

Integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la intervención neuropsicológica

Integration of information and communication technologies into neuropsychological interventions

Elizabeth Fernández Martínez^{1,3*} <https://orcid.org/0000-0003-4578-0672>

Yelegny Fernández Castro² <https://orcid.org/0000-0003-2594-7033>

Mercedes Caridad Crespo Moinelo³ <https://orcid.org/0000-0002-9664-8738>

¹Universidad de La Habana, Facultad de Psicología. La Habana, Cuba.

²Banco Metropolitano. La Habana, Cuba.

³Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN). Clínica de Lesiones Estáticas Encefálicas del Adulto. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: elizabethfdez@infomed.sld.cu;

efernandez@neuro.ciren.cu

RESUMEN

El objetivo del presente artículo fue ofrecer una visión actualizada del uso de las tecnologías de la información y la comunicación en la intervención neuropsicológica de pacientes con daño cerebral. Para esto se realizó la revisión de la literatura publicada sin límite de fecha y hasta junio del año 2019, en las bases de datos MedLine, Embase, Hinari, Lilacs y SciELO, y se consideró la experiencia profesional de los autores en el tema. Las principales tecnologías de la información y la comunicación que se utilizan en la actualidad en la evaluación neuropsicológica y la rehabilitación de los procesos cognitivos en esta población son los *softwares*, la telerrehabilitación, la realidad virtual, los teléfonos inteligentes, las apps móviles y los videojuegos. Estas tecnologías se han empleado en el tratamiento de diferentes funciones cognitivas (atención, memoria, funciones ejecutivas, habilidades visoespaciales, lenguaje, entre otros) y en diferentes tipos de patologías (traumatismos craneoencefálicos, demencias, ictus, epilepsia, adultos mayores, etcétera). Uno de los retos para el futuro será la creación de tecnologías que demuestren su eficacia en la reintegración

de estos pacientes a su vida cotidiana. En Cuba diversas instituciones han integrado la información y la comunicación a la investigación neuropsicológica y han confirmado su utilidad clínica.

Palabras clave: Neuropsicología; tecnologías de la información y la comunicación; tecnologías; rehabilitación cognitiva; daño cerebral.

ABSTRACT

The purpose of the study was to provide an updated view of the use of information and communication technologies in the neuropsychological intervention of brain damage patients. To achieve such an end, a review was conducted of the literature published on any date prior to June 2019 in the databases MEDLINE, EMBASE, HINARI, LILACS and SciELO. The authors' professional experience in the subject was taken into account. The main information and communication technologies in current use for the neuropsychological evaluation and rehabilitation of cognitive processes in this population are software, telerehabilitation, virtual reality, smart phones, mobile apps and video games. These technologies have been used to treat a variety of cognitive functions (attention, memory, executive functions, visual-spatial abilities and language, among others) and conditions (traumatic brain injury, dementias, stroke, epilepsy, elderly patients, etcetera). One of the challenges to be faced in the future will be the creation of technologies proving their effectiveness in the reincorporation of these patients to their daily activities. Several Cuban institutions have integrated information and communication technologies into neuropsychological research, confirming their clinical usefulness.

Key words: Neuropsychology; information and communication technologies; technologies; cognitive rehabilitation; brain damage.

Introducción

La incorporación progresiva de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el contexto de la salud está promoviendo un cambio profundo en la concepción y organización de los servicios que mejoran el proceso asistencial, la accesibilidad y la utilidad clínica en los diferentes espacios de actuación.^(1,2) Las tecnologías de la información y la comunicación facilitan el procesamiento, el almacenamiento y el intercambio tecnológico de la información.⁽³⁾ Dentro de las TIC se incluyen, entre otros, los ordenadores,

los videojuegos, internet y la realidad virtual. Estas herramientas generan múltiples desafíos para la ciencia y ofrecen nuevas posibilidades para todos, especialmente para aquellas personas con discapacidad asociada al daño en el funcionamiento cerebral, al potenciar tanto la recuperación como la reinserción social.^(4,5)

En la atención a la discapacidad asociada al daño cerebral, la integración de las ciencias de la información y la comunicación han permitido el avance de diversas disciplinas dentro del campo de las neurociencias en las últimas décadas; entre ellas podemos citar la Neurología, la Neurocirugía, la Neurofisiología, la Neuroquímica, la Neurobiología, la Neuroinformática, la Neuroeducación y la Neuropsicología, junto a otras ciencias que confluyen en un objetivo común: el estudio del cerebro.^(6,7,8)

Actualmente, la Neuropsicología es una de las disciplinas con mayor auge y desarrollo en el ámbito de las neurociencias. Se ocupa de estudiar y comprender la actividad psicológica en estrecha relación con el funcionamiento cerebral, en sus diferentes dimensiones y desde diversas vertientes teóricas y metodológicas. Ante la complejidad de la neuropsicología como ciencia, la información y la comunicación están íntimamente relacionadas. En la intervención neuropsicológica las TIC se integran como una herramienta muy valiosa en las áreas del diagnóstico, la prevención y la rehabilitación de las alteraciones cognitivas, emocionales y conductuales asociadas a las lesiones en el sistema nervioso.^(9,10)

Hoy en día se dispone de una gran cantidad de herramientas tecnológicas con características diversas que pueden ser utilizadas dentro del proceso de evaluación neuropsicológica, la rehabilitación cognitiva y las experiencias educativas, en la atención a personas con daño cerebral, tales como *software*, realidad virtual, apps móviles, videojuegos y otros.^(11,12,13) La Neuropsicología, tanto en Cuba como a nivel internacional, se encuentra en pleno auge.^(10,11,14,15) Como resultado de este desarrollo creciente en el empleo de las tecnologías, se espera que esto tenga un impacto en la formación de los futuros neuropsicólogos y profesionales de la rehabilitación.

El propósito del presente trabajo fue ofrecer una visión actualizada del uso de las tecnologías de la información y la comunicación en la intervención neuropsicológica de pacientes con daño cerebral. Se expone la reflexión de los autores en relación con la implementación de las TIC en la intervención neuropsicológica basada en nuestra experiencia clínica.

Métodos

Se realizó una revisión sistemática sin límite de fecha y hasta junio del año 2019, en idioma español e inglés, a través de búsquedas electrónicas y en bibliotecas de revistas médicas nacionales y extranjeras indexadas en las bases de datos MedLine, Embase, Hinari, Lilacs, y SciELO. Se incluyeron revisiones sistemáticas, metanálisis y estudios experimentales que emplearan en la evaluación o rehabilitación cognitiva las TIC en diferentes modalidades con resultados satisfactorios avalados mediante pruebas/escalas específicas validadas en el contexto de la Neuropsicología. Se consideraron además estudios que describieran experiencias educativas con personas que han sufrido daño cerebral en diferentes formas clínicas y la experiencia de los autores en la implementación de las TIC en sus espacios de actuación profesional. Además, se consultaron libros de textos con información relacionada con el tema. Se excluyeron los trabajos sin acceso al texto completo, los estudios que no presentaban en su diseño grupo control y los estudios de caso único. Se empleó la estrategia de búsqueda con vocabulario controlado basadas en las palabras clave: Neuropsicología, TIC, tecnología, rehabilitación cognitiva, daño cerebral. Se encontraron inicialmente un total de 59 trabajos de los cuales, una vez excluidos los inadecuados según los criterios preestablecidos, se seleccionaron 37 para el desarrollo del tema investigado.

Utilidad de las tecnologías de la información y la comunicación en la intervención neuropsicológica

Las aproximaciones interdisciplinarias entre diferentes áreas de las neurociencias, la Neuropsicología y la ingeniería computacional han posibilitado el ingreso de las TIC en los entornos de salud y educativos.^(12,13) Esta condición ha modificado las dinámicas de interacción al interior de múltiples instituciones que atienden a personas con discapacidad neurológica. Más allá de poner barreras que impidan o limiten su participación en los diversos escenarios, consideran que ellos tienen habilidades y fortalezas, y que pueden participar activamente en su proceso de recuperación y reintegración a la sociedad. De este modo, los avances tecnológicos pueden contribuir a potencializar de manera significativa las habilidades cognitivas en esta población.^(5,9,14,15)

Una característica frecuente en los pacientes afectados por el daño cerebral es la pérdida de la independencia y la autonomía en relación con el déficit del funcionamiento cognitivo, las

habilidades comunicativas y la capacidad para regular la conducta y las emociones.^(16,17,18) Estas alteraciones derivan en una situación de discapacidad, que afecta todas las esferas del ser humano, con la consiguiente sobrecarga de su entorno más próximo: habitualmente el sistema familiar. Así, el incremento del número de personas con deterioro en las funciones psicológicas superiores asociado al daño cerebral, fundamentalmente por dos grandes causas: el accidente cerebrovascular y el traumatismo craneoencefálico, representa en la actualidad una gran preocupación para especialistas de muchos países del mundo. Los pronósticos indican que hasta el año 2020 la enfermedad cerebrovascular y el traumatismo craneoencefálico se mantendrán entre las primeras causas de muerte en países desarrollados y en vías de desarrollo, con una tendencia similar en Cuba.⁽¹⁹⁾

En estas patologías se ha evaluado el impacto de la lesión cerebral sobre las funciones psicológicas superiores de estos pacientes. Se destaca una gran variedad de alteraciones: déficit atencional, trastornos de memoria, afectación en el funcionamiento ejecutivo, dificultades en las habilidades visoconstructivas, trastornos en la lectura (alexia), trastornos en la escritura (agrafia), y el deterioro o la pérdida de las funciones del lenguaje (afasia).^(18,20) Esta situación le plantea a la neuropsicología nuevos retos en el siglo XXI si consideramos que la repercusión de los déficits de origen neurológico es de diversos tipos: laboral, educativa, social, médica, económica, entre otros. Le compete a la Neuropsicología perfeccionar sus propios métodos y llegar en la evaluación neuropsicológica a determinar el impacto del funcionamiento cerebral en el ser humano en toda su dimensión para poder revertir la discapacidad que ocasionan estos trastornos.^(21,22) Teniendo en cuenta lo anterior, numerosos estudios tienen un fin interventivo, y el conocimiento tiene carácter de herramienta intelectual con la cual se puede transformar la realidad con acciones racionales para el logro de fines socialmente útiles.⁽²³⁾

En este sentido, el estudio y el tratamiento del deterioro de estas funciones mentales descritas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se incluyen dentro del campo de acción de la Neuropsicología. El modelo de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) permite comprender, desde un punto de vista práctico, las interacciones de las funciones cognitivas con las capacidades de realización de las tareas en el entorno real. La Organización Mundial de la Salud ha desarrollado esta clasificación para definir un idioma común que describe el impacto de las enfermedades en los diferentes niveles:⁽²⁴⁾

- Las "deficiencias" son problemas en las estructuras (anatómicas) corporales o en la función (fisiológica, incluye las psicológicas), así como en los síntomas y signos de las enfermedades, como alteraciones cognitivas, fatiga, debilidad muscular, etcétera.
- La "limitación en las actividades" –anteriormente conocida como "discapacidad" (OMS, 1980)– describe las dificultades que una persona puede tener para realizar las tareas diarias como el autocuidado, actividades básicas de la vida diaria, actividades cognitivas de ocio, entre otras.
- La "restricción en la participación" –anteriormente conocida como incapacidad (OMS, 1980)– se relaciona con los problemas experimentados por una persona en relación con la participación en las diferentes situaciones de la vida, como el empleo o las actividades sociales.

Los "factores contextuales" incluyen factores "ambientales", que abarcan el ambiente físico y social en el que las personas experimentan sus vidas. Los "factores personales" incluyen eficacia individual, estilo de afrontamiento, contexto social y educacional.

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación está facilitando no solo el desarrollo de programas terapéuticos, sino también el bienestar general y la comunicación social de las personas afectadas por la discapacidad neurológica.^(25, 26) Las TIC en el contexto de la intervención neuropsicológica proporcionan la flexibilidad y la eficacia, tanto en la investigación como en la práctica clínica. En ambas modalidades han abarcado la creación de sistemas automáticos de diagnóstico, terapia y comunicación, la arquitectura de registros médicos electrónicos u otros sistemas, programación e investigación; el desarrollo de sistemas de apoyo, el soporte de tecnologías de evaluación y el tratamiento de diferentes trastornos cognitivos; el desarrollo de dispositivos para minimizar la discapacidad; el procesamiento de señales (electroencefalografía), imágenes, telerrehabilitación, así como la comunicación médica basada en el web e Internet, entre otros. Así, las personas en condición de discapacidad están rodeadas de tecnología y también tienen una participación importante en el mundo de la virtualidad.^(1,27)

El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación en la evaluación y la rehabilitación neuropsicológica

Se puede afirmar que existe una tendencia cada vez mayor a emplear las tecnologías de la información y la comunicación en ámbitos propios de la Psicología en general y la

Neuropsicología en particular.^(1,28,29) Las intervenciones mediante las TIC están demostrando ser efectivas, las cuales se complementan con los métodos tradicionales. Hoy en día los sistemas computarizados –dotados de medios auxiliares de interfase de video, audio y animación– añaden objetividad, confiabilidad y rigor al proceso de diagnóstico y tratamiento, particularmente en el abordaje de las secuelas del daño cerebral.^(10,13,29,30)

La Neuropsicología ha centrado sus esfuerzos en dos direcciones: la primera encaminada a diseñar instrumentos de evaluación confiables que permitan caracterizar la dinámica de las funciones psicológicas superiores, tanto en la normalidad como en la patología, y diseñar programas de rehabilitación que permitan el restablecimiento de dichas funciones cuando resultan deterioradas por una lesión cerebral. Sin lugar a dudas, las últimas décadas han visto el surgimiento y la proliferación creciente de la automatización de la evaluación de las funciones cognitivas en general. La utilización de las herramientas de alta tecnología ha hecho posible la implementación de los modelos teóricos informacionales de la arquitectura cognitiva y, de este modo, la posibilidad de examinar funciones y capacidades humanas antes virtualmente inaccesibles, tanto a nivel de macroanálisis (simulación de contextos cuasi-ecológicos: los simuladores de vuelo, de conducción de autos, etc.), como a nivel de microanálisis (diseño de tareas cognitivas elementales y/o diseño de redes neurales) que reproducen la competencia de una función cognitiva humana.⁽²⁶⁾

Las prácticas neuropsicológicas computarizadas, particularmente la evaluación, se han integrado lentamente en la investigación y en el quehacer profesional desde la introducción de la computadora personal en la década de 1970, y ha traído consigo el desarrollo de versiones basadas en el computador de aquellas pruebas que hasta entonces solo podían realizarse mediante versiones electromecánicas y de lápiz y papel.⁽²⁶⁾ Su uso ofrece ventajas que tienen que ver con la aplicación de criterios rigurosos asociados al alto grado de control sobre la estructura de las pruebas, la disminución de errores asociados a la manipulación de variables por parte del terapeuta y su administración. Permite, además, realizar simultáneamente la evaluación neuropsicológica y el registro de correlatos neurofisiológicos de la actividad cerebral (potenciales evocados, flujo sanguíneo cerebral, entre otros). Finalmente, da la posibilidad de realizar medición de múltiples dimensiones de ejecución (latencia, fortaleza, control de respuesta) con un nivel de precisión mucho mayor del que puede tener un observador.^(21,25,31)

Existen numerosas versiones en soporte informático de pruebas neuropsicológicas que son comúnmente usadas. Entre las primeras baterías diseñadas en computadora para la

evaluación de pacientes se encuentran la Prueba de Vocabulario Gráfico (*The Peabody Picture Vocabulary Test*) y la Prueba de Matrices Progresivas de Raven (*Raven's Coloured Progressive Matrices*) para la valoración de la capacidad de comprensión del lenguaje y la inteligencia no verbal respectivamente. Asimismo, la evaluación original de la prueba de inteligencia para adultos WAIS fue sistematizada usando la metodología original de presentación de estímulos y registro de respuestas. Las TIC permiten la ejecución de las pruebas neuropsicológicas a través de *software* y plataformas *en línea*. Más allá de las pruebas específicas, hace más de 40 años que se sostiene que los métodos diagnósticos basados en la combinación de datos pueden ser muy precisos, argumento que validaría la utilización de los medios informáticos en la evaluación neuropsicológica.⁽²⁶⁾

Entre los programas de evaluación neuropsicológica con soporte informático que mayormente se utilizan en la actualidad se encuentran: CogState, CAMCI (*Computer Assesment of Mild Cognitive impairment*), MicroCog, Cognifit, CANTAB y Mindstreams.^(5,26)

Vale la pena destacar que la Asociación Americana de Psicología (APA) presentó en el año 1986 las pautas para las pruebas y las interpretaciones basadas en el ordenador, con el objetivo de que la evaluación cumpla con los requisitos éticos, profesionales y técnicos esperados para cualquier instrumento científico.⁽²⁶⁾

Más allá de la valoración neuropsicológica mediante computadoras, también existen herramientas de tratamiento y rehabilitación, e incluso aparecen programas complejos de realidad virtual que pretenden desarrollar una rehabilitación con alto nivel de presencia.^(14,16,21) Las metas básicas de la intervención pueden resumirse entonces en los dos grandes objetivos de la rehabilitación neuropsicológica propuestos por *Wilson*: reducir las consecuencias de las deficiencias cognitivas en la vida diaria y disminuir el nivel en que estas deficiencias impiden el retorno exitoso del individuo a su funcionamiento social.⁽³¹⁾

La rehabilitación neuropsicológica es un área de la neuropsicología aplicada, que consiste en la intervención sobre los procesos cognitivos y afectivos alterados, mediante la aplicación de procedimientos y técnicas para potenciar un mejor nivel de procesamiento de información y una mayor adaptación funcional del paciente que ha tenido una enfermedad o un daño neurológico, de manera que asuma –de forma productiva e independiente– sus actividades de tipo laboral, académica, social y familiar,⁽³¹⁾ y constituye una de las intervenciones de mayor importancia en el tratamiento de las alteraciones de las funciones cognitivas (atención, memoria, percepción, orientación, aprendizaje verbal, cálculo).^(14,22)

Podemos decir, en relación con los programas de tratamiento, que la Neuropsicología y la tecnología se relacionan de manera más estrecha a partir de los años 70, época en la que aparecen los videojuegos y, posteriormente, la rehabilitación por medio de la computadora. En los años 80 se incrementó el uso de diversos *softwares* en ámbitos educativos, y la *American Psychiatric Association* (APA), en su división 40, diseñó un comité específico para estimar los beneficios de la tecnología, también en los procesos de rehabilitación neuropsicológica.⁽²⁶⁾

Las plataformas de entrenamiento cognitivo han mostrado su eficacia en la reducción del deterioro y la mejoría del funcionamiento cognitivo, tanto en personas sanas como discapacitadas. En la rehabilitación cognitiva (RC) se verifica la diseminación de productos que van desde programas simples, que actúan en el tratamiento de una única función y examinan interfaces semejantes a la práctica tradicional, hasta propuestas más sofisticadas, que se apoyan en tecnologías prometedoras como la realidad virtual.^(5,25) En neuropsicología las ventajas de los métodos automatizados estandarizados son evidentes porque:^(21,26)

- Gracias a ellos los criterios cronométricos pueden ser aplicados con absoluta confianza.
- No están sujetos a las variaciones propias de las diferencias entre evaluadores o del mismo evaluador en el curso del tiempo.
- Dentro de ciertos límites, pueden ser autoadministrados y/o administrados simultáneamente a un grupo de personas (despistaje masivo).
- La recogida de los datos no exige un personal altamente entrenado y se efectúa precisa e inmediatamente.
- El procesamiento de dichos datos puede ser también inmediato y realizarse así, dentro de una misma sesión, las modificaciones necesarias en cada caso.
- En general, y en el caso de niños en especial, los métodos computarizados garantizan un alto nivel de motivación.
- Los resultados de cada evaluación y de la evaluación general pueden ser comparados "en línea" con bases de datos normativas y brindar así la posibilidad de un diagnóstico inmediato.
- Facilitan los estudios "cross"-culturales, incluso mediante tele transmisión de los datos.

- Posibilitan su difusión y aplicación universal con escasas restricciones temporales, a través de las redes de comunicación.
- El alto grado de control sobre la estructura de las pruebas y su administración hace posible realizar simultáneamente la evaluación neuropsicológica y el registro de correlatos neurofisiológicos de la actividad cerebral (potenciales evocados, flujo sanguíneo cerebral, resonancia magnética nuclear, etcétera).

Teniendo en cuenta lo anterior, las TIC son herramientas valiosas y útiles. Posiblemente a medida que avance su incorporación se vayan produciendo cambios en la práctica y en la formación neuropsicológica. El desafío consiste en determinar los efectos que la incorporación de las TIC generen; prevenir posibles efectos no deseados y promover aquellos que sean beneficiosos.

Dentro de los productos comerciales disponibles en la red, la línea de productos de la PSSCogReHab es una de la más interesantes y completas, con módulos para las más diversas deficiencias. Utiliza recursos de multimedia como gráficos y sonidos y, en algunos de sus módulos, situaciones tridimensionales. Entre ellos se encuentran RehaCom y COGNIPLUS (rehabilitación de múltiples trastornos cognitivos); SMART BRAIN (Estimulación cognitiva y entrenamiento mental) y GRADIOR (entrenamiento cognitivo para la demencia –Lumosity). El producto fue diseñado por profesionales en las áreas de neurociencias y psicología del desarrollo, en la Universidad de Stanford. Es una plataforma tecnológica que puede ser utilizada por niños y adultos. Otros programas de entrenamiento cognitivo con soporte informático son CogniFit, NeuronUP®, Attention Game (AG), entre muchos otros.⁽⁵⁾

Entre las TIC más habituales actualmente utilizadas como parte de la rehabilitación neuropsicológica en pacientes con diversos déficits cognitivos también se encuentra la telerrehabilitación, consistente en un método de prestación de servicios de rehabilitación, cuyo objetivo es dar seguimiento al paciente a distancia y en tiempo real.⁽³²⁾ Mediante esta, el paciente puede interactuar con un profesional de la salud, ya sea por texto, voz o videoconferencia a través de tres tipos de herramientas: a) basada en imágenes como la videoconferencia, b) por medio de sensores y mediante la utilización de juegos virtuales.⁽³³⁾ La telerrehabilitación ha sido utilizada para ayudar a diferentes poblaciones de personas con daño cerebral (ej. ictus, demencias, etc.), ya sea para mejorar o para mantener su funcionamiento cognitivo.⁽³⁴⁾

Por otra parte, durante la última década la realidad virtual (RV) se ha comenzado a utilizar como parte de los programas de rehabilitación cognitiva con el objetivo de lograr que los pacientes practiquen de forma segura diferentes tipos de ejercicios cognitivos en ambientes virtuales, lo más parecido posible al mundo real. La RV es un entorno con apariencia real, pero simulado mediante un ordenador que permite al sujeto interactuar con diversos elementos virtuales. Dentro de las funciones cognitivas más comúnmente trabajadas mediante la RV están la memoria, la atención, la percepción y las funciones ejecutivas.^(11,25) Últimamente los teléfonos móviles, los videojuegos y las consolas personales incorporan la posibilidad de desarrollar trabajo neuropsicológico. La utilización de teléfonos inteligentes ha demostrado ser una estrategia compensatoria útil para mejorar los problemas que presentan los pacientes con alteraciones cognitivas.⁽³⁵⁾ Existen múltiples alternativas que han sido estudiadas para utilizar estos dispositivos en personas con alteraciones cognitivas. Los resultados y las experiencia indican que este tipo de dispositivos personales, e incluso los videojuegos que utilizan interfaces humano/máquina con alta usabilidad, se pueden constituir en herramientas útiles que pueden beneficiar a personas que sufren déficit neuropsicológicos.^(11,35)

Es así como el incremento en el uso de la tecnología ha sido significativo, al igual que las investigaciones en torno a la relación entre *software* y entrenamiento o rehabilitación cognitiva en diversas patologías.

En Cuba, el avance de las neurociencias ha contribuido al aumento de los conocimientos acerca del potencial de la reorganización cerebral y la capacidad de recuperación de las funciones perdidas a consecuencia del daño cerebral.^(13,14) No obstante, el incremento del número de personas con afectación cognitiva en los diferentes niveles de atención en nuestro sistema de salud convierte la existencia de métodos, tanto de diagnóstico como de rehabilitación neuropsicológica con el empleo de tecnologías de la información y la comunicación, en una necesidad emergente en nuestro contexto clínico y educativo.

En este sentido, entre los centros que han presentado un desarrollo continuo de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el contexto de la investigación científica se encuentra el Centro de Neurociencias de Cuba (CNEURO), el cual se ha destacado por la aplicación de la electrónica y la ingeniería al estudio del sistema nervioso humano. El CNEURO integra desde hace varias décadas a un grupo de especialistas que practican la Psicología y la Neuropsicología cognitiva, muy estrechamente vinculados a otras áreas de las neurociencias, tales como las neuroimágenes y la neurofisiología. Se

destacan en este sentido por una participación muy activa en la ejecución de proyectos de gran impacto social relacionados con discapacidades originadas por disfunción neural, donde los estudios neuropsicológicos con el empleo de tecnologías de la información y la comunicación juegan un rol fundamental.

Históricamente han implementado el uso de *software* para la Neuropsicología. Se diseñan y se ponen en práctica baterías de tareas computarizadas para evaluar y rehabilitar procesos cognitivos en niños, como por ejemplo, aquellos implicados en la adquisición de la lectura, considerando que estos trastornos son una de las causas importantes de los trastornos del aprendizaje. Un proyecto muy valioso lo constituye el desarrollo de la batería automática de pesquisaje de neurodesarrollo infantil (OptimA), el diseño de *software* para la evaluación neuropsicológica en adultos que se inició con el DIANA, el sistema automatizado conocido inicialmente por el nombre comercial de MINTRACER y que en la actualidad se comercializa como *Neuronic Estimulador Cognitivo*, y el sistema de pesquisa de adultos mayores con trastornos en la neurocognición (Neuroger).⁽¹⁴⁾

En nuestra experiencia en el Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) hemos realizado la asimilación tecnológica de diversas técnicas de evaluación y rehabilitación cognitiva. Se destacan en esta última el uso de los programas automatizados Rehacom y el CogniPlus, con probada eficacia en la recuperación de pacientes con traumatismo encefálico, hipoxias y enfermedad cerebrovascular.^(13,36) En el área de rehabilitación del CIREN, los ambientes virtuales (Sistema BTS NIRVANA) comienzan a aparecer como una aplicación comprometida con el apoyo de procesos de recuperación de pacientes con diversos tipos de deficiencias cerebrales, con la posibilidad de incrementar el potencial de generalización.

Desafío de la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en la intervención neuropsicológica

En el contexto de la Neuropsicología los éxitos de la ciencia, en su alianza con las tecnologías de la información y la comunicación, son indudables. En la investigación científica el acercarse al estudio de los procesos mentales ha exigido que, desde la Neuropsicología, se haga uso de nuevos métodos que aporten más y mejor información. En su búsqueda por explicar la conducta en relación con la actividad cerebral, esta ciencia adquiere solidez, en tanto accede a metodologías más precisas de investigación. De tal manera, en el

contexto de la Neuropsicología en particular, ante el vertiginoso avance de la tecnología, consideramos que las personas con daño cerebral pueden beneficiarse de las TIC para mejorar su funcionamiento psicosocial.⁽²⁵⁾

Sin embargo, en el ámbito de la investigación relacionada se requiere de mayor objetividad y rigor científico. Los estudios encontrados en relación con los programas de evaluación y rehabilitación neuropsicológicas describen gran variabilidad en las técnicas utilizadas, el tiempo de duración de la terapia y de sus efectos, la intensidad del tratamiento, el diseño de los estudios y las herramientas para evaluar la eficacia de las intervenciones.^(5,9,14,21)

En relación con el empleo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación surgen interrogantes y críticas. ¿Puede la metodología de la investigación en la Neuropsicología registrar con objetividad la evaluación y el efecto de las TIC en la recuperación del funcionamiento de los procesos cognitivos en toda su dimensión y complejidad, incluyendo la generalización en la vida cotidiana? ¿Pueden los métodos empleados neutralizar la subjetividad del investigador? ¿Cómo garantizar entonces la validez del conocimiento investigado? ¿Cómo asumir el empleo de las TIC comprometidas con valores? ¿Cuáles son las bases teóricas que sustentan nuestros programas de estimulación basados en las TIC? ¿Cómo garantizar la educación científica y tecnológica en el contexto de la formación profesional?

La búsqueda de respuestas con criterio científico a estas interrogantes no es una tarea concluida, es una prioridad dentro del contexto de la Neuropsicología tanto en Cuba como en el ámbito internacional.

Conclusiones

El avance y la generalización de las tecnologías de la información y la comunicación en el contexto de las neurociencias han permitido plantear nuevas áreas de aplicación, como es el caso de la evaluación y la rehabilitación neuropsicológica de múltiples trastornos cognitivos, entre los que se destacan la memoria, la atención, la percepción y las funciones ejecutivas, entre otras. Con estas intervenciones se incrementan las posibilidades de lograr el beneficio óptimo en relación con el déficit neurológico.

La introducción de las TIC en la intervención neuropsicológica resulta muy útil para la práctica clínica. Sus posibilidades interactivas y la multimedia permiten la incorporación de un gran número de pacientes al tratamiento con una buena motivación, independientemente de las múltiples limitaciones motoras y sensoriales provocadas por la lesión neurológica. El

soporte informático permite que estos sistemas constituyan programas de tratamiento con adecuada flexibilidad, sencillez, disponibilidad, dinámica y objetividad, con una mayor precisión de los registros, lo que aumenta la calidad de la estimulación. Sus efectos negativos son mínimos en relación con los beneficios que reporta. No obstante, uno de los retos para el futuro es que el empleo de las TIC en la intervención neuropsicológica demuestre su eficacia en la reintegración de estos pacientes a su vida cotidiana.

En nuestra opinión, en Cuba la Neuropsicología se encuentra en pleno desarrollo, y diversas instituciones han reportado resultados satisfactorios en la incorporación de las TIC en la intervención neuropsicológica, entre las que se encuentran el Centro de Neurociencias y el Centro Internacional de Restauración Neurológica.

Hoy en día se dispone de una gran cantidad de herramientas tecnológicas con características diversas que pueden ser utilizadas dentro del proceso de intervención neuropsicológica, tales como *software*, realidad virtual, apps móviles, videojuegos, telerrehabilitación, entre otras. Consideramos esencial la aplicación de las TIC sustentada en modelos teóricos adecuados del funcionamiento cerebral y en una concepción ética conjunta con el uso de esas nuevas tecnologías. Así, en el contexto de la atención neuropsicológica el progreso en la ciencia y la tecnología adquieren un mayor valor en la medida en que estas contribuyen al cuidado de la salud y al bienestar del ser humano.

Referencias bibliográficas

1. Soto F, Franco M. Atención psicológica y tecnologías: oportunidades y conflictos. Rev Iberoam Psicol. 2019;1(3):114-24.
2. Aldana G, García L, Jacobo A. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como alternativa para la estimulación de los procesos cognitivos en la vejez. Rev Invest Educ. 2012 [acceso: 20/07/2020];(14):153-66. Disponible en: http://www.redalyc.org/pdf/2831/283121840_008.pdf
3. Núñez J. La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Editorial “Félix Varela”: La Habana; 1999.
4. León M, Pérez MT, Arce S, Benito J, Ezpeleta D. Evidencias actuales sobre la realidad virtual y su utilidad potencial en la neurorrehabilitación postictus. Rev Neurol. 2019;69:497-506. DOI: 10.33588/rn.6912. 2019148.

5. Restrepo AY, Lopera AM. Recursos informáticos y discapacidad intelectual: Aplicaciones en el contexto escolar. *Rev Iberoam Psicol.* 2018;11(3):71-80.
6. Ugarte A. Neurociencias y comunicación: el comienzo de una saludable amistad. *Rev Comunic Salud.* 2013;3(1):1-4.
7. Pradas S. La Neurotecnología Educativa. Claves del uso de la tecnología en el proceso de aprendizaje. *ReiDoCrea.* 2017;6(2):40-7.
8. Amaya JM, Giménez M, José I. Mente y cerebro en la neurociencia contemporánea. Una aproximación para su estudio interdisciplinario. *Scr Theol.* 2007;39(2):607-35.
9. García A, Tirapu J, Bombín I, Ríos M. Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (II): funciones ejecutivas, modificación de conducta y psicoterapia, y uso de nuevas tecnologías. *Rev Neurol.* 2010;51:733-44.
10. García-Molina A, Enseñat A. La rehabilitación neuropsicológica en el siglo XX. *Rev Neurol.* 2019;69:383-91.
11. García CE. Utilidad de las tecnologías de la información y la comunicación en la rehabilitación neuropsicológica. *Rev Neuropsicol, Neuropsiq Neuroc.* 2016;16(1):243-73.
12. Aguilar D, Jústiz M, Martínez LG. Software educativo para estimular procesos cognitivos en escolares con funcionamiento intelectual limítrofe. *DELECTUS.* 2019;3(2):2410-28.
13. Fernández E, Bergado J, Rodríguez D, Salazar S, Torres M, Bringas ML. Effectiveness of a Computer-Based Training Program of Attention and Memory in Patients with Acquired Brain Damage. *Behav Sci.* 2018;8(4):3-12.
14. Bringas ML, Fernández Y, García ME, Ruiz E, Casabona E, Fernández E, et al. La Neuropsicología en Cuba. *Rev Neuropsicol, Neuroc Neuropsiq.* 2009;9(2):953-76.
15. Merriman NA, Sexton E, McCabe G, Walsh ME, Rohde D, Gorman A, et al. Addressing cognitive impairment following stroke: systematic review and meta-analysis of non-randomised controlled studies of psychological interventions. *BMJ Open.* 2019;9:1-10.
16. Moreno P, Blanco C. Hacia una teoría comprensiva de la rehabilitación de funciones cerebrales como base de los programas de rehabilitación en enfermos con daño cerebral. *Rev Neurol.* 2000;30(8):779-83.
17. Balmaseda R, Barroso JM, Carrión JL. Déficit neuropsicológicos y conductuales de los trastornos cerebrovasculares. *Rev Esp Neuropsicol.* 2000;4:312-30.
18. Buller PI. Diagnóstico y rehabilitación neuropsicológica. *Cuad Neuropsicol.* 2008;2(1):10-23.

19. Ministerio de Salud Pública de Cuba. Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud. Anuario Estadístico de Salud de Cuba. La Habana: Ministerio de Salud Pública; 2019 [acceso: 20/07/2020]. Disponible en: <http://bvscuba.sld.cu/anuario-estadistico-de-cuba>
20. Luria AR. Las funciones corticales superiores del hombre. México; Editorial Fontamara; 2005.
21. García JM. Las terapias de intervención cognitiva en el tratamiento de los trastornos de conducta en la enfermedad de Alzheimer. Evidencias sobre su eficacia y correlaciones neurobiológicas. *Neurología*. 2015;30(1):8-15.
22. Quintanar L, Solovieva Y. Rehabilitación neuropsicológica. Historia, teoría y práctica. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2016.
23. Arana M. La educación científico-técnica desde los estudios de ciencia, tecnología, sociedad e innovación. *Tab Ras*. 2005;3:293-313.
24. Terradillos E, Solesio E, Benito M, Castrillo A, Mangas B, Almería A, et al. La Clasificación Internacional del Funcionamiento (CIF) en la elaboración de un protocolo de evaluación del daño cerebral. *Traum Fund MAPFRE*. 2012;23(2):123-9.
25. Calderón JA, Montilla MA, Gómez M, Ospina JE, Triana JC, Vargas LC. Rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral: uso de herramientas tradicionales y realidad virtual. *Rev Mex Neuroc*. 2019;20:29-35.
26. Restrepo D. La práctica neuropsicológica asistida por computadora: Un escenario para el diálogo interdisciplinario entre la tecnología y las neurociencias. *Rev CES Psicol*. 2009;2(1):79-90.
27. Peyman RH, Ahmadi M, Aziz R, Zahra S, Farahnaz S, Nader M. Clinical care improvement with use of health information technology focusing on evidence based medicine. *Healthc Inform Res*. 2013;18(3):2.
28. Rodríguez C, Ortega E, Sánchez E. Aplicación de nuevas tecnologías en personas mayores con trastorno cognitivo leve-moderado desde la Terapia Ocupacional. *Innoeduca: Internat J Technol Educat Innov*. 2017;3(1):75-84.
29. Sigmundsdottir L, Longley W, Tate R. Computerized cognitive training in acquired brain injury: A systematic review of outcomes using the International Classification of Functioning (ICF). *Neuropsych Rehabil*. 2016;(26):5-16.
30. Anguera JA, Gazzaley A. Video games, cognitive exercises, and the enhancement of cognitive abilities. *Behav Sci*. 2015;4:160-5.

31. Wilson B. Neuropsychological rehabilitation: State of the science. *South Afr J Psychol.* 2013;43(3):267-77.
32. Arroyo EM, Poveda J, Chamorro J. Técnicas de rehabilitación neuropsicológica en demencias: Hacia la ciber-rehabilitación neuropsicológica. *Pensam Psicol.* 2012 [acceso: 20/07/2020];10:107-27. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pepsi/v10n1/v10n1a08.pdf>
33. Lange B, Flynn SM, Rizzo AA. Game-based telerehabilitation. *Europ J Phys Rehab Med.* 2009;45:143-51.
34. Bruna O, Roig T, Puyuelo M, Junqué C, Ruano A. Rehabilitación neuropsicológica. Intervención y práctica clínica. España: Elsevier Masson; 2011.
35. Castilla A, Carbonell LF, Ramos Y, Quintana L, Moscote LR. Aplicaciones móviles en las neurociencias: un nuevo aliado. *Rev Chil Neurocir.* 2019;45(2):136-9.
36. Fernández E, Bringas ML, Salazar L, Rodríguez D, García ME, Torres M. Clinical impact of rehacom software for cognitive rehabilitation of patients with acquired brain injury. *MEDICC Review.* 2012;14(4):32-5.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Declaración de la contribución de los autores

Elizabeth Fernández Martínez: Concibió y organizó la confección del manuscrito. Participó en la búsqueda y en la revisión bibliográficas, la integración de la información y la aprobación de la versión finalmente remitida.

Yelegny Fernández Castro: Participó en la búsqueda bibliográfica, la integración de la información, la revisión de la redacción del manuscrito y la aprobación de la versión finalmente remitida.

Mercedes Crespo Moinelo: Participó en la búsqueda bibliográfica, la integración de la información, la revisión de la redacción del manuscrito y la aprobación de la versión finalmente remitida.