy en día, nace en Rusia durante los años cuarenta de la mano de los trabajos de Vigotsky, Luria y Leontiev, quienes se interesaron por la organización funcional del cerebro y el desarrollo del ser humano, utilizando

métodos objetivos de investigación y evaluación (Bausela, 2006; León-Carrión, 1995; Peña y Pérez, 1985). A pesar de la temprana muerte de Vigotsky y de las tensiones políticas de la URSS que ocultaron su obra por años (Bausela, 2006), hoy en día sus postulados teóricos se han recuperado y expandido no solo en

^a Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, <https://orcid.org/0000-0003-0888-3285>, Email: vicente.lopez@correo.buap.mx

^b Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, <https://orcid.org/0009-0000-2175-4029>, Email: antonio1994psicologo@gmail.com

^c Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, <https://orcid.org/0000-0003-3543-8929>, Email: hector:pelayo@correo.buap.mx

^d Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, <https://orcid.org/0000-0002-6753-5101>, Email: maria.tlalpan@correo.buap.mx

^e Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, <https://orcid.org/0009-0000-5351-4417>, Email: angeldelaluna53@hotmail.com

Fecha de recepción: 09/08/2024, Fecha de aceptación: 29/08/2024, Fecha de publicación: 30/09/2024

DOI: <https://doi.org/10.29057/esa.v12iEspecial.13503>



Europa, sino también en países de América Latina tales como México.

Al respecto, Ostrosky *et al.* (2009) comparten que la disciplina de la neuropsicología dentro del marco de las ciencias en la República Mexicana tiene un poco más de un par de décadas desde su arribo y ulterior consolidación gracias a varios factores (Díaz *et al.*, 2023):

1. Desarrollo de investigación en neurociencias.
2. Creación de instituciones de salud.
3. Estudio de las afasias.
4. Atención a niños con necesidades especiales.
5. Estancia de Alfredo Ardila en UNAM en la facultad de psicología.
6. Regreso de Julieta Cecilia Heres Pulido a México.

Todo esto desencadenó en la creación de diversas instituciones como la Sociedad Mexicana de Neuropsicología (1982) o la Maestría en Diagnóstico y Rehabilitación Neuropsicológica en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (1994); además, se propició el interés en diversas líneas de investigación como lectoescritura, afasias, etc. (Díaz *et al.*, 2023).

Además de ello, otro gran avance en la neuropsicología en general ha sido la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) al diagnóstico, la prevención, el tratamiento y la rehabilitación de gran diversidad de alteraciones neuropsicológicas (Fernández *et al.*, 2020). Al respecto, el uso de baterías y pruebas digitalizadas muestra que las ventajas de este tipo de instrumento son la libertad de modificar y redistribuir el código abierto, como en el caso de la batería The Psychological Experimental Building Language (PEBL), lográndose de esta manera que los investigadores puedan verificar y modificar aspectos del experimento (Mueller y Piper, 2014). Otra de las características de este modelo es la facilidad de utilizar un gran número de códigos abiertos en forma de librerías y códigos fuente por muchos otros usuarios, reduciéndose la complejidad del uso de este instrumento. Así también, se remarca que las computadoras de uso personal se han tornado en una herramienta ubicua en las ciencias del comportamiento y neurológicas en las últimas tres décadas, teniéndose por consecuencia que la administración de tests a los participantes se ha beneficiado de los avances tecnológicos, ya que las instrucciones pueden ser rápidamente presentadas y estandarizadas, así como traducidas a otras lenguas. De forma adicional, grandes cantidades de información pueden ser recolectadas con pocas probabilidades de error por parte del experimentador (Piper *et al.*, 2012). Hoy en día una larga colección de pruebas clásicas de psicología cognitiva, así como algunos paradigmas de la disciplina correspondientes al estudio del

comportamiento basado en sus correlaciones neuroanatómicas, han sido computarizadas, ofreciendo una amplia variedad de instrumentos para la medición, (Piper *et al.*, 2015).

Sin embargo, a pesar de que la neuropsicología ha tenido un gran desarrollo marcado también por los acontecimientos históricos alrededor del mundo (Beltrán, 2009), dentro del contexto latinoamericano son escasos los acercamientos al uso de instrumentos computarizados y estandarizados, y más específicamente al uso de herramientas de este género en la medición de procesos cognitivos con fiabilidad y validez comprobadas, a excepción del extraordinario caso de "Validación de experimentos cognitivos con PEBL y Wundt's Lab" (Muñoz *et al.*, 2021).

En cuanto al caso particular de México, Ostrosky *et al.* (2009) consideran que actualmente la neuropsicología está presentando varios problemas y obstáculos producto del mismo desarrollo de la ciencia dentro del país, donde el desconocimiento del rol de la neuropsicología y su lenta integración a las ciencias de la salud, así como la falta de personal capacitado, ha impedido un mayor interés y desarrollo de la misma, reflejándose entre otros aspectos en la falta de normalización de las pruebas y baterías ya existentes en el mercado. Esto es visible en el rubro de los instrumentos de evaluación, el cual se ha desenvuelto en un contexto donde la disciplina se ha caracterizado por las necesidades de programas clínicos y académicos de calidad, y por el problema de los altos costes en la adquisición de los instrumentos de medición neuropsicológica (Fonseca *et al.*, 2015).

Debido a ello, hay una escasez en la elaboración, sistematización, normalización y desarrollo de instrumentos de medición de los fenómenos neuropsicológicos para su uso en población mexicana (Barrios, 2020; Ostrosky *et al.*, 2009). Este aspecto de la neuropsicología en México se ha abordado de manera mínima, encontrándose con una carencia de datos de sujetos normotípicos que pudieran servir de punto de partida para futuras investigaciones, a excepción de los esfuerzos recientes de Ostrosky *et al.*, (2023) y Ostrosky *et al.*, (2019).

De esta manera y, como consecuencia de los obstáculos presentados, es de precisar la escasa presencia de pruebas computarizadas de evaluación neuropsicológica, y más específicamente de programas de rehabilitación en el rubro de las TICs, donde solo unos cuantos trabajos aislados como el propuesto por Sanz-Martin *et al.* (2014) o la reciente Batería Neuropsicológica Computarizada de Tamizaje-BNCT de Ostrosky *et al.*, (2023), han explorado este ámbito de la disciplina.

En resumen, el estado actual de los instrumentos computarizados de medición neuropsicológicos en

México se encuentra en un estado raquíto de desarrollo, donde la neuropsicología cognitiva ha brindado una mejor respuesta a las necesidades en este rubro. Sin embargo, lejos de haber agotado el tema, la problemática actual respecto a la falta de instrumentos y la normalización de estos, se corresponde con los datos presentados por Fonseca *et al.* (2015), donde la falta de calidad en la formación de recursos humanos, así como la poca financiación de proyectos, la reticencia a la comunicación entre profesionistas y la falta de regularización de la disciplina fungen como elementos que contribuyen al lento desarrollo de soluciones a problemáticas dentro de esta disciplina.

Expuesto lo anterior, el objetivo de este trabajo es conocer los avances de las TICs en materia de Neuropsicología en el ámbito internacional y nacional con objeto de difundir los avances más recientes dentro de esta rama de la psicología en el país.

Método

La presente investigación se realizó desde un enfoque cualitativo con fines exploratorios y descriptivos. En concreto se llevó a cabo una revisión narrativa que recopiló la información existente sobre el uso de las TICs en el campo de la neuropsicología.

Muestra

Esta se conformó por artículos disponibles en las bases de datos de Clarivate, DOAJ, EBSCOhost, Sage Journal, SpringerLink y Taylor & Francis. La búsqueda se realizó utilizando los términos "CT neuropsychology" y "TICs neuropsicología".

No se aplicó ningún filtro por año. La revisión se realizó durante el período abril-julio de 2024 con acceso a las bases de datos desde el repositorio de recursos electrónicos de Bibliotecas BUAP. Para el análisis de datos se elaboró una base de datos utilizando la hoja de cálculo de Google.

Resultados

La búsqueda de literatura arrojó un total de 20 artículos, todos en idioma inglés. Para su análisis, la información obtenida se distribuyó de la siguiente manera:

1. El papel de la realidad virtual en la neuropsicología.
2. Aplicación de algoritmos matemáticos.
3. Softwares en la Neuropsicología.
4. Entrenamiento en el uso de las TICs y la Neuropsicología.
5. Uso de tabletas, teléfonos y videojuegos en la neuropsicología.

6. Avances de las TICs y temas relacionados a la neuropsicología.

El papel de la realidad virtual en la neuropsicología Este milenio se ha caracterizado por dos grandes desarrollos:

1. La ciencia neuropsicológica, esto gracias a tres enfoques: a) Histórico-Cultural (Luria, 2019), b) Cognitivo (Reigosa, 2008) y c) Fisiopatológico (Azcoaga, 1997).
2. La tecnología, que actualmente imprescindible dentro de los diversos campos de la salud. Al presente, estos avances han comenzado a permearse los procesos de diagnóstico y rehabilitación del campo de la neuropsicología.

Por medio de una revisión bibliográfica, Fridhi *et al.* (2018) exhiben los avances tecnológicos de la realidad virtual, realidad aumentada y contextos virtualizados con relación a los procesos neuropsicológicos en sujetos diagnosticados con trastorno espectro autista (TEA), enfatizando la importancia de evitar la yuxtaposición de estas tecnologías de manera indiscriminada a las poblaciones con diversas afectaciones psiquiátricas, neurológicas y neuropsicológicas. Los resultados de este estudio indican que el desarrollo de aplicaciones debe partir del trabajo empírico y teórico, basándose en procesos de diagnóstico y rehabilitación comprobados. Muestra de lo anterior son los trabajos de Benoit *et al.* (2015), donde se utilizó el programa image-based rendering virtual environment (IBVE, por sus siglas en inglés) para realizar una intervención neuropsicológica con población adulto mayor. Los resultados de ésta apoyan el uso de las TICs para estimular la memoria autobiográfica en pacientes sanos.

Por otro lado, implementaciones de la realidad virtual basadas en procesos de intervención neuropsicológica más tradicionales han abogado por el uso del conocimiento basado en evidencia para el desarrollo de estas aplicaciones. Tominari *et al.* (2021), aplicaron el modelo de terapia de reminiscencia a través de la realidad virtual (RV) en una muestra diagnosticada con demencia, en comparación con un grupo de adultos mayores que recibieron el mismo modelo de terapia apoyado en material fotográfico. Los resultados exhibieron mejorías para ambos grupos respecto a puntajes encontrados dentro de la escala MiniMental; por otro lado, el trabajo no señala una diferencia significativa entre las dos versiones terapéuticas. Dentro de esta línea, García-Betances *et al.* (2015) han comenzado la discusión sobre la implementación de la realidad virtual con objeto de atajar las demandas de salud pública crecientes en la población adulto mayor, siendo esta una mejoría en los tratamientos de personas con Alzheimer y deterioro cognitivo leve. La propuesta se caracteriza no sólo por la implementación de esta plataforma, sino también sobre cómo implementarla, ajustando la creación

y utilización de este enfoque a las necesidades de la población objetivo.

Expuesto lo anterior, Adamenko *et al.* (2022), por medio del análisis metodológico de la literatura, observaron el papel de las tecnologías de información, la neuropsicología y la educación física. Los resultados de esta investigación demostraron las ventajas del uso de las TICs a través del modelo de RV como un instrumento o medio con posibilidades para la corrección de procesos cognitivos, sensoriales, motivacionales y motores.

Finalmente, la participación de la realidad aumentada dentro de los campos afines de esta disciplina ha contribuido a la creación de nuevos métodos y modelos experimentales, tales como la Classification of Complex Emotions Using EEG and Virtual Environment: Proof of Concept and Therapeutic Implication de De Filippi *et al.* (2021), el cual en su metodología presentó el uso sincrónico del estudio de electroencefalograma (EEG) con la aplicación del contexto virtualizado multivariado, demostrando en sus resultados una discriminación del EEG en lo que respecta a la presencia de emociones discretas evocadas por medio del uso en paralelo de estimulación virtual.

Aplicación de algoritmos matemáticos

La neuropsicología se ha beneficiado directa e indirectamente con el desarrollo de otras ciencias, como son las referentes a las tecnologías de la información y la comunicación. Al respecto, Hahn *et al.* (2019), han conjugado la aplicación de la imagenología con el desarrollo y uso de algoritmos matemáticos con objeto de explorar una alternativa en la comprensión del conectoma humano durante el proceso del desarrollo de habilidades de comunicación. Los resultados alientan la comprensión de las correlaciones entre las células nerviosas y sus funciones específicas dentro de la actividad del lenguaje.

Un acercamiento similar fue llevado a cabo por Demirtas *et al.* (2017), donde los autores han ampliado el conocimiento de la conectividad funcional del cerebro, creando nuevos enfoques interpretativos computacionales; para este propósito se seleccionó una muestra de sujetos dentro del TEA. La metodología utilizada implicó el uso de estudio de gabinete como la resonancia magnética (RM), un modelo computacional (cerebro-computacional), y la evaluación neuropsicológica de corte cognitivo. En esta misma línea, Piccinini *et al.* (2022) trabajaron sobre la comprensión de la función cognitiva y el comportamiento, demostrándose la correlación entre estas por medio de dinámicas complejas de algoritmos espaciotemporales dentro del encéfalo; el procedimiento de este estudio se caracterizó por la aplicación de una simulación computacional con precisión biofísica.

Softwares en la Neuropsicología

Roca-Ventura *et al.* (2024) plantean sus preocupaciones acerca del progresivo aumento de edad en la población a nivel general, haciendo hincapié en los síndromes neurológicos como la demencia. Estos autores proponen el Guttman memoria Cognitest®, un software creado para smartphones y otros dispositivos móviles que evalúa funciones ejecutivas y habilidades visoespaciales.

Para su investigación, utilizaron una muestra de 201 sujetos (grupo A) en edad media para la aplicación de la primera versión del software. Por otro lado, se usaron 132 sujetos (grupo B) para una versión más actualizada, con nuevos tutoriales y cuadros de práctica. Esta última versión también fue validada en una muestra de adultos mayores (grupo C). Los resultados mostraron una fiabilidad, usabilidad y aceptabilidad dentro de los tres grupos referidos.

Además de esto, la atención a las necesidades específicas de pacientes aquejados por afectaciones neuropsicológicas ha contribuido al desarrollo de softwares en diversas plataformas. Brurok *et al.* (2022), llevaron a cabo una serie de entrevistas a sujetos con diagnóstico de trastorno depresivo mayor, con el objetivo de recabar información acerca de las dificultades cognitivas presentes en esta población; posteriormente, se llevó a cabo el diseño y creación de un software enfocado a las necesidades reportadas. Los resultados obtenidos muestran que aplicar elementos de psicoeducación, estrategias compensatorias, además de la motivación y la aceptación de las dificultades cognitivas experimentadas son puntos clave en lo concerniente a las necesidades de esta población.

Al término del desarrollo del software, fue necesario implementar entrevistas cualitativas con personas adultas que padecieron depresión, así como con psicólogos para una ulterior retroalimentación.

Entrenamiento en el uso de las TICs y la Neuropsicología

El alcance del uso de las TICs no solo se caracteriza por el diseño y aplicación de softwares a los procesos de rehabilitación y diagnóstico neuropsicológico. Djabelkhir *et al.*, (2017) presentaron una metodología de estimulación cognitiva, la Cognitive compromise que consiste en el aprendizaje en el uso de tecnologías, la cual hoy en día ocupa un lugar dentro de los programas de intervención cognitiva. Los resultados demostraron una mejoría en pacientes con deterioro cognitivo leve en cuanto a la esfera psicosocial (motivación, autoestima, autoeficacia y aceptación de las TICs y cognitivas (control inhibitorio y flexibilidad mental, recuerdo libre y tiempo de ejecución de las tareas).

Por otra parte, las conclusiones de Vaccaro *et al.* (2022) no avalan la hipótesis sobre las mejoras cognitivas esperadas. Los autores llevaron a cabo una evaluación

preintervención y postintervención, utilizando instrumentos como las pruebas de la escala de Wechsler y la prueba de stroop color y Word Test. Para propósitos de este estudio se llevó a cabo un ensayo aleatorizado controlado con tres vertientes:

1. El grupo con intervención, que llevarían un taller sobre el uso de redes sociales.
2. El grupo de control activo, que llevarían un taller de enseñanza de estilos de vida.
3. El grupo de espera.

Al respecto, se notificó que, de una población de 180 sujetos, 144 lograron entrar al estudio y finalmente solo 115 lograron culminar todas las etapas del experimento. Si bien los objetivos eran evaluar la eficacia del entrenamiento en redes sociales para mejorar el rendimiento cognitivo en personas mayores sanas y explorar la influencia de los rasgos de personalidad sobre dicho adiestramiento, no se encontraron mejoras cognitivas significativas en el grupo de tratamiento contra los del grupo control.

Por otro lado, a través del programa REKINDEL+50, Ferreira-Santos (2022) abordó los aspectos neuropsicológicos y emocionales en una muestra de sujetos bajo un entrenamiento en el uso de las TICs. La muestra estuvo conformada por adultos mayores a 50 años, profesionalmente activos en el ámbito de la educación (educador); los instrumentos utilizados para este estudio fueron Trail Making Test (TMT), INECO Frontal Screening (IFS), Computerized version of the Iowa Gambling Test (IGT), Hospital Anxiety and Depression Scales (HADS), y Teacher Job Satisfaction Questionnaire (TJSQ).

Los resultados encontrados dentro de esta población normo típica no avalan cambios significativos en las puntuaciones de las evaluaciones neuropsicológicas. Sin embargo, los autores señalan un incremento en la satisfacción dentro del trabajo.

Uso de tabletas, teléfonos y videojuegos en la neuropsicología

En la diversidad tecnológica, la ejecución de un software en diversos gadgets es una práctica común. Ro *et al.* (2023) analizaron las diferencias en el uso de tales artefactos por medio del estudio comparativo de un grupo control y un grupo experimental dentro de un programa de rehabilitación. El grupo experimental llevó a cabo una serie de sesiones utilizando el software HAPPY TABLE.

En cuanto al grupo control, este ejecutó acciones de un programa de rehabilitación neuropsicológica de corte tradicional. Para la comparación de ambos grupos se realizaron evaluaciones pre-intervención y post-intervención, evaluándose las funciones ejecutivas a través del uso de Color-Word Stroop Test (CWST) y Controlled Oral Word Association Test (COWAT). La

memoria fue evaluada con el uso de The Verbal Learning Test (VLT) y La figura compleja de Rey. Los resultados obtenidos mostraron cambios positivos para ambos grupos, sin embargo, se reportó un mayor beneficio en la función de la memoria en cuanto a los resultados del grupo experimental.

Finalmente, se puede afirmar que los juegos de video presentan una oportunidad dentro del estudio de las funciones cognitivas. Chicchi *et al.* (2018) han llevado a cabo un trabajo exploratorio con Serious Game (SG), desarrollando el videojuego "Expanse", cuyo objetivo fue comparar el rendimiento de los participantes en esta plataforma (tiempo de latencia, respuestas correctas) con aquellos obtenidos por métodos de una evaluación de corte tradicional. Para ello se desarrollaron ocho juegos, cada uno con el propósito de evaluar tareas estandarizadas: Go/NoGo, test de stroop, prueba de unión de puntos, TMT, WCST, torre de Londres-Drexler. Los resultados demostraron que los videojuegos pueden ser útiles para la evaluación del comportamiento cognitivo, esto debido a las ventajas en el uso de contextos ecológicos simulados, lo cual permitió evaluar las actividades de los participantes de una manera más realista. Este tipo de plataforma permite una mayor simulación de actividades del mundo cotidiano, lo cual implica una diversificación de metas para los participantes, a la vez que se exige de estos una mayor planeación y flexibilidad cognitiva en la solución de problemas.

Avances de las TICs y temas relacionados a la neuropsicología

La integración de las TICs a la práctica clínica neuropsicológica conlleva a debates más allá de su viabilidad. Olguín-Rojas y Grez-Gaete (2022) aconsejan que es necesario estudiar y seleccionar las tecnologías más adecuadas respecto a la población objeto de rehabilitación o diagnóstico, ello apoyado del trabajo de profesionales y personal capacitado para ello. Estos autores alientan la integración del conocimiento de las tecnologías de apoyo (TA) y TICs en los programas de estudios universitarios.

Aunado a ello, las discusiones en cuanto al uso de estas tecnologías exploran espacios más allá de la formación universitaria. Kearns y Kelly, (2023) desarrollaron un debate sobre la aplicación de las TICs en los procesos de rehabilitación de sujetos diagnosticados con afasia. Su trabajo (en el cual se solicitaron 15 terapeutas del lenguaje dentro de la república de Irlanda para formar 4 grupos de discusión), hizo hincapié en la indagación sobre las opiniones de los profesionales en cuanto al uso de estas tecnologías a la práctica clínica, y los resultados de este estudio

detallaron que los principales obstáculos para el uso de estos son:

1. Las dificultades en la falta de guía en el uso de las TICs.
2. Costes y falta de infraestructura.
3. Falta de capacitación en el uso de TICs.
4. Idoneidad del instrumento y el dominio de TICs en pacientes afectados.

Además, dentro de los grupos de discusión emergieron las posibilidades de estos instrumentos tales como la generación de comunicación alternativa comunicativa (AAC por sus siglas en inglés), así como las posibilidades de personalización de estas tecnologías a las necesidades de los pacientes.

El uso de estos avances no solo se ha caracterizado por el desarrollo y aplicabilidad de softwares o aplicaciones. Calvo *et al.* (2019) en su revisión bibliométrica señalan los beneficios del uso de TICs en personas en situación de calle dentro de los contextos de Estados Unidos y la Unión Europea. Dichas ventajas van desde el bienestar psicológico, las redes de apoyo a través de las redes sociales, hasta una mejoría en la adherencia a los tratamientos de los trastornos mentales.

Finalmente, Huggins *et al.* (2017) abordan las posibilidades del empleo de interfaces cerebro-computadora en pacientes con desórdenes de conciencia a través del uso de mapas electroencefalográficos y potenciales evocados, permitiendo de esta manera conocer el estado de las funciones cognitivas en pacientes en coma. Dentro del taller, los autores detallaron la posible aplicación de este sistema para la comunicación con los pacientes en estado vegetativo. Entre las discusiones encontradas, las interfaces cerebro-computadora especializadas en el reconocimiento de imágenes motoras cerebrales han arrojado resultados positivos en la rehabilitación de infartos cerebrales, debido a la capacidad de detectar la imagen y activar una prótesis por medio de estimulación eléctrica.

Conclusión

Las TICs se están incorporando al área de la salud como una alternativa de mejora en la evaluación y rehabilitación para gran diversidad de pacientes, modificando tanto el trabajo clínico como la relación terapeuta paciente (Soto-Pérez *et al.*, 2010). Al respecto, la presente revisión narrativa hace evidente la existencia de una gran heterogeneidad de líneas de investigación, metodologías y resultados en cuanto al uso de las TICs y su aplicabilidad a la práctica clínica e investigativa neuropsicológica.

En primer lugar, la realidad virtual, la cual hace referencia a la creación de ambientes por medio del

ordenador que pueden evaluar actividades cotidianas al evocar sensaciones y emociones en tiempo real (Arroyo-Anlló *et al.*, 2012), ha tenido un aumento en cuanto a la producción de literatura científica e investigación, esto debido los avances en desarrollo tecnológico y reducción de costos (Seivane y Brenlla, 2022) así como las ventajas que otorgan en diversos tratamientos (Becerra *et al.*, 2019), tal como indicaron las investigaciones de Benoit *et al.* (2005) y García-Betances *et al.* (2015). Sin embargo, todavía faltan estudios de calidad que puedan demostrar resultados concluyentes (Vilageliu-Jordà *et al.*, 2022).

En cuanto a los algoritmos y software, puede observarse una creciente tendencia en el uso de herramientas computacionales en la evaluación, rehabilitación y terapia neuropsicológicas (Calderón y Alveiro, 2009). Esto es visible en trabajos como el de Brurok *et al.* (2022), Demirtas *et al.* (2017), Hahn *et al.* (2019), Piccinini *et al.* (2022) y Roca-Ventura *et al.* (2024).

Por otra parte, se puede afirmar que en los últimos años se ha aumentado el uso de softwares para el entrenamiento cognitivo tanto de pacientes con algún daño cerebral como para adultos mayores sanos (García-Guerrero, 2016). Sin embargo, la presente revisión encontró resultados mixtos, pues mientras que Djabelkhir *et al.*, (2017) reportaron mejorías en pacientes con deterioro cognitivo, Ferreira-Santos (2022) y Vaccaro *et al.* (2022) no encontraron cambios significativos en sus respectivas intervenciones. En cuanto al uso de distintos dispositivos, si bien las funciones principales de tablets, teléfonos y videojuegos no están en principio relacionadas con el campo de la salud (Sastre, 2020), estos pueden utilizarse para la rehabilitación neuropsicológica, como lo demostraron Chicchi *et al.* (2018) y Ro *et al.* (2023).

Los resultados recabados no son concluyentes en ningún ámbito y actualmente atraviesan de un periodo de investigación exploratoria a comparativa a nivel general. Los resultados contradictorios puntualizan la falta de diseño de protocolos, así como la diversificación de estudios en diversas poblaciones con afectaciones neuropsicológicas diversas.

Sin embargo, ha de hacerse hincapié en las premisas del uso de estas tecnologías, autores como Kearns y Kelly (2023), Olguín-Rojas y Grez-Gaete (2022), Brurok *et al.* (2022), y Fridhi *et al.* (2018), han comenzado a abrir paso en tanto al diseño de softwares como en la integración de estos a la práctica clínica neuropsicológica.

Finalmente, a la fecha, la neuropsicología en México presenta un acercamiento escaso o nulo a la actualización de herramientas de diagnóstico y rehabilitación neuropsicológica apoyadas en las TICs.

Referencias

- Bolaños, F. (2014). El grupo de "Apoyo emocional al desempleo" en hombres: resultados de investigación. En Figueroa J. G. (Ed.), *Políticas públicas y la experiencia de ser hombre. Paternidad, espacios laborales, salud y educación*. México, D. F.: Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales de El Colegio de México.
- Adamenko, O., Shevchenko, O., Babuk, S., Osipov, A., Melnik, A., & Sikorska, L. (2022). Innovative Technologies in Physical Education: Neuropsychological Aspect. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 13(1), 22-36. <https://doi.org/10.18662/brain/13.1Sup1/300>
- Arroyo-Anlló, E., Díaz-Marta, J. & Chamorro, J. (2012). Técnicas de rehabilitación neuropsicológica en demencias: hacia la ciber-rehabilitación neuropsicológica. *Pensamiento Psicológico*, 10(1), 107-127. <http://www.scielo.org.co/pdf/pepsi/v10n1/v10n1a08.pdf>
- Azcoaga, J. E., Derman, B. E., & Iglesias, P. A. (1997). *Alteraciones del aprendizaje escolar. Diagnóstico, fisiopatología y tratamiento*. Buenos Aires: Paidós.
- Bauselas, E. (2006). La neuropsicología de A. R. Luria: coetáneos y continuadores de su legado. *Revista de Historia de la Psicología*, 27(4), 79-92. https://journals.copmadrid.org/historia/archivos/fichero_salida20_210910142155916000.pdf
- Barrios, C. S. (2020). Neurorrehabilitación y nuevas tecnologías. *Revista Iberoamericana de Neuropsicología*, 3(2), 157-170. <http://neuropsychologylearning.com>
- Becerra, J., Peñaloza, M., Rodríguez, J., Chacón, G., Martínez, J., Saquipay, H., Castañeda, D., Pesantez, X., Salazar, J., Añez, R. & Bermúdez, V. (2019). La realidad virtual como herramienta en el proceso de aprendizaje del cerebro. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(2), 98-107. https://www.revistaavft.com/images/revistas/2019/avft_2_2019/7la_realidad_virtual_como_herramienta.pdf
- Beltrán, C. (2009). Desde el nacimiento de la Neuropsicología hasta la obra de A. R. Luria. *MedUNAB*, 12(3), 113-115. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/04/1007315/22-nacimiento-neuropsicologia.pdf>
- Benoit, M., Guerchouche, R., Petit, P.-D., Chapoulie, E., Manera, V., Chaurasia, G., Drettakis, G. & Robert, P. (2015). Is it possible to use highly realistic virtual reality in the elderly? A feasibility study with image-based rendering. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 2015(11), 557-563. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4357614/pdf/ndt-11-557.pdf>
- Brurak Myklebust, S., Myklebust Amundsen, O., W. A. Geraghty, A., Inal, Y., Hammar, A. & Nordgreen, T.. (2022). Developing an internet delivered intervention targeting residual cognitive symptoms after major depressive disorder: a person-based approach. *Journal of Mental Health*, 31(6), 842-850 <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09638237.2021.2022618>
- Calderón, L. & Alveiro, D. (2009). La práctica neuropsicológica asistida por computadora: Un escenario para el diálogo interdisciplinario entre la tecnología y las neurociencias. *CES Psicología*, 2(1), 79-90. <https://www.redalyc.org/pdf/4235/423539414007.pdf>
- Calvo, F., Carbonell, X., & Johnsen, S. (2019). Information and communication technologies, e-Health and homelessness: A bibliometric review. *Cogent Psychology*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/23311908.2019.1631583>
- Chicchì Giglioli, IA., de Juan Ripoll, C., Parra, E., & Alcañiz Raya, M. (2018). EXPANSE: A novel narrative serious game for the behavioral assessment of cognitive abilities. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206925>
- De Filippi, E., Wolter, M., R P Melo, B., Tierra-Criollo C. J., Bortolini, T., Deco, G., & Moll, J. (2021). Classification of Complex Emotions Using EEG and Virtual Environment: Proof of Concept and Therapeutic Implication. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15(711279),1-14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.711279>
- Demirtaş M., Falcond, C., Tucholkad, A., Gispertd, J. D., Molinuevod, J. L., & Deco, G.(2017). A whole-brain computational modeling approach to explain the alterations in resting-state functional connectivity during progression of Alzheimer's disease. *NeuroImage*, 16(2017), 343-354. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.08.006>
- Díaz, A., Navarro, M. & Villa, M. (2023). *1. 25 años de la Asociación Mexicana de Neuropsicología*. En Téllez, M., Hernández, A. & Villa, M. (coords.), *Asociación Mexicana de Neuropsicología 25 años de práctica clínica e investigación* (29-41). <https://libros.uaem.mx/archivos/epub/amn25/amn25.pdf>
- Djabelkhir, L., Wu, Y., Vidal, J., Cristancho Lacroix, V., Marlats, F., Lenoir, H., Carno A., & Rigaud, A. S. (2017) Computerized cognitive stimulation and engagement programs in older adults with mild cognitive impairment: comparing feasibility, acceptability, and cognitive and psychosocial effects. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 1967-1975. <https://www.dovepress.com/getfile.php?fileID=39382>
- Fernández, E., Fernández, Y. & Crespo, M. (2020). Integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la intervención neuropsicológica. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 31(3). <https://www.redalyc.org/journal/3776/377665638015/html/>
- Ferreira-Santos, F. (2022). Neuropsychological and affective assessment of teachers over 50 years old before and after an ICT-focused training program: Improved job satisfaction and links with affective factors. *Revista Portuguesa de Educação*, 35(1), 471-490. <http://doi.org/10.21814/rpe.21925>
- Fonseca- Aguilar, P., Olabarrieta Landa, L., Rivera, D., Aguayo Arellis, A., Ortiz Jiménez, X. A., Rabago Barajas, B. V., Rodríguez Agudelo, Y., Álvarez, E., & Arango-Lasprilla, J. C. (2015). Situación actual de la práctica profesional de la neuropsicología en México. *Psicología desde el Caribe*, 32 (3). <http://dx.doi.org/10.14482/psdc.32.3.7896>
- Fridhi, A., Benzarti, F., Frihida, A. & Amiri, H. (2018). Application of Virtual Reality and Augmented Reality in Psychiatry and Neuropsychology, in Particular in the Case of Autistic Spectrum Disorder (ASD). *Neurophysiology*, 50(3). <https://doi.org/10.1080/2326263X.2016.1275488>
- García-Betances, R. I., Jiménez-Mixco, V., Arredondo, M. T., & Cabrera-Umpiérrez, M. F.(2015). Using Virtual Reality for Cognitive Training of the Elderly. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 30(1), 49-54. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1533317514545866>
- García-Guerrero, C. (2016). Utilidad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Rehabilitación Neuropsicológica. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 16(1), 243-273. https://www.researchgate.net/publication/305905111_Utilidad_de_las_Tecnologias_de_la_Informacion_y_la_Comunicacion_en_la_Rehabilitacion_Neuropsicologica
- Hahn, G., A. Skeide, M., Mantini, D., Ganzetti, M., Destexhe, A., D. Friederici, A., & Deco, G. (2019). A new computational approach to estimate whole-brain effective connectivity from functional and structural MRI, applied to language development. *Scientific Reports* 9(8479). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44909-6>
- Huggins, J., Guger, C., Ziat, M., O Zander, T., Taylor, D., Tangermann, M., Soria-Frisch, A., Simeral, J., Scherer, R., Rupp, R., Ruffini, G., Robinson, D., Ramsey, N., Nijholt, A., Müller Putz, G., McFarland, D., Mattia, D., Lance, B., Kindermans, P., Iturrate, I., Herff, C., Gupta, D., Do, A., Collinger, J., Chavarriaga, R., Chase, S., Bleichner, M., Batista, A.,

- Anderson, C., & Aarnoutse, E. (2017) Workshops of the Sixth International Brain–Computer Interface Meeting: brain–computer interfaces past, present, and future. *Brain-Computer Interface*, 4(1-2), 3-36. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2326263X.2016.1275488>
- Kearns, A. & Kelly, H. (2023). ICT usage in aphasia rehabilitation – beliefs, biases, and influencing factors from the perspectives of speech and language therapists. *Aphasiology*, 37(3), 456–478. <https://doi.org/10.1080/02687038.2022.2030462>
- León-Carrión, J. (1995). *Manual de neuropsicología humana*. Siglo XXI de España Editores.
- Luria, A. R. (2019). *Las funciones corticales superiores del hombre*. Fontamara.
- Mueller, S. & Piper, B. (2014). The psychology experiment building language (PEBL) and PEBL test battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 222, 250–259. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.10.024>
- Muñoz-Olano, J. F., Torres-Villate, M. N., & Zavala-Fonseca, Y. A. (2021). Validación de experimentos cognitivos con PEBL y Wundt's Lab. *Psicología desde el Caribe*, 38(3), 1-36. <https://www.redalyc.org/journal/213/21371324004/html/>
- Olguín-Rojas, P. & Grez-Gaete, O. (2022). Between clicks and bits: assistive technologies in neuropsychological intervention (Entre clics y bits: tecnologías de apoyo en la intervención neuropsicológica). *Studies in Psychology / Estudios en Psicología*, 43(1), 191–205. <https://doi.org/10.1080/02109395.2021.2017635>
- Ostrosky-Solís, F., Matute, E., (2009). La neuropsicología en México. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 9(2), 85-98. <http://revistaneuociencias.com/index.php/RNNN/article/download/4/89/74/105>
- Ostrosky, F., Gómez, M., Matute, E., Roselli, M., Ardila, A., & Pineda, D. (2019). *Neuropsi atención y memoria*. (3 ed.). Manual Moderno.
- Ostrosky, F., Lozano Gutiérrez, A., & González Osornio, M. G. (2023). *Batería Neuropsicológica Computarizada de Tamizaje-BNCT*. Manual Moderno.
- Peña, J. & Pérez, M. (1985). La neuropsicología de Vigotsky y Luria: el cerebro lesionado. *Anuario de Psicología*, 33(2), 29-42. <https://core.ac.uk/download/pdf/78526805.pdf>
- Piccinini, J., Deco, G., Kringelbach, M., Laufs, H., Sanz Perl & Tagliazucchi, E. (2022). Data-driven discovery of canonical large-scale brain dynamics. *Cerebral Cortex Communications*, 3(4), 1-12. <https://doi.org/10.1093/texcom/tqac045>
- Piper, B., Li, V., Eiwaz, M., Kobel, Y., Benice, T., Chu, A., Olsen, R., Rice, D., Gray, H. & Mueller, S.T. (2012). Executive function on the psychology experiment building language tests. *Behavior Research Methods*, 44, 110–123. <https://link.springer.com/article/10.3758/s13428-011-0096-6>
- Piper, B., Mueller, S., Geerken, A., Dixon, K, Krolczak, G., Olsen, R. & Miller, J. (2015). Reliability and validity of neurobehavioral function on the psychology experimental building language test battery in young adults. *PeerJ*, 3(1460), 1-26. <https://peerj.com/articles/1460/>
- Reigosa, C. (2008). *Aproximación cognoscitiva: fundamentos teóricos-metodológicos*. Neurociencias Magisterio.
- Ro, D., Lee, J., Lee, G., Shin, S. & Kim, Y. (2023). Effect of interactive multitouch game-based cognitive intervention on cognitive function in older adults: A randomized controlled trial. *Digital Health*, 9, 1–11. <https://doi.org/10.1177/20552076231176648>
- Roca-Ventura, A., Solana-Sánchez, J., Heras, E., Anglada, M., Missé, J., Ulloa, E., García-Molina, A., Opisso, E., Bartrés-Faz, D., Pascual-Leone, A., Tormos-Muñoz, J. & Cattaneo, G. (2024). "Guttmann Cognitest@," a digital solution for assessing cognitive performance in adult population: A feasibility and usability pilot study. *Digital Health*, 19, 1-14. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/20552076231224246>
- Sanz-Martin, A. Guma-Díaz, E. Guevara, M. & Hernández-González, M. (2014). MemPavox: Prueba Computarizada para Evaluar la Memoria de Trabajo Visual – Verbal. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 35(1), 81-92. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-95322014000100009&script=sci_abstract
- Sastre, C. (2020). Neurorrehabilitación y nuevas tecnologías. *Revista Iberoamericana de Neuropsicología*, 3(2), 157-170. <https://neuropsychologylearning.com/wp-content/uploads/pdf/pdf-revista-vol3/vol3-n2-3.pdf>
- Seivane, M. & Brenlla, M. (2022). Aplicaciones de la realidad virtual al campo de la evaluación psicológica: una revisión sistemática. *Revista de Psicología, Ciències de l'Eduació i de l'Esport*, 40(2), 21-31. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/15534/1/aplicaciones-realidad-virtual-campo.pdf>
- Soto-Pérez, F., Franco, M. & Jiménez, F. (2010). Tecnologías y neuropsicología: Hacia una Ciber - Neuropsicología. *Cuadernos de neuropsicología*, 4(2), 112-130. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cnps/v4n2/a03.pdf>
- Tominari, M., Uozumi, R., Becker, C. & Kinoshita, A. (2021). Reminiscence therapy using virtual reality technology affects cognitive function and subjective well-being in older adults with dementia. *Cogent Psychology*, 8(1), 1-20. <https://doi.org/10.1080/23311908.2021.1968991>
- Vaccaro, R., Abbondanza, S., Rolandi, E., Casanova, G., Pettinato, L., Colombo, M. & Guaita, A. (2022). Effect of a Social Networking Site Training on Cognitive Performance in Healthy Older People and Role of Personality Traits. Results from the Randomized Controlled Trial Ageing in a Networked Society Social Experiment (ANS-SE) Study. *Experimental Aging Research*, 48(4), 311-327. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0361073X.2021.1982351>
- Vilageliu-Jordà, È., Enseñat-Cantalops, A. & García-Molina, A. (2022). Uso de la realidad virtual inmersiva en la rehabilitación cognitiva de pacientes con daño cerebral. Revisión sistemática. *Revista de Neurología*, 74(10), 331-339. <https://neurologia.com/articulo/2022034>