

Entre la razón, la emoción y la tecnología

Estudios de neuropsicología con mirada internacional



Marina Alvelais Alarcón
Ibza América García León
(coordinadoras)



Dr. Fernando León García
Rector del Sistema CETYS Universidad

Dr. Alberto Gárate Rivera
Vicerrector Académico

C.P. Arturo Álvarez Soto
Vicerrector Administrativo

Dr. Jorge Ortega Acevedo
Coordinador del Programa Editorial

Entre la razón, la emoción y la tecnología. Estudios de neuropsicología con mirada internacional

D. R. © Los autores

D. R. © Programa Editorial del CETYS Universidad
Instituto Educativo del Noroeste, A. C.
Calzada CETYS, colonia Rivera s/n
Mexicali, Baja California, C.P. 21259
www.cetys.mx

Primera edición digital, abril de 2023

ISBN: 978-607-99859-5-0

Diseño editorial: Rosa Espinoza
Última lectura y corrección: Néstor de J. Robles Gutiérrez

Hecho en México / Made in Mexico

SOBRE LA OBRA

La neuropsicología ha tenido diferentes épocas, donde el tipo de herramientas que utilizan los profesionistas del área ha ido cambiando. En las primeras épocas, las herramientas se limitaban al equipo que tendría a la mano un médico; después, parte de las herramientas diarias se formaron por prueba de lápiz y papel. Ahora, en el siglo **xxi**, se han ido incorporando poco a poco herramientas tecnológicas, desde la conversión automática de puntajes, pasando por equipos audiovisuales, hasta robots para ciertos tipos de intervenciones. El área está cambiando, respondiendo a una adaptación de la tecnología a las necesidades diversas de las poblaciones a las que atiende la neuropsicología. Este libro hace un recorrido por diferentes caminos que se están desarrollando en el área, y que forman parte de un trayecto general que llevará a una neuropsicología con nuevas herramientas.

| CONTENIDO |

| 6 | Prólogo

Mauricio García-Barrera

| 11 | Neuropsicología e inteligencia artificial: avances en la síntesis y detección de emociones y sus aplicaciones en salud

Marina Alvelais Alarcón y Jesús Favela Vara

| 26 | Uso de realidad virtual para facilitar el aprendizaje en la educación superior: una perspectiva cognitiva entre México e Inglaterra

*Diego Oswaldo Camacho Vega, Bianca Fox
y Manuel Alejandro Mejía Ramírez*

| 36 | Aproximaciones del sensado móvil para la monitorización de patrones conductuales en menores con TEPT secundario a abuso sexual

Ibza América García-León y Luis A. Castro

| 50 | Envejecimiento, reserva cognitiva y terapias no farmacológicas (TNF): intervenciones mediadas por tecnologías de la información y comunicación (TIC)

*Antonio Sánchez Cabaco, Luz María Fernández-Mateos,
Rosalía García, Andrés Fajardo, Marina Wobbeking, Alba Villasán
y Jesús Cacho Gutiérrez*

- | 78 | Teleneuropsicología en la atención de las personas mayores
*Lizbeth de la Torre López, Daniel N. Álvarez-Núñez,
Antonio Sánchez Cabaco y Manuel Alejandro Mejía Ramírez*
- | 96 | Limitantes para la evaluación y rehabilitación neuropsicológica de
adolescentes después de un traumatismo craneoencefálico leve
Ariana Elizabeth Fuentes Valenzuela
- | 116 | Alcances científicos y clínicos de la estimulación magnética transcraneal
Daniel N. Álvarez-Núñez y Jorge Hevia-Orozco
- | 121 | Acerca de los autores

PRÓLOGO

Mauricio García-Barrera

Estamos, no en las puertas, pero ya bien dentro de una era de revolución tecnológica, una era de progreso tecnológico acelerado donde las nuevas innovaciones se pueden traducir rápidamente a aplicaciones comerciales, y la difusión masiva de las nuevas tecnologías se asocian con cambios bruscos para nuestra sociedad. En particular, desde los años noventa, entramos a la llamada Era de la información (también conocida como Era informática), la cual se inició con la revolución digital (o Tercera Revolución Industrial) que comenzó en la segunda mitad del siglo xx con la adopción masiva de las computadoras digitales y el mantenimiento de registros digitales, y que se caracteriza principalmente por el cambio radical de la tecnología electrónica mecánica y analógica a la electrónica digital. Tecnologías clásicas, como por ejemplo los teléfonos fijos análogos, se están reemplazando por teléfonos móviles digitales; la música circula más masivamente por medios digitales que sobre medios físicos como los discos compactos (CD); los videojuegos digitales y en línea han revolucionado la manera como interactúan los participantes; y la prensa y radio ya circulan en su mayoría en formato digital en línea, incluyendo las revistas científicas. Ahora nuestra preocupación no es tener suficiente espacio físico sino virtual, lo que llamamos memoria digital (¡y por supuesto, suficiente batería!).

En nuestro campo de la neuropsicología, tanto clínica como experimental, la revolución digital también ha dejado huella. Las tareas manipulativas que agrupamos tradicionalmente como de papel y lápiz, se están empezando a reemplazarse rápidamente por tareas digitalizadas para uso en computadoras y tabletas

dentro y fuera de los laboratorios y clínicas, o integradas a plataformas para teléfonos móviles inteligentes para uso en evaluación rutinaria (*apps* con encuestas diarias y tareas cognitivas breves y repetidas varias veces al día o a la semana), *headsets* con tecnología que incorpora modelos visuales tridimensionales e interactivos, generando una realidad virtual (VR, por sus siglas en inglés), y en algunos casos una realidad aumentada, donde se superpone una imagen generada por computadora a la vista del usuario del mundo real, proporcionando así una vista compuesta entre lo real y lo recreado. Dados estos avances, nuestras discusiones sobre la necesidad de generar e implementar tareas con validez ecológica (generalizables a la vida real, cotidiana) han progresado desde la creación de cuestionarios (todavía considerados como métodos de referencia o *gold standard* cuando se trata de validez ecológica), a la creación de tareas de inmersión tridimensional usando la tecnología VR para crear escenarios y situaciones tan reales como la tecnología misma (*software* y *hardware*) lo permita, aumentando realmente su validez ecológica.

A pesar de los avances acelerados, y la existencia de muchos nuevos paradigmas y métodos digitalizados para la evaluación neuropsicológica y la implementación de programas de rehabilitación, el uso e implementación de estas nuevas tecnologías en neuropsicología continúa estigmatizado, estancado y en crisis (Miller y Barr, 2017). En una encuesta a neuropsicólogos clínicos en Norteamérica, Laura Rabin y sus colegas (2014) encontraron que casi la mitad de todos los neuropsicólogos (45.5%) que participaron no han usado pruebas computarizadas, y solo 18% las usan con frecuencia. Esta falta de uso se ha atribuido a varios factores, incluyendo preocupaciones sobre la falta de familiaridad con el uso de dicha tecnología, disminución de los roles de los examinadores y psicólogos, preocupación sobre la seguridad de los datos, y temor a la pérdida de datos conductuales cualitativos. No fue sorpresa en esa encuesta que la edad y los años de experiencia en práctica clínica se correlacionaron negativamente con el uso de pruebas computarizadas (Rabin et al., 2014). Aunque han pasado varios años desde la encuesta, seguimos atrasados en la implementación de los avances tecnológicos a los procesos y métodos clínicos (Agate y Garcia-Barrera, 2019).

Es en esta confluencia de momentos históricos, donde la revolución digital ha dado inicio a la era de la información, que campos tan innovadores como la neuropsicología deben dar cabida al progreso científico, adaptándose a los movimientos sociales y tecnológicos del momento. Este libro, *Entre la razón, la emoción y la tecnología: Estudios de neuropsicología con mirada internacional*, ofrece una gran contribución a la literatura en este tema crítico, al capturar en siete capítulos

no solo la literatura sobre los avances tecnológicos con impacto en nuestro campo, pero también un legado de referencias a estudios empíricos recientes, algunos realizados en América Latina.

En el primer capítulo titulado “Neuropsicología e inteligencia artificial: avances en la síntesis y detección de emociones y sus aplicaciones en salud”, Marina Alvelais Alarcón y Jesús Favela Vara, nos comparten una revisión bastante interesante sobre las teorías en emoción y cómputo afectivo, en relación con el mundo digital que nos rodea actualmente, incluyendo cómo ciertas decisiones que tomamos al interactuar en plataformas como Facebook, Instagram o TikTok están predeterminadas por nuestros sistemas emocionales, y cómo estas tecnologías pueden usar ese conocimiento para manipular nuestras decisiones. El capítulo también incluye ejemplos de cómo la tecnología se puede poner al servicio de intervenciones clínicas en casos con trastornos del neurodesarrollo y en casos con enfermedades neurodegenerativas.

En el segundo capítulo, “Uso de realidad virtual para facilitar el aprendizaje en la educación superior: una perspectiva cognitiva entre México e Inglaterra”, Diego Oswaldo Camacho Vega, Bianca Fox y Manuel Mejía nos comparten un estudio empírico y multi-institucional, en el cual se utilizó la realidad virtual para examinar su utilidad en el estudio de los procesos de aprendizaje, específicamente la adquisición de conocimiento de tipo declarativo, como lo es la información que aprendemos en la educación formal (escuelas y universidades). Este tipo de tecnología innovadora tiene el potencial de aumentar la motivación de los estudiantes jóvenes y mejorar la consolidación de sus procesos de aprendizaje.

En el tercer capítulo, Ibza América García-León y Luis A. Castro nos presentan “Aproximaciones del sensado móvil para la monitorización de patrones conductuales en menores con TEPT secundario a abuso sexual”, donde comparten una idea muy innovadora de cómo el progreso tecnológico y la proliferación de telefonía celular inteligente podrían usarse al servicio de los estudios clínicos del trastorno por estrés postraumático (TEPT) que generalmente acompaña la presentación clínica de aquellos menores de edad que han sufrido abuso sexual. Dado la alta presencia del alto riesgo de TEPT, depresión y suicidio, el monitoreo constante es primordial cuando se trata de proteger a estos sobrevivientes de abuso, y el sensado móvil podría servir como una alternativa eficaz y de bajo costo para evaluar repetitivamente y monitorear a aquellos casos en alto riesgo de desarrollar TEPT, generando plataformas móviles o aplicaciones que podrían implementarse a un nivel poblacional. Estos avances tecnológicos tienen también el potencial de impactar la manera como los neuropsicólogos evaluamos y diseñamos interven-

ciones con aquellos adultos presentando problemas cognitivos leves y en riesgo de evolucionar a demencia, los cuales requieren evaluaciones rutinarias y programas de prevención.

En el capítulo cuarto, “Envejecimiento, reserva cognitiva y terapias no farmacológicas (TNF): intervenciones mediadas por tecnologías de la información y comunicación (TIC)”, Antonio Sánchez Cabaco, Rosalía García, Andrés Fajardo, Marina Wobbeking, Alba Villasán y Jesús Cacho Gutiérrez nos comparten una revisión temática de la literatura en deterioro cognitivo ligero (DCL) con el objetivo de demostrar el potencial de la tecnología de la información y la comunicación (TIC) en facilitar programas de rehabilitación cognitiva, especialmente aquellos cuyo objetivo es el fortalecimiento de la reserva cognitiva. Adicionalmente, dada la prevalencia de reportes de DCL en población mayor, Lizbeth de la Torre López, Daniel Nikolaus Álvarez Núñez, Antonio Sánchez Cabaco y Manuel Alejandro Mejía Ramírez nos comparten en el capítulo quinto, “Teleneuropsicología en la atención de las personas mayores”, los avances en una experiencia de investigación en teleneuropsicología, con un enfoque multi-institucional y transcultural, con el objetivo de implementar un programa de evaluación remota, usando tecnología digital y métodos de evaluación cognitiva y emocional relevantes para la detección de problemas cognitivos y psico-sociales tempranos. Este proyecto es muy prometedor, y podría servir como un modelo para la implementación de programas de evaluación neuropsicológica remota en toda América Latina.

Continuando con la cobertura de las etapas del desarrollo, el capítulo sexto escrito por Ariana Elizabeth Fuentes Valenzuela, “Limitantes para la evaluación y rehabilitación neuropsicológica de adolescentes después de un traumatismo craneoencefálico leve”, nos recuerda la vulnerabilidad de la adolescencia no solo a una alta incidencia de traumatismo craneoencefálico, pero también a los efectos del traumatismo craneoencefálico leve (TCL), con un énfasis en las dificultades a las que nos enfrentamos los profesionales en neuropsicología al implementar programas de evaluación y de rehabilitación eficaces, y particularmente con adolescentes que han sufrido TCL, con una invitación a reflexionar en aquellos cambios requeridos en nuestro campo para mejorar estos procesos clínicos, incluyendo la utilización de tecnologías recientes como la realidad virtual y otras más adecuadas al contexto sociocultural actual.

Finalmente, un libro sobre neuropsicología y tecnología no podría estar completo sin un capítulo dedicado al campo de las neuroimágenes. En el capítulo séptimo, “Alcances científicos y clínicos de la estimulación magnética transcranial”, Daniel Álvarez-Núñez y Jorge Hevia-Orozco nos comparte una entrevista

a un experto en el campo de la estimulación magnética transcraneal, el Dr. Jorge Carlos Hevia Orozco, quien explica en qué consiste la técnica, cómo se ha utilizado en la práctica clínica para la intervención de varias patologías cerebrales, incluyendo algunos detalles técnicos de los protocolos normalmente implementados, y cerrando con una invitación abierta a que se desarrollen planes de inversión para apoyar esta línea de investigación clínica.

Los invito entonces a que se deleiten en la lectura de estos capítulos, hay mucho material novedoso aquí para aprender y compartir. Felicidades a los autores que contribuyeron a la realización de este libro, el cual servirá de gran inspiración a la generación de investigadores jóvenes y todos sus mentores, a enriquecer la práctica e investigación neuropsicológica con la implementación de tecnologías digitales acordes con nuestros tiempos. Juntos, tenemos que terminar el retraso en la adopción de tecnología digital en neuropsicología, y América Latina puede servir de gran ejemplo.

Referencias

- Agate, F., y Garcia-Barrera, M.A. (2019). Assessment Issues within Neuropsychological Settings. In M. Sellbom y J. Suhr (Eds.), *The Cambridge Handbook of Clinical Assessment and Diagnosis* (Cambridge Handbooks in Psychology, pp. 472-484). Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108235433.034
- Miller, J. B. y Barr, W. B. (2017). *The technology crisis in neuropsychology*. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 32(5), 541-554.
- Rabin, L. A., Spadaccini, A. T., Brodale, D. L., Grant, K. S., Elbulok-Charcape, M. M., y Barr, W. B. (2014). Utilization rates of computerized tests and test batteries among clinical neuropsychologists in the United States and Canada. *Professional Psychology: Research and Practice*, 45(5), 368-377.

NEUROPSICOLOGÍA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: AVANCES EN LA SÍNTESIS Y DETECCIÓN DE EMOCIONES Y SUS APLICACIONES EN SALUD

Marina Alvelais Alarcón
Jesús Favela Vara

Introducción

Este capítulo es una introducción al campo interdisciplinario del cómputo afectivo, área que estudia la capacidad de las computadoras para reconocer, reproducir e influir en las emociones humanas. Es una disciplina que ha cobrado relevancia en los últimos años por la masiva adopción de tecnologías de la información, notablemente los teléfonos inteligentes, y su capacidad para inferir comportamiento humano y motivar a individuos a modificarlo. Es, además, un campo en el que convergen una variedad de disciplinas como la psicología, las ciencias cognitivas y la inteligencia artificial.

La psicología se ha interesado por comprender y explicar las emociones desde diferentes modelos teóricos, las definiciones pueden variar según el momento histórico ya que el estudio de la dimensión afectiva es una cuestión antigua y relevante. El dualismo *mente* y *cuerpo* generó un paradigma que oscureció durante años las descripciones de la naturaleza emocional. Se le consideraba alejada de la razón o cuando menos opacada por ella. En algunos de los modelos teóricos la neurociencia ha reconciliado a la cognición con la emoción y ha dejado la dimensión subjetiva que caracteriza a las emociones para el campo de análisis de la psicología clínica. De manera semejante, en la inteligencia artificial (en adelante IA), que tiene como uno de sus principales objetivos crear máquinas que actúen de forma inteligente, se ha reconocido que las emociones son un componente primordial de la toma de decisiones humanas, y por ende de un comportamiento inteligente.

La emoción es una experiencia multifactorial, conceptualizarla resulta complejo y retador. Recientemente, con el surgimiento de la inteligencia artificial, algunos de los modelos afectivos han sido probados con diferentes objetivos.

Descifrar el sustrato e influencia de las emociones sobre la conducta humana ha sido de interés transdisciplinario, no son pocos los casos que encontramos en la literatura. Por ejemplo, en su libro *The emotion machine*, Minsky (2006) se plantea las diferentes maneras que tiene la mente para pensar y cómo las intuiciones y las emociones llegan a establecer un estilo de pensamiento. Si somos conscientes de las emociones estas parecen darnos pistas sobre nuestro estado mental, si reconocemos las emociones en los demás, las señales emocionales nos facilitan la interacción social. Diversas disciplinas como la psicología y la computación buscan elementos que permitan facilitar dichas pistas, buscando el bienestar integral de quienes parecen no tener esa habilidad de manera natural. Aún hay preguntas que no tienen una única respuesta como lo son ciertas cuestiones clásicas en el estudio de las emociones.

¿Qué son las emociones? ¿Para qué sirven? ¿Es posible medirlas de manera objetiva? ¿Son de naturaleza subjetiva? ¿Son exclusivamente humanas? ¿Pueden ser emuladas por la inteligencia artificial? No pretendemos dar respuesta a todas estas preguntas, pero sí es de interés realizar un acercamiento objetivo a partir de los principales modelos y las mediciones que se desprenden de los algoritmos propuestos para poder emular estados afectivos.

Las emociones nos alertan sobre nuestro estado ante el contexto. ¿De qué manera media la tecnología entre el estado interno –personal– y el estado externo –colectivo? ¿De qué manera un emoticono condiciona la expresión emocional en la interacción a través de una pantalla?

El contexto social actual se ha modificado con la tecnología y se modificará aún más en la pospandemia del COVID-19. La ubicuidad y personalización de tecnologías inteligentes son rasgos de nuestros tiempos. Se estima que actualmente la mitad de la población mundial tiene un teléfono inteligente y su adopción sigue incrementándose. Una de las principales características de los teléfonos inteligentes es su capacidad para acceder a internet, incluyendo servicios de búsqueda de información, reconocimiento de voz y visión. Adicionalmente, estos dispositivos cuentan con sensores que permiten al celular (y a los servicios a quienes otorgamos permiso) conocer las páginas web que consultamos, nuestra ubicación, inferir nuestra actividad y predecir nuestros patrones de comportamiento, como la hora en la que vamos a despertar o en dónde estaremos mañana a mediodía. Aunque aún no masivamente adoptados, otros dispositivos empiezan

a ser usados de forma generalizada, incluyendo relojes y bocinas inteligentes. Estos dispositivos registran información adicional como ritmo cardiaco y nuestro tono de voz de manera constante o frecuente. Toda esta información suele capturar en principio para nuestro beneficio. Sin embargo, el negocio principal de las compañías que ofrecen muchos de estos servicios se basan en monetizar nuestros datos. Utilizan información que recaban de nuestro comportamiento para ofrecer publicidad dirigida. Más aún, el objetivo de los algoritmos utilizados en estos servicios es darnos información que capte nuestra atención y nos haga mantenernos enganchados el mayor tiempo posible en la aplicación. Detrás de ello hay un interés por modificar nuestros intereses y manipular nuestro comportamiento. Detrás de nuestra decisión por dar un *like* a una contribución en Facebook o la decisión de reproducir un video en Tiktok, dominan nuestras emociones por encima de nuestra libre decisión. Se sabe que las emociones consideradas negativas, como el miedo y la ira, son más activantes y que es por eso que al recibir más atención, producen un mayor enganche emocional. Esto hace que el contenido negativo genere más reacciones (*likes*, *retuits*, etc.) y que sea priorizado por los algoritmos para mostrarlos. El estudio de este tipo de fenómenos, sobre cómo la tecnología es capaz de reconocer nuestras emociones e influir en ellas, sin duda requiere de la intervención de especialistas de diversas áreas, notablemente de la psicología, las ciencias cognitivas y las ciencias de la computación. Un equipo multidisciplinario puede diseñar, implementar y rastrear el desarrollo de una emoción por encima de las aportaciones de una sola disciplina. Aprender a trabajar en equipo es sin duda una habilidad que requiere expandirse.

Paradigmas de la emoción

¿Qué es una emoción? En la psique humana existe una idea consciente asociada a nuestro estado emocional. Ese estado emocional desencadena sensaciones, percepciones, asociaciones, conductas, nuevas ideas y nuevos estados emocionales en un intercambio dinámico con el medio ambiente.

A través del tiempo se ha teorizado sobre si las emociones interfieren con el intelecto o si lo potencian (Hanoch, 2002). Si las emociones preceden a la idea de nuestro estado emocional o si es la idea la que desencadena dicho estado.

De acuerdo con el reconocido neurocientífico Antonio Damasio, una emoción se refiere a colecciones específicas de respuestas fisiológicas desencadenadas por ciertos sistemas cerebrales cuando el organismo evoca ciertos objetos y/o situaciones. Las evidencias sustentan que, si bien las reacciones emocionales están impregnadas por la experiencia individual y el ambiente, “la mayoría de ellas

están preactivadas o son disparadas genéticamente y son el resultado de una larga historia de evolución bien sintonizada” (Damasio, 2000). Las emociones representan un constante interés psicológico y son el foco de nuestras relaciones interpersonales. De acuerdo con Ramos Loyo (2002), las emociones son complejas y tienen diferentes componentes: a) el componente funcional, b) el perceptual, c) el subjetivo-cognitivo, d) el conductual y e) el fisiológico.

Comprender las emociones es relevante para el funcionamiento psicológico individual y útil para la socialización, “las emociones son fenómenos psicofisiológicos de corta duración que representan modos eficientes de adaptación ante demandas ambientales siempre cambiantes” (Díaz y Flores, 2001). Fisiológicamente, las emociones organizan rápidamente las respuestas de diversos sistemas biológicos incluyendo la expresión facial, el tono somático muscular, el tono de voz, la actividad del sistema nervioso autónomo, así como la actividad endocrina para generar un medio corporal que sea óptimo para una respuesta afectiva (Levenson, 1992).

Psicológicamente las emociones modifican la atención, activan redes neuronales asociativas relevantes en la memoria (Alvelais, 2009). Las emociones negativas comparadas con las de alegría o las neutras parecen tener un más rápido y un mayor impacto en la actividad eléctrica del cerebro.

Son múltiples las enfermedades que se producen debido a la incomprensión de las emociones o ante la dificultad para expresarlas. Trastornos del neurodesarrollo y de la personalidad presentan desregulación emocional comprometiendo el bienestar psicológico. Es por su relevancia que son diversas las disciplinas que se interesan en estudiarlas para mejorar la calidad de vida de las personas tal es el caso del cómputo afectivo.

Cómputo afectivo

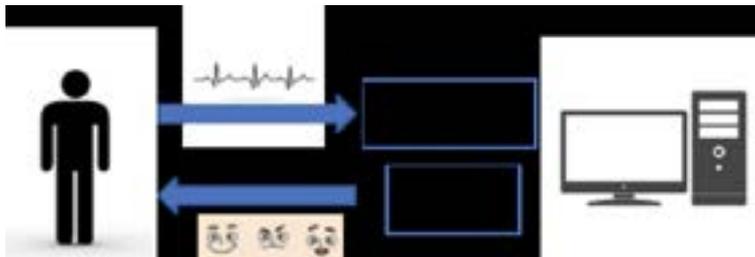
El término *cómputo afectivo* fue propuesto por la doctora Rosalind Picard del Media Lab del Massachusetts Institute of Technology, a mediados de la década de los noventa. El objetivo del cómputo afectivo es desarrollar y evaluar algoritmos y sistemas capaces de reconocer y simular emociones humanas (Picard, 1997). Si bien para entonces ya había importantes esfuerzos en esta dirección, el trabajo de Picard y notablemente la publicación de su libro, titulado *Affective computing*, constituyen un hito en consolidar este campo de estudio y establecer su agenda de investigación.

En el cómputo afectivo convergen distintas áreas de las ciencias de la computación, como son la interacción humano-computadora, encargada de estudiar

como personas perciben sistemas de cómputo e interactúan con ellos, y la inteligencia artificial, cuyos avances permiten reconocer estados emocionales a partir de bioseñales captadas por medios digitales, como el audio de voz, imágenes de expresiones faciales y cambios en el ritmo cardíaco de un individuo. Pero el cómputo afectivo es adicionalmente un campo de estudio multidisciplinario en el que colaboran especialistas en psicología, neurociencias e ingeniería biomédica. Dado su amplio campo de aplicación, en el área también trabajan especialistas en áreas tan diversas como la educación, la salud y la mercadotecnia.

La figura 1 ilustra los dos principales problemas que aborda el cómputo afectivo: el reconocimiento de emociones del usuario y la síntesis de emociones para lograr una comunicación afectiva con el usuario. Estos esfuerzos se sustentan en modelos propuestos psicofisiológicos para caracterizar emociones. El cómputo afectivo utiliza información del usuario (voz, gestos, bioseñales) para inferir su estado emocional. Adicionalmente sintetiza emociones para transmitir emociones al usuario.

Figura 1. Problemas que aborda el cómputo afectivo.



Fuente: Elaboración propia.

MODELOS TEÓRICOS DE LAS EMOCIONES

La inferencia y síntesis de emociones se basan en modelos para representar emociones. Existen dos tipos principalmente de modelos, los basados en categorías discretas y los basados en dimensiones.

En lo que respecta a modelos basados en categorías discretas, se han caracterizado seis expresiones básicas que pueden ser fácilmente reconocidas en la expresión facial: alegría, miedo, enojo, tristeza, desagrado y sorpresa, las cuales contribuyen a la interacción social (Ekman y Friesen, 1976; Adolphs, Damasio, Damasio y Tranel, 1996) más algunas otras categorías secundarias (Calder, Burton, Miller, Young y Akamatsu, 2001). Las señales que transmiten las expresiones faciales permiten obtener información sobre cómo será recordada una persona de la que recién se tiene una primera impresión y estas características influenciarán

consecuentemente la manera en cómo esas señales serán percibidas e interpretadas (Vuilleumier y Pourtois, 2007).

Schachter y Singer (1962) formulan una teoría de la emoción basada en dos factores o dimensiones: activación y evaluación. Esta teoría postula que los cambios fisiológicos, por sí solos, no son suficientes para iniciar la experiencia de una emoción. Los cambios fisiológicos han de ser interpretados y cuando ello ocurre el sujeto experimenta una emoción particular o cualquier otro estado no emocional (Schachter, 1964).

El modelo dimensional de las emociones (Bradley, 2009; Lang, 1995) describe que un estímulo emocional puede ser evaluado en tres dimensiones:

- Por su valencia si el estímulo es placentero o displacentero.
- Por la activación (*arousal*) que produce ya sea alto o bajo.
- Por su dominancia si nos encontramos en control o en sometimiento respecto al estímulo.

En el modelo anterior, denominado PAD (placer, activación y dominancia), se puede inferir qué tan placentera e intensa es la emoción que experimenta el sujeto, y qué tanto dominio tiene sobre ella. La tristeza, al igual que la ira, es poco placentera, sin embargo, la ira tiene mayor nivel de activación y menor nivel de dominancia, aspectos que se consideran para la circulación de noticias sensacionalistas o eventos de impacto considerado negativo.

RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES

Reconocer emociones de acuerdo con un modelo basado en categorías requiere que un sistema determine la clase o emoción (o un estado neutral) en el que se encuentra el individuo en un momento dado. En contraste, en un modelo basado en dimensiones el sistema establece un nivel de intensidad en cada dimensión y a partir de estos se determina el estado emocional.

El reconocimiento de emociones por computadora se basa principalmente en el uso de técnicas de inteligencia artificial para clasificar atributos que se obtienen a partir de datos de bioseñales, imágenes, voz, texto, etcétera. Por ejemplo, de una fotografía de un rostro humano las personas podemos inferir el estado de ánimo a partir de atributos tales como la curvatura de la boca o que tanto se levantan las cejas. Si bien algunos sistemas calculan este tipo de atributos, lo más común es utilizar representaciones de la imagen que difieren de una descripción cualitativa que haríamos las personas, pero resultan en mayor precisión para inferir emociones. Más recientemente, se utilizan técnicas de aprendizaje profundo que no requieren establecer a priori los atributos a utilizar (ingeniería de atribu-

tos), sino que calculan aquellos atributos que mejor permiten discriminar entre los estados a clasificar. Estos atributos son conocidos como atributos profundos, ya que son difíciles de interpretar, sobre todo cuando se utilizan modelos que tienen decenas de millones de parámetros.

Así, por ejemplo, a partir de una imagen se detecta una cara y se calculan atributos asociados a la imagen. Posteriormente se utiliza un algoritmo de aprendizaje de máquina (por ejemplo, una red neuronal) para estimar el estado emocional del individuo (figura 2).

Figura 2. Reconocimiento automático de emociones a partir de imágenes



Fuente: Elaboración propia.

Si en lugar de utilizar una imagen fija utilizamos video, es posible utilizar la dinámica de la expresión facial para inferir la emoción, como cuando el sujeto sonríe y cierra ligeramente los ojos como señal de alegría. Alternativa, o adicionalmente, se puede utilizar voz humana, bioseñales tales como ritmo cardiaco y respuesta galvánica de la piel, postura corporal, el texto que la persona escribe, la forma como camina, entre otras. Existen trabajos enfocados en el uso de un solo tipo de datos y otros que conjuntan varias fuentes de información para inferir la emoción.

SÍNTESIS DE EMOCIONES

El otro gran problema de investigación que aborda el cómputo afectivo consiste en dotar a computadoras y robots con la capacidad de simular o sintetizar emociones. La síntesis de emociones puede utilizarse para mejorar la interacción entre humanos y computadoras, haciendo más realistas las expresiones faciales en avatares en videojuegos, mostrando empatía por medio de modulación de voz en un agente conversacional telefónico o por medio del movimiento de un robot-mascota que expresa alegría al ver a su dueño.

La síntesis de voz ha experimentado avances importantes en años recientes, que la hacen cada vez más realista. Uno de estos avances consiste en transmitir

emociones a través de la entonación. Si bien el contenido del habla puede contener una carga emocional, si este no tiene las características acústicas adecuadas puede confundir al interlocutor. Supongamos un robot que intenta mostrar empatía ante un usuario que le expresa tristeza. El robot puede contestar con frases como “entiendo cómo te sientes” o “esta situación pasará”, pero si la voz se escucha monótona e inexpressiva, el mensaje de comprensión podría perderse e incluso provocar un efecto contrario. Controlar aspectos acústicos y de prosodia de la síntesis de voz se puede lograr mayor expresividad emocional (Eyben, 2016). Por ejemplo, disminuir la velocidad del habla y el tono se asocia con una expresión de tristeza. La parametrización de estos elementos del habla y hacerlos disponibles como servicios permite a un desarrollador utilizar lenguajes de marcado para indicar el tipo de emoción a expresar por el agente virtual. El siguiente ejemplo muestra el uso del lenguaje de marcación EmotionML (Emotion Markup Language) para instruir al sintetizador de voz a que module la expresión denotando enojo:

```
<emotion>  
  <category name="Angry" value = "0.80" />  
  'No podemos perder de esa manera'  
</emotion>
```

Otros mecanismos para sintetizar emociones pueden ser más sutiles, pero no por ello menos efectivos. El robot Paro es un robot que simula a un bebé foca que ha sido utilizado en terapias con adultos mayores con demencia por más de una década (Šabanović, 2013). Una de las principales formas de expresión de Paro es por medio de movimiento. El robot responde a caricias moviendo su cuerpo para denotar placer. Estos movimientos han mostrado ser efectivos para establecer una conexión emocional con personas con demencia con limitada capacidad de comunicación oral y reconocimiento de expresiones faciales.

Aplicaciones de cómputo afectivo en neuropsicología

Cómputo afectivo y trastornos del neurodesarrollo: Trastorno del Espectro Autista (TEA)

El autismo es un trastorno del neurodesarrollo que se caracteriza por dificultades en la comunicación, el comportamiento y el lenguaje. Aun cuando no existe un tratamiento único estandarizado, se sabe que la intervención temprana mejora la funcionalidad y la calidad de vida de las personas con autismo. El diagnóstico incluye evaluaciones neuropsicológicas. En estas evaluaciones, con la ayuda de los

padres y cuidadores, se analizan diferentes comportamientos a partir de pruebas especializadas en donde se registran los progresos del neurodesarrollo según lo esperado para su edad. Las intervenciones con terapia conductual son eficientes, aunque un tanto costosas por la constancia que se requiere en los procesos psicológicos, además estos pacientes requieren múltiples servicios adicionales para su atención médica, psicopedagógica y su inclusión, por lo que la tecnología puede ser un gran aliado en las intervenciones.

Hay numerosos casos de éxito en donde el cómputo afectivo aporta soluciones para mejorar aspectos del neurodesarrollo como la evaluación y detección de emociones, la socialización, la automodulación afectiva y la empatía.

La escuela de medicina de la Universidad de Standford en California desarrolló el Autism Glass Project en 2016, con el objetivo de evaluar la eficacia que pudieran tener la tecnología basada en lentes de Google (*Superpower Glass*), diseñaron una intervención conductual portátil impulsada por inteligencia artificial para reconocer las expresiones emocionales en los rostros y mejorar los resultados de las interacciones sociales de los niños con TEA mediante reforzamiento, 71 familias utilizaron esta intervención durante 20 minutos, cuatro veces por semana (Voss et al., 2019). Es importante señalar que las terapias conductuales tradicionales pueden complementarse de estas alternativas para incrementar la efectividad de objetivos terapéuticos planteados y la buena disposición de los niños hacia el uso de la tecnología.

Las aplicaciones para tabletas y teléfonos inteligentes apoyan el reconocimiento emocional en sí mismo y en otras personas, proceso importante para la regulación conductual; tal es el caso de EdNinja de la empresa mexicana Sukra-soft, con base en Tijuana, que tiene una línea de desarrollo en apoyo a los niños con TEA. La aplicación Expresiones (2015) permite al niño seleccionar los rasgos faciales necesarios para conformar expresiones emocionales básicas, y además proporciona retroalimentación sobre el contexto en el que se presentan dichas emociones (Cacho, 2015).

En otro estudio realizado en la ciudad de Tijuana se utilizó la técnica de musicoterapia neurológica (MT Neuro) para mejorar la sincronización de movimientos y la regulación de la fuerza de 24 niños dentro del espectro autista (TEA). En ese estudio se diseñó un prototipo denominado Música Flexible, una superficie elástica formada por una tela de lycra táctil e interactiva que permite a los niños con TEA crear sonidos cuando tocan, golpean o pellizcan la tela (Cibrian, Tentori y Alvelais, 2017). En el dispositivo los sonidos musicales están ordenados ascendentemente y tiene un fondo en 3D con una animación de nebulosas y elementos

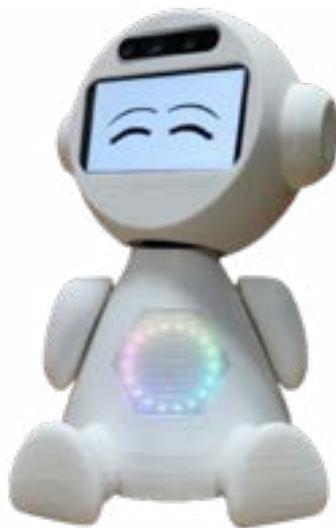
espaciales translúcidos como cohetes o planetas. Detrás de la tela se usa un sensor Kinect para detectar las interacciones de los usuarios. Los resultados muestran que Música Flexible puede apoyar sesiones de MT Neuro con potenciales beneficios terapéuticos en la atención, el desarrollo motor y el compromiso a la adhesión terapéutica. En este caso se concluye que el dispositivo de música flexible es más atractivo y eficiente para mejorar el enganche terapéutico, la coordinación, regulación de la fuerza y sincronización de movimientos que el uso de la técnica de MT Neuro tradicional. Son varios los casos de éxito que siguen desarrollándose en apoyo a las terapias de niños con alteraciones del neurodesarrollo incluyendo al Robot Nao que aplicado a niños con TEA favorece la comunicación (Shamsuddin et al. 2012).

ROBOT DE ASISTENCIA SOCIAL PARA LA ESTIMULACIÓN COGNITIVA DE ADULTOS MAYORES CON DEMENCIA

Los robots de asistencia social (RAS) son sistemas inteligentes e interactivos que utilizan estrategias de interacción social, como el habla, expresiones faciales y gestos, para asistir a usuarios principalmente en un contexto de salud (Feil-Seifer, 2005). La investigación en RAS ha incorporado avances en el área de cómputo afectivo en el diseño de robots e investiga su eficacia en la interacción humano-robot.

Eva es un robot de asistencia social desarrollado en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) con el propósito de asistir en la estimulación cognitiva y social de adultos mayores con demencia (Cruz-Sandoval, 2019). El principal mecanismo de interacción de Eva es la conversación, pero también es capaz de sintetizar emociones por medio de expresiones faciales. Eva incluye una estructura corporal desarrollada por medio de fabricación de adición (impresión 3D), un arreglo de micrófonos multidireccionales, placa Raspberry Pi, una pantalla sensible al tacto, una bocina y servomotores que permiten el movimiento de la cabeza en dos grados de libertad (figura 3). Adicionalmente se desarrolló una plataforma de software que permite operar al robot en forma remota (modo Mago de Oz), utilizando servicios cognitivos para reconocer habla (Speech-To-Text) y sintetizarla (Text-To-Speech); simular emociones por medio de expresiones faciales; así como módulos para responder a ciertas actividades predefinidas como saludos, reproducir música, o completar refranes.

Figura 3. El robot social de la plataforma abierta Eva

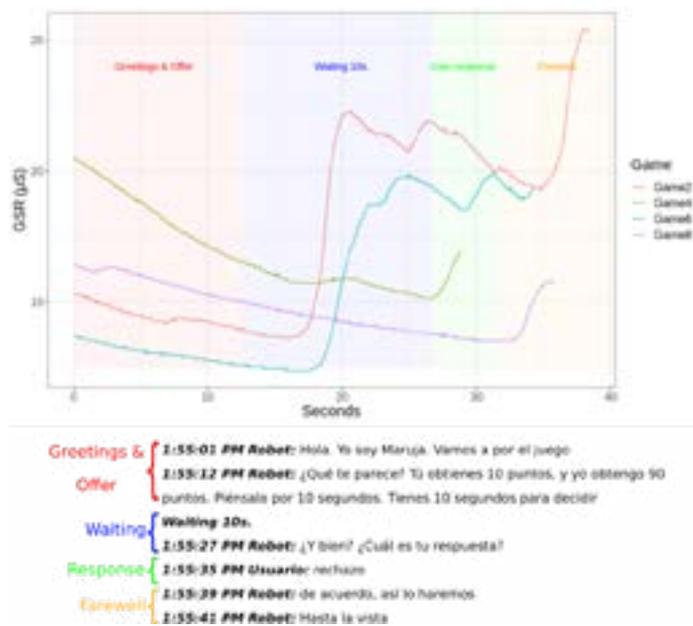


Fuente: Tomado de <https://eva-social-robot.github.io/>

El diseño de las expresiones emocionales de Eva ha sido guiado por estudios empíricos con usuarios. Uno de estos estudios consiste en comparar la interacción con el robot e interactuar con otras personas, una computadora y un agente afectivo virtual (Acosta-Mitjans, 2019). Durante la intervención se pidió a los veintiún participantes jugar Ultimátum contra estos cuatro tipos de adversarios. Ultimátum es un juego muy utilizado en psicología y economía, en el que un jugador (oferente) propone como repartir cierta cantidad de dinero (por ejemplo \$100) entre ambos jugadores, y el segundo jugador (respondedor) decide si acepta o no dicha oferta. Si la oferta es aceptada, el dinero se reparte como lo propuso el oferente, si es rechazada, los jugadores no reciben nada. De acuerdo con la economía clásica (racional), cualquier oferta mayor a cero debería de ser aceptada por el respondedor. Sin embargo, se ha encontrado que ofertas inferiores a un rango de 20 a 30 por ciento del monto a dividirse son frecuentemente rechazadas por ser consideradas injustas por el respondedor. El objetivo de este experimento consiste en determinar si los sujetos percibían al robot como un agente social (como una persona) o como un ente inanimado (como una computadora). Como era de esperarse, la mayoría de las ofertas justas fueron aceptadas y la mayoría de las injustas rechazadas. Contrario a lo esperado, el porcentaje de aceptación de ofertas muy injustas (90-10) fue mayor en la condición con el robot que jugando

contra una computadora u otra persona. Sin embargo, es posible observar la reacción emocional del usuario ante ofertas injustas. La figura 4 muestra la respuesta galvánica de la piel del usuario en cuatro juegos, dos en los que rechaza ofertas injustas y dos en los que acepta ofertas justas. En las dos ofertas justas se nota una activación pocos segundos después del estímulo (oferta injusta) que da evidencia de una respuesta emocional que lleva al usuario a rechazar la oferta.

Figura 4. Respuesta galvánica de la piel de un usuario que rechaza ofertas injustas (juegos 2 y 6) y ofertas justas que acepta (juegos 4 y 8). Abajo se muestra la interacción con el robot durante el juego 2.



Fuente: Tomado de Acosta-Mitjans et al. (2019).

Este ejemplo ilustra cómo, por una parte, un robot puede inducir emociones en los usuarios y adicionalmente el robot es capaz de reconocer las emociones del usuario y actuar en consecuencia, por ejemplo, evitando ofertas injustas que provocan enojo en el oponente.

La capacidad de Eva para generar emociones positivas también ha quedado en evidencia en estudios realizados con adultos mayores en las que el robot guió sesiones de musicoterapia (Cuz-Sandoval, 2019b). Eva ha sido utilizada también para guiar, de forma autónoma, terapias de estimulación cognitiva con adultos mayores. En un estudio realizado en el 2019, nueve personas con demencia

participaron en una terapia guiada por Eva (Cuz-Sandoval, 2020), sin intervención de un operador humano. El estudio tuvo como objetivo medir el efecto de la intervención síntomas neuropsiquiátricos antes y después de la intervención. Los resultados aportan evidencia de que la terapia es efectiva en reducir comportamientos problemáticos en personas con demencia institucionalizadas.

Conclusiones

La neuropsicología y las tecnologías de información nunca habían estado tan entrelazadas como ahora. Por una parte, la investigación en neuropsicología depende cada vez más del uso de tecnologías y por otra parte la adopción masiva de tecnologías de información hace cada vez más claro el impacto que éstas tienen en las personas. El cómputo afectivo es un campo en la intersección de ambos campos, con una agenda de investigación que va evolucionando conforme avanza el conocimiento en neuropsicología e inteligencia artificial. Estas tecnologías son cada vez más accesibles, ofrecen grandes oportunidades en campos como la salud y el bienestar, como ilustramos en los ejemplos presentados en este capítulo. Pero también conllevan riesgos: la tecnología que reconoce nuestras emociones puede manipular nuestra toma de decisiones, impulsarnos a comprar lo que no necesitamos o decidir que mensajes mostrar para convencernos de votar por cierto candidato. Disciplinas como la psicología, la sociología, y la antropología son bienvenidas para completar los huecos y oportunidades que pudieran estar escapando a un desarrollo unidisciplinar en las tecnologías de la información. Es por eso que en universidades han surgido programas en ciencias de la computación y la cognición como el del Massachusetts Institute of Technology (MIT) que une conocimientos “en un nuevo y dinámico campo de investigación ante el que profesores y estudiantes han demostrado un gran interés para participar en la configuración del futuro de la ciencia y la ingeniería de la inteligencia” (Dicarlo, 2019). Aproximaciones diversas a un mismo campo de estudio, urgen a la importancia de generar puentes y no muros entre los campos del conocimiento que puedan dar respuestas a las preguntas que permanecen sin respuesta en los campos de la neurociencia y la computación.

Referencias

Acosta-Mitjans, A., Cruz-Sandoval, D., Hervás, R., Johnson, E., Nugent, C. y Favella, J. (2019). *Affective Embodied Agents and Their Effect on Decision Making*. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 71, 2-12. DOI: 10.3390/proceedings2019031071

- Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D., y Damasio, A. (1996). Cortical Systems for the recognition of Emotion in Facial Expressions. *Journal of Neuroscience*, 16(23), 7678-7687. DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.16-23-07678>
- Alvelais, M. (2006). *Influencia de un estímulo emocional visual con contenido emocional sobre la memoria de trabajo*. [Tesis de maestría]. Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. <http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5256>
- Cacho, Y. (2015). Aplicaciones para autismo en iPad y iPhone. *Ciencia MX Noticias*. <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/tic/1151-aplicaciones-para-autismo>
- Calder, A., Burton, M., Miller, P., Young, A. y Akamatsu, S. (2001). A principal component analysis of facial expressions. *Vision Research*, 41(9), 1179-1208. DOI: 10.1016/S0042-6989(01)00002-5
- Cholíz, M. (2005). Psicología de la emoción: el proceso emocional. <https://www.uv.es/choliz/Proceso%20emocional.pdf>
- Cruz-Sandoval, D. y Favela, J. (2019). A Conversational Robot to Conduct Therapeutic Interventions for Dementia. *IEEE Pervasive Computing*, 18(2), 10-19. DOI: 10.1109/MPRV.2019.2907020
- Cruz-Sandoval, D. y Favela, J. (2019). Incorporating Conversational Strategies in a Social Robot to Interact with People with Dementia. *Journal of Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 47(3), 140-148. DOI: 10.1159/000497801
- Cruz-Sandoval, D., Morales, A., Benítez, E. y Favela, J. (2020). A Social Robot as Therapy Facilitator in Interventions to Deal with Dementia-related Behavioral Symptoms. *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 20, 161-169. DOI: <https://doi.org/10.1145/3319502.3374840>
- Damasio, A., Grabowski, T., Bechara, A., Damasio, H., Ponto, L., Parvisi, J. y Hichwa, R. (2000). Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nature Neuroscience*, 3(10), 49-56. DOI: 10.1038/79871
- Díaz, J. L. y Flores, E. O. (2001). La estructura de la emoción humana: Un modelo cromático del sistema afectivo. *Salud Mental*, 24(4), 20-35.
- Dicarlo, J. (2019). Undergraduate program in computation and cognition. [Folleto]. Massachusetts Institute of Technology.
- Ekman, P. y Friesen, W. (1976). *Pictures of Facial Affect*. Consulting Psychology Press.
- Eyben, F. et al. (2016). The Geneva Minimalistic Acoustic Parameter Set (GeMAPS) for Voice Research and Affective Computing. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 7(2), 190-202. DOI: 10.1109/TAFFC.2015.2457417.

- Feil-Seifer, D. y Mataric, M. (2005). Defining socially assistive robotics. *International Conference on Rehabilitation Robotics*, 32, 465-468. DOI: 10.1109/ICORR.2005.1501143
- Hanoch, Y. (2002). The effects of emotions on bounded rationality: A comment on Kaufman. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 49(1), 131-135. [https://doi.org/10.1016/S0167-2681\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0167-2681(02)00062-8)
- Levenson, R. (1992). Autonomic Nervous System Differences among emotions. *Psychological Science*, 3(1), 23-27. DOI: 10.1111/j.1467-9280.1992.tb00251.x
- Minsky, M. (2007). *The emotion machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the future the human mind*. Simon & Schuster.
- Picard, R. (1997). *Affective Computing*. The MIT Press.
- Plutchik, R. (1980). *Emotion: A Psycho-evolutionary Synthesis*. Harper and Row
- Quintana, H. (2015). Genetic and metabolic biomarkers in autism spectrum disorders. *Revista Cubana de Genética Comunitaria*, 9(3), 14-22. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubgencom/cgc-2015/cgc153b.pdf>
- Ramos-Loyo, J. (2002). *Neurobiología de la emoción y su relevancia en la motivación social*. Manual Moderno
- Šabanović, S., Bennett, C., Chang, W., y Huber, L. (2013). PARO robot affects diverse interaction modalities in group sensory therapy for older adults with dementia. *IEEE 13th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*, pp. 1-6. DOI: 10.1109/ICORR.2013.6650427.
- Schachter, S. y Singer, J. (1962). Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69(5), 379-399. DOI: 10.1037/h0046234
- Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail L. I., Mohamed, S., Hanapiah, F. A. y Zahari, N. I. (2012). Humanoid Robot NAO Interacting with Autistic Children of Moderately Impaired Intelligence to Augment Communication Skills. *Procedia Engineering*, 41,1533-1538. <https://doi.org/10.1016/j>
- The Autism Glass Project. (2019). *The Autism Glass Project at Stanford Medicine!* Stanford University. <http://autismglass.stanford.edu/>
- Voss, C., Schwartz, J., Daniels, J., Kline, A., Haber, N., Washington, P., Qandee-I.T., Robinson, T. y Wall, D. (2019). Effect of Wearable Digital Intervention for Improving Socialization in Children with Autism Spectrum Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatrics*, 173(5), 446-454. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2019.0285
- Vuilleumier, P., Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, 45(1),174-94. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.003.

USO DE REALIDAD VIRTUAL PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UNA PERSPECTIVA COGNITIVA ENTRE MÉXICO E INGLATERRA

Diego Oswaldo Camacho Vega
Bianca Fox
Manuel Alejandro Mejía Ramírez

Introducción

El papel que juegan las tecnologías de la información o las tecnologías digitales ha sido estudiado desde hace varios años. Por ejemplo, ya desde el año de 1971 existen referencias a trabajos que analizan el potencial de dichas tecnologías en el entorno universitario (Mazuryk y Gervautz, 1999). Sin embargo, en años recientes, tanto las tecnologías digitales basadas en internet y como aquellas basadas en computadora han tenido gran auge y profunda relevancia. Dicho análisis basado en el método científico ha permitido conocer las bondades de las tecnologías digitales en el proceso de enseñanza, así como también ha permitido conocer en qué contextos de aprendizaje es posible aprovechar las virtudes de estos, así como identificar aquellos aspectos que no son aplicables a procesos de enseñanza y a contextos de aprendizaje específicos (Baxter y Hainey, 2019).

El interés creciente por estas tecnologías está ligado inherentemente a la evolución de estas, lo cual es posible debido al desarrollo continuo y la mejora de componentes de *hardware* y *software* tales como los procesadores en las computadoras, las tarjetas gráficas y los servicios basados en la nube. Este es el caso de la realidad virtual, la cual ha tenido junto con la realidad aumentada un fuerte auge introduciéndose como un elemento de apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje (Baxter y Hainey, 2019), debido a sus capacidades de presencia (Bohil et al., 2008) lo que promueve un mayor interés en los estudiantes por aprender temas a través de este medio que de acuerdo con sus características puede resultar innovador.

Sin embargo, la introducción de un medio como la realidad virtual por sí mismo no asegura mejores resultados en los procesos de enseñanza-aprendizaje, siendo estos diversos y con sus características propias (p. ej. conocimiento declarativo, procedural, etc.), sino que además está definido por una gran diversidad de factores tales como el contenido (Anthes et al., 2016), el desempeño del docente, el agrado que tiene los alumnos por el docente, los procesos cognitivos (Mayer, 2005), motivacionales (Denoyelles et al., 2014), emocionales (Henritius et al., 2019), etcétera.

Este capítulo busca presentar resultados preliminares del proyecto dirigido por el Dr. Diego Camacho, profesor investigador de la Universidad Autónoma de Baja California, Bianca Fox, de la Universidad de Wolverhampton, y del Mtro. Manuel Mejía de CETYS Universidad, en la ciudad de Tijuana, México. El objetivo principal del proyecto es identificar si el uso de realidad virtual promueve la adquisición de conocimiento declarativo en estudiantes universitarios, así como identificar si el aumento de emociones académicas y el sentido de presencia están asociados con dicho aumento. Por su parte, el presente texto también busca sentar las bases para continuar el estudio de la realidad virtual como herramienta de aprendizaje y su comparación con otras herramientas digitales, así como abrir la discusión acerca de la importancia de la transdisciplinariedad en el tema de la adopción de la realidad virtual, y por último puntualizar el papel de los investigadores en la región como precursores de investigación de vanguardia internacional, debido a que la complejidad de estudiar este fenómeno obliga a adoptar los estándares metodológicos y teóricos más altos y llevar a cabo trabajo interdisciplinario que permita una comprensión más amplia del fenómeno.

Realidad virtual, conocimiento y emociones

Realidad virtual

La realidad virtual si bien ha tomado una gran relevancia en los últimos años, es una tecnología cuyos orígenes se encuentran en la década de los sesenta, con el desarrollo del *Sensorama* por parte de Morton Heilig, pero fue hasta la llegada de lo que se denominó *La espada de Damocles* que tuvimos acceso al primer sistema de realidad virtual desarrollado sobre hardware y que a su vez incluía una pantalla montada en la cabeza (*head-mounted display*) (Mazuryk y Gervautz, 1999).

La realidad virtual es definida cómo una serie de gráficos interactivos en tiempo real con modelos tridimensionales que incluyen una tecnología de visualización en donde el usuario puede sumergirse en un mundo generado por computadora el cuál puede ser manipulado directamente por el usuario (Fuchs et al., 1998).

La evidencia empírica acerca de la realidad virtual (Henritius et al., 2019) indica que el éxito de esta en diferentes entornos, entre los que se encuentra el entorno educativo, es fuertemente impactada por el sentido de presencia. El sentido de presencia es definido por Witmer y Singer (1998) como la experiencia subjetiva de estar en un lugar o ambiente aún cuando este se encuentre localizado en otro lugar. Los factores relacionados con este sentido de presencia son los factores de control, factores sensoriales, factores de distracción (los cuales lógicamente deben disminuirse para que la experiencia en la realidad virtual se logre), y por último los factores de realismo (Witmer y Singer, 1998).

CONOCIMIENTO DECLARATIVO

El conocimiento declarativo se refiere al conocer que y es el resultado del proceso de la memoria declarativa que hace referencia al que podemos acceder a través de procesos conscientes (ten Berge y van Hezewijk, 1999). Una característica importante de la memoria declarativa es que permite de algún modo verbalizar las experiencias personales y el conocimiento del mundo.

La memoria declarativa, en su acepción retrospectiva, ha sido referida en dos categorías: a) memoria episódica, y b) memoria semántica. La memoria episódica se refiere, por ejemplo, a recuperar información de eventos que han sucedido en nuestras vidas (Grandi y Tirapu, 2017); por su parte, la memoria semántica: “es aquella que nos permite acceder a los recuerdos de los significados de los conceptos, a la comprensión de esos recuerdos y a disponer de todo otro conocimiento basado en ideas sin tener necesidad de recuperar las experiencias específicas en las que las obtuvimos [...]”. La memoria semántica refiere a nuestro conocimiento sobre la lengua y los hechos sobre el mundo” (Vivas, 2010, p. 2).

Las áreas del cerebro involucradas con la memoria episódica son principalmente el hipocampo y el córtex parahipocampal, mientras que las áreas del cerebro relacionadas con la memoria semántica son el córtex prefrontal (Grandi y Tirapu, 2017).

EMOCIONES ACADÉMICAS

El papel de las emociones en el contexto académico ha tomado crucial importancia en los últimos tiempos (Henritius et al., 2019) principalmente por las aportaciones y la evidencia científica generada a partir de la *control-value theory* (en adelante *cvt*). Bajo la perspectiva de este marco teórico los estudiantes experimentan una diversidad de emociones en el entorno educativo (emociones académicas) y estas emociones tienen un papel importante en el aprovechamiento o

adquisición de conocimiento de diversa índole (Pekrun et al., 2007) tal y como el conocimiento declarativo y procedimental. De acuerdo con Pekrun, Goetz, Titz y Perry (2007) existen diversas emociones que se presentan en el entorno académico cuyas valencias pueden ser positivas (p. ej. disfrute, esperanza, satisfacción, orgullo, dignidad, gratitud, empatía, admiración) o valencia negativa (p. ej. aburrimiento, desesperanza, ansiedad, tristeza, vergüenza, enojo, etc.). En el presente capítulo tomamos la propuesta de los autores con base en aquellas emociones que han obtenido una relación más significativa con el aprendizaje de acuerdo con el poder estadístico.

Métodos, muestra y procedimientos

El presente capítulo es parte de una serie de estudios experimentales y cuasiexperimentales que buscan identificar si la realidad virtual es una herramienta que promueve el aumento de emociones positiviza y facilita la adquisición de aprendizaje declarativo en estudiantes universitarios. Como ya se ha mencionado anteriormente, el principal objetivo de este trabajo es abordar uno de estos estudios y discutir algunos de los avances con la finalidad de dar panorama sobre el uso de la realidad virtual en entornos educativos. Además de que lo anterior nos permitirá discutir sobre la necesidad del trabajo interdisciplinario y conjuntar diversas áreas del conocimiento para la comprensión de este fenómeno. Debido a que el tratamiento de algunos de los datos han sido expuestos en congresos tales como el de la European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI) en Aachen, Alemania, así como otros datos que se encuentran en artículos científicos en proceso de revisión, se expondrán únicamente los datos que no rompan con los acuerdos editoriales establecidos, exponiéndose varios de los resultados a modo de relatoría con la intención de lograr establecer una conclusión y discusión clara en el presente trabajo.

La muestra establecida para el estudio que será ejemplificado ha sido de 56 estudiantes universitarios cursando el primer año en la universidad más grande en el estado de Baja California, México. La muestra fue representada por 30% de hombres y 70% de mujeres con un promedio de edad de 19.4 años. El poder estadístico de la muestra fue de $1-\beta=.75$

El cuasiexperimento realizado consistió en un diseño de *pretest-posttest* con grupo de control. Los participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo experimental y al grupo de control teniendo una equivalencia de 28 participantes cada uno de ellos. El grupo experimental fue expuesto al aprendizaje de contenido en biología utilizando una aplicación de realidad virtual (*software*) mostrada

a través de una pantalla integrada en un *headset* de realidad virtual (Oculus Rift) conectado a una computadora con un procesador Intel i7 y una tarjeta gráfica dedicada GTX 1050 (véase figura 1 y 2). Por su parte, el grupo control fue expuesto al mismo contenido que el grupo experimental con la diferencia de que el contenido fue mostrado a través de un medio multimedia tradicional (video) en un laboratorio de cómputo de la universidad. La duración de la exposición fue de 10 minutos.

Figura 1 y 2. Ejemplo de la situación experimental



Fuente: Elaboración propia.

El *pretest* permitió identificar cuáles eran las emociones académicas presentadas por los estudiantes previo a la presentación del contenido. Para la evaluación de las emociones se utilizó el Academic Emotions Questionnaire (AEO) desarrollado por Pekrun y colaboradores (2011). Además, un cuestionario en su versión previa para medir el grado de conocimiento declarativo fue elaborado con base en el material mostrado para identificar si existían diferencias en el aprendizaje y la evocación declarativa.

El *posttest* consistió en la aplicación del AEO adaptado en su redacción para ser respondido posterior a la asignación. Además, fue necesario utilizar el Presence Questionnaire Item Stems (PQ Version 2.0) desarrollado por Witmer y Singer (1998). Este cuestionario evalúa los cuatro factores que componen el sentido de presencia mencionados en apartados anteriores (control, sensoriales, distracción, y realismo). Finalmente se aplicó el instrumento para la recuperación de conocimiento declarativo (recuperación de la memoria declarativa). El instrumento consistió en un cuestionario de preguntas abiertas acerca de contenido específico y tomado textualmente del contenido presentado a los participantes (alineado con

la exposición verbal del contenido dentro de la aplicación). Cabe señalar que este fue el mismo cuestionario aplicado previo a la presentación del material.

Resultados

Los resultados obtenidos en esta fase del proyecto indican que el uso de realidad virtual está significativamente relacionado con las emociones académicas que esta misma genera durante el proceso de aprendizaje. Los resultados preliminares indican que el uso de la realidad virtual tiene un impacto en el incremento de emociones positivas y disminución de emociones negativas durante el aprendizaje en ciencias (en este caso en el aprendizaje de temas en área de biología celular). De acuerdo con los resultados obtenidos, esta relación se explica en parte por el sentido de presencia que proporciona el aprendizaje a través del uso de la realidad virtual. El incremento de emociones positivas y la disminución de las emociones negativas se presenta particularmente a través del uso de la realidad virtual pero no necesariamente sucede esto en el curso multimedia tradicionales.

Sin embargo, una parte muy importante de este y los diferentes proyectos relacionados por los autores ha buscado identificar si el uso de la realidad virtual efectivamente promueve un mayor grado de aprendizaje de conocimiento de diferente tipo, en este caso declarativo. Los resultados preliminares nos indican que, si bien el uso de la realidad virtual puede ayudar en incrementar las emociones positivas y disminuir las emociones negativas, esto no necesariamente indica que exista mejores resultados en la adquisición y evocación de conocimiento declarativo ya que, si bien estamos generando mayor evidencia que nos apoye a definirlo, la evocación de aprendizaje declarativo posterior al aprendizaje a través de la realidad virtual ha mostrado resultados más bajos en los estudiantes que aprendieron utilizando esta tecnología contrario a aquellos que aprendieron a través del medio multimedia tradicional (audio-video) quienes obtuvieron mayores puntajes en el test de recuperación de conocimiento declarativo.

Discusión

Si bien el objetivo principal del presente capítulo es ofrecer una visión de los resultados preliminares obtenidos del proyecto de integración de realidad virtual en la adquisición de conocimiento en ciencias, también busca resaltar la importancia de la interdisciplina y la eliminación de barreras geográficas, como un elemento importante en el desarrollo las ciencias neurocognitivas.

Los resultados preliminares que hemos obtenido a través del estudio presentado, así como de otros estudios relacionados con el proyecto acerca del uso de

la realidad virtual en el proceso de enseñanza-aprendizaje, indican que el uso de tecnologías innovadoras como la realidad virtual, si bien promueve el desarrollo de emociones positivas en el proceso de aprendizaje que en este caso la adquisición de conocimiento declarativo, requiere la comprensión de otros procesos cognitivos-emocionales para la consolidación y evocación de dicho conocimiento.

De acuerdo con Mayer (2005) es importante considerar que, si bien en las teorías multimedia en un principio podían considerarse dos canales separados, es decir el auditivo y visual para el procesamiento de información, la conjunción de ambos canales en medios que permitan la incorporación de conocimiento puede no aplicar exactamente de la misma forma en el aprendizaje apoyado por la realidad virtual ya que entran en juegos otros canales como el kinestésico. Sin embargo, con base en esta misma teoría denominada cognitiva de aprendizaje multimedia (*cognitive theory of multimedia learning*), el aprendizaje es un proceso activo de filtración, selección, organización e integración, basado en el conocimiento previo (Mayer, 2005).

De tal forma que, debido a las características de este proceso de aprendizaje, desde nuestra aproximación, la adquisición de conocimiento declarativo requiere mayor uso de recursos cognitivos al integrar no solo esta codificación dual sino el necesitar recursos del cerebro para completar la experiencia a través del sentido de presencia que incluye la manipulación del entorno, a diferencia del aprendizaje multimedia. Con esto no afirmamos que el aprendizaje a través de esta tecnología sea imposible de darse sino más bien que deben considerarse estrategias que permitan que el estudiante tenga claro el objetivo de aprendizaje (*goal orientation* como lo menciona la *control-value theory*), así como la incorporación de otros conceptos no analizados en el estudio como es el caso de la carga cognitiva, cuyo análisis escapa al desarrollo del presente texto pero que sin duda debe considerarse.

Como puede observarse, la comprensión del proceso de enseñanza a través de la introducción de tecnologías innovadoras requiere de la conjunción de interdisciplinariedad en la ciencia, tal como lo menciona Guzmán (2014):

La ciencia que investiga las propiedades y el comportamiento de la información, las fuerzas que gobiernan su flujo y los medios para procesarla para lograr su mejor accesibilidad y usabilidad. Los procesos incluyen el origen, la diseminación, la recolección, la organización, el almacenamiento, la recuperación, la interpretación y el uso de la información. El campo se deriva de o está relacionado con las matemáticas, la lógica, la lingüística, la psicología, la tecnología computacional, la

investigación de operaciones, las artes gráficas, las comunicaciones, la ciencia bibliotecológica, la gerencia, entre otros campos (p. 2).

El presente capítulo ha requerido la unión de diversas áreas de la ciencia, particularmente, la ciencia cognitiva, neuropsicología, ciencias de la comunicación y la ingeniería en sistemas computacionales. Afortunadamente, Baja California se ha desarrollado en estas áreas hasta lograr establecer equipos interdisciplinarios como el que desarrolla este proyecto. Sin embargo, existen investigadores y centros de investigación a nivel mundial que de igual forma se han desarrollado en diversas áreas afines y necesarias a nuestro estudio, por lo que es importante crear lazos, no solo interdisciplinarios, sino internacionales, para un avance más rápido en la creación de conocimiento científico de la más alta calidad.

Conclusiones

En conclusión, el presente capítulo es un intento honesto por poner en el mapa del estudio de procesos de aprendizaje, el análisis científico de la realidad virtual como herramienta tecnológica para el aprendizaje, particularmente en el aprendizaje y evocación del conocimiento declarativo, quedando pendiente el análisis del aprendizaje procedimental, el cual es necesario para tener una comprensión más amplia de este fenómeno. Además de ser necesaria la consideración de otros factores importantes en el proceso de aprendizaje a través de la realidad virtual, tales como la carga cognitiva. Principalmente, es menester poner de manifiesto el papel de las emociones en el proceso de enseñanza, vistas estas como un componente del proceso cognitivo de los estudiantes, visión que requiere adherirse a modelos metodológicos estrictos para explicar realmente su función.

Finalmente, y acorde con los objetivos del presente libro y más allá de buscar desarrollar un informe técnico de nuestras situaciones experimentales, el presente trabajo ha querido enfatizar la importancia del trabajo interdisciplinario que permita ir más allá de las fronteras regionales para poder nutrirse y desarrollar investigación de calidad con apoyo de instituciones que por razones de su propia gestión o del contexto socioeconómico, han tenido la posibilidad de utilizar con antelación tecnologías como la mencionada en este trabajo y analizar sus virtudes y sus áreas de mejora, sin desmeritar el trabajo de los investigadores de la región y de México, que cada vez más van encontrando voz entre los investigadores de todo el mundo, incluyendo aquellos pertenecientes a las universidades posicionadas en los primeros lugares en *rankings* como el *Times Higher Education*.

Referencias

- Anthes, C., Garcia-Hernandez, R. J., Wiedemann, M. y Kranzlmuller, D. (2016). State of the art of virtual reality technology. *2016 IEEE Aerospace Conference*, 1-19. <https://doi.org/10.1109/AERO.2016.7500674>
- Baxter, G. y Hainey, T. (2019). Student perceptions of virtual reality use in higher education. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 12(3), 413-424. <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2018-0106>
- ten Berge, T. y van Hezewijk, R. (1999). Procedural and Declarative Knowledge: An Evolutionary Perspective. *Theory & Psychology*, 9(5), 605-624. <https://doi.org/10.1177/0959354399095002>
- Bohil, C., Owen, C. B., Jeong, E. J., Alicea, B. y Biocca, F. (2009). Virtual Reality and Presence. En *21st Century Communication: A Reference Handbook 21st century communication: A reference handbook* (pp. 534-542). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781412964005.n59>
- Denoyelles, A., Hornik, S., Dixon, K. y Johnson, R. (2014). Exploring the Dimensions of Self-Efficacy in Virtual World Learning: Environment, Task, and Content. *Learning and Teaching*, 10(2), 255-271.
- Fuchs, H., Livingston, M. A., Raskar, R., Colucci, D., Keller, K., State, A., Crawford, J. R., Rademacher, P., Drake, S. H. y Meyer, A. A. (1998). Augmented reality visualization for laparoscopic surgery. En W. M. Wells, A. Colchester y S. Delp (Eds.), *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention—MICCAI'98* (pp. 934-943). Springer Berlin Heidelberg.
- Guzmán, M. (2005). El fenómeno de la interdisciplinariedad en la ciencia de la información: contexto de aparición y posturas centrales. *ACIMED*, 13(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352005000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Grandi, F. y Tirapu, J. (2017). Sobre la memoria de trabajo y la memoria declarativa: propuesta de una clarificación conceptual. Cuadernos de neuropsicología. *Panamerican Journal of Neuropsychology*, 10(3), 13-31. DOI: 10.7714/CNPS/10.3.201.
- Henritius, E., Löfström, E. y Hannula, M. S. (2019). University students' emotions in virtual learning: A review of empirical research in the 21st century: University students' emotions in virtual learning. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 80-100. <https://doi.org/10.1111/bjet.12699>
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning. En R. E. Mayer (Ed.) *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press. 10.1017/CBO9780511816819.004

- Mazuryk, T. y Gervautz, M. (n.d.). History, Applications, Technology and Future. *Virtual Reality*, 73, 1-72.
- Pekrun, R., Frenzel, A. C., Goetz, T. y Perry, R. P. (2007). The control-value theory of achievement emotions: An integrative approach to emotions in education. En P. A. Schutz y R. Pekrun (Eds.), *Educational psychology series. Emotion in education* (p. 13-36). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012372545-5/50003-4>
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P. y Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 36-48. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.10.002>
- Vivas, Jorge. (2010). Modelos de Memoria Semántica. En J. Vivas (Ed.). *Evaluación de redes semánticas. Instrumentos y Aplicaciones*. EUDEM.
- Witmer, B. G. y Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>

APROXIMACIONES DEL SENSADO MÓVIL PARA LA MONITORIZACIÓN DE PATRONES CONDUCTUALES EN MENORES CON TEPT SECUNDARIO A ABUSO SEXUAL

Ibza América García-León
Luis A. Castro

Introducción

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (Inegi) en los resultados presentados en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2018, en México residen 38.3 millones de niñas, niños y adolescentes de 0 a 17 años. Este grupo etario presenta necesidades específicas de cuidado, por lo tanto, en el 2014 se promulgó la *Ley General de los Derechos de las Niñas, Niños y Adolescentes* (LGDNNA, 2014, Art.14) que define como derechos elementales de las niñas y niños el derecho a la vida, la supervivencia y el desarrollo y dicta que toda niña, niño y adolescente tiene derecho a que se preserve su vida, se garantice su desarrollo y se prevenga cualquier conducta que atente contra su supervivencia.

En México, el cuidado integral de las niñas, niños y adolescentes se ha procurado desde inicios del siglo xx, no obstante, hasta el momento no se ha logrado decrecer los porcentajes de maltrato. En este sentido, el INEGI en 1999 realizó una encuesta a 2 414 154 mujeres de 5 a 19 años, de las cuales 12 701 (0.53%) dijeron haber sufrido abuso sexual dentro de sus hogares. En datos más recientes se ha reportado a través del Informe Nacional sobre Violencia y Salud de la Secretaría de Salud (2006) que entre 55 % y 62 % de niños y niñas dicen haber sufrido alguna forma de maltrato físico, emocional o sexual, en entornos como la familia, la escuela, la comunidad, los centros de trabajo o las instituciones. De manera más específica, en un reporte del 2009, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por sus siglas en inglés) reportó que se registraron 21 casos diarios de abuso sexual infantil. Por otro lado, en el 2012, la *Encuesta Nacional de Salud*

y *Nutrición* (ENSATU, 2012) reportó que 10.3% de las mujeres de 10-19 años sufrieron agresión sexual a diferencia de los hombres, donde no se reporta ningún caso. Esto concuerda con datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) donde se menciona que México ocupa el primer lugar a nivel mundial en abuso sexual infantil (en adelante ASI) (Senado de la República, 2019).

Parte de las consecuencias para víctimas de ASI incluyen problemas atencionales, de memoria, aprendizaje y trastornos como depresión, trastorno límite de la personalidad (TLP) y trastorno por estrés postraumático (TEPT). A menudo, dichas consecuencias son detectadas, monitorizadas y tratadas por terapeutas profesionales. Mucho de la manera convencional de llevar a cabo el contacto entre paciente y terapeuta incluye entrevistas y aplicación de instrumentos que permiten medir aspectos de interés como la depresión. Con la popularidad de los teléfonos inteligentes, aparece una nueva área de investigación denominada *sensado móvil*, en la que se utilizan teléfonos celulares para inferir comportamientos de los usuarios así como situaciones concernientes a su entorno. En este capítulo se describe la manera en que el sensado móvil puede ser utilizado como una nueva herramienta en apoyo a las ciencias del comportamiento, aplicado el área de ASI. De particular interés para este trabajo es la manera en que sensado móvil puede ayudar a detectar comportamientos relacionados con ciertas dimensiones del TEPT como lo es la re-experimentación.

Abuso sexual infantil y el TEPT

El National Center of Child Abuse and Neglect (NCCAN) desde 1978 definió el ASI como “los contactos sexuales e interacciones entre un niño y un adulto cuando éste último (agresor) usa al niño para estimularse sexualmente a él mismo o a otra persona” (Echeburúa y Guerricaechevarría, 2000). El abuso sexual también puede ser cometido por una persona menor de 18 años, si ésta es significativamente mayor que el niño (la víctima) o cuando el agresor se encuentra en una posición de poder o control sobre otro menor (Martin y Klaus, 1978).

Se sabe que existen consecuencias médicas directas hacia las víctimas de ASI tales como heridas, hematomas, desgarres en los genitales externos o en las zonas vagina¹ o anal, secreción vaginal, dolor crónico genital, infecciones recurrentes de las vías urinarias, enuresis, ecopresis, dolor abdominal (Isaac, 2009), embarazos no deseados (Cohen, Horning y Androphy, 1990), enfermedades de transmisión sexual siendo la sífilis, gonorrea y tricomoniasis las que se presentan con mayor incidencia (Isaac, 2009; Onostre, 2000) y VIH (Comité del Centro de Estudios para el Adelanto de las Mujeres y la Equidad de Género, 2010). El riesgo de adquirir

una enfermedad de transmisión sexual después de un abuso sexual es de 6% a 12 % para gonococo en adolescentes; para Chlamydia de 4 % a 17 % y para sífilis 0.5 % a 3 %. El riesgo para VIH es menor que un punto porcentual (Barney y Londoño, 2005).

Si bien, las consecuencias médicas suelen ser más evidentes, una víctima de ASI suele experimentar secuelas severas en las esferas emocional, conductual y cognoscitiva que suelen expresarse a través de un bajo rendimiento académico, problemas de atención y concentración, déficit en la memoria y el funcionamiento ejecutivo (Beers y De Bellis, 2002) y trastorno por estrés postraumático (TEPT). Estas consecuencias se asocian con cambios anátomo-funcionales en distintas estructuras cerebrales, particularmente, aquéllas implicadas en la memoria y el procesamiento emocional como son el hipocampo (Teicher, Tomoda y Andersen, 2006) y la corteza prefrontal.

Respecto al TEPT secundario al ASI, se ha evidenciado que las personas diagnosticadas con este trastorno presentan cambios en la memoria, donde la naturaleza anormal de los recuerdos traumáticos se manifiestan a través de síntomas de re-experimentación, como pensamientos intrusivos, pesadillas y *flashbacks*, acompañados de una elevada reactividad emocional y fisiológica (Botelho de Oliveira y Conde, 2011).

TRASTORNO POR ESTRÉS POSTRAUMÁTICO

Las consecuencias del ASI suelen manifestarse a través de problemas atencionales, de memoria, aprendizaje y trastornos como depresión, trastorno límite de la personalidad (TLP) y trastorno por estrés postraumático (TEPT). Las terapias más comunes para víctimas de ASI se centran en la terapia cognitivo conductual y en terapia de juego.

Actualmente, el TEPT es clasificado en el *Manual Diagnóstico y Estadístico para los Trastornos Mentales-V* (DSM-V, American Psychiatric Association, 2013) dentro de los Trastornos Relacionados a Trauma y Estresores. En este sentido, el DSM-V (2013) considera los siguientes criterios diagnósticos para el TEPT: (a) exposición a la muerte real o amenaza, serias lesiones, o abuso sexual, (b) presencia de uno (o más) de los síntomas de intrusión asociados con el evento traumático, (c) evasión persistente de estímulos asociados al evento traumático, (d) alteraciones en cognición y el estado de ánimo asociados al evento traumático, (e) alteraciones en la excitación y reactividad asociada con el evento traumático, (f) que las alteraciones presentes en b, c, d y e tengan una duración de más de un mes, (g) estrés clínicamente significativo o deterioro en las áreas sociales, ocupacionales u otras áreas importantes del funcionamiento y (h) que las alteraciones no sean atribuibles a efectos fisiológicos de una sustancia.

A lo largo de los años, diversos grupos de investigadores se han centrado en conocer y explicar cómo el TEPT puede tener repercusiones en el desempeño de distintas tareas que evalúan diferentes procesos cognitivos (Samuelson, Krueger, Burnett y Wilson, 2010; Chae, Goodman, Eisen y Qin, 2011). Un ejemplo claro es la investigación de Beers y De Bellis (2002), en donde se reporta que el desempeño en tareas de atención, memoria y funciones ejecutivas (en adelante FE) es menor en niños con TEPT secundario a ASI en comparación con niños con características sociodemográficas similares, pero que no presentan TEPT secundario a ASI.

Para evaluar a sujetos con TEPT se han utilizado entrevistas estructuradas que tratan la situación psiquiátrica del sujeto (Romero y Ruíz, 2015) y escalas (Bustos, Rincón y Aedo, 2009; Crespo y Gómez, 2011). De manera clara se evidencia que las evaluaciones se centran en un formato tradicional, es decir, centrados en un ambiente terapéutico y con instrumentos a papel y lápiz. Tales escenarios abren la posibilidad de explorar nuevas tecnologías para la evaluación y tratamiento del TEPT.

Sensado móvil

De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH, 2017), hay 14.3 millones de niñas, niños y adolescentes de 12 a 17 años. De esta población, 72.9% cuenta con un celular inteligente para acceder a Internet y 41.5% se conecta por medio de una computadora de escritorio. A diferencia de un teléfono celular convencional, los teléfonos inteligentes (*smartphones*) cuentan con sensores integrados tales como acelerómetro, giroscopio, brújula digital, Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), micrófono, cámara de video, sensor de luz ambiental, de proximidad, entre otros (Lane et al., 2010). El propósito inicial de estos sensores fue el de enriquecer la experiencia de uso de los portadores del teléfono como, por ejemplo, para cambiar la orientación de la pantalla para ver mejor un video o una imagen. Esto se hace por medio del sensor llamado acelerómetro, el cual detecta grados de aceleración del dispositivo móvil en tres dimensiones.

Sin embargo, la alta penetración de teléfonos celulares inteligentes con estas nuevas capacidades para sensar y obtener más información acerca de lo que pasa con el usuario y el dispositivo mismo ha sentado las bases para la creación de un área de investigación llamada *sensado móvil*. A través de los sensores que trae el dispositivo se pueden capturar y transmitir imagen, audio, localización y otros datos capturados con los sensores del dispositivo. Algunas de las posibles aplicaciones para estos sensores son, por ejemplo, descubrir las relaciones sociales en una

comunidad i. e., grafo social por proximidad física (Chronis, Madan y Pentland, 2009; Eagle y Pentland, 2006) o detectar patrones de comportamiento asociados con individuos que presentan alguna condición médica (Chronis et al., 2009; Madan, Cebrian, Lazer y Pentland, 2010). De igual forma, también existe el potencial de conocer aspectos relevantes sobre las ciudades, por ejemplo hábitos de transporte de las personas (Thiagarajan et al., 2009), estimación de carga de tráfico en vialidades (Herrera et al., 2010) o contaminación auditiva en ciertas zonas de la ciudad por medio del uso de los micrófonos que traen incorporados (Tanveer, Martinez-Enriquez, Escalada-Imaz y Aslam, 2010). Debido a esto, los teléfonos celulares cada vez más son percibidos como sensores inmersos en la sociedad, los cuales pueden ayudar a resolver problemas de gran envergadura usando una gran variedad de dispositivos en una cantidad considerable de situaciones, con una gran cantidad de usuarios de manera simultánea.

El sensado de móvil se ha venido estudiando a tres diferentes escalas por la comunidad científica: sensado individual, grupal y comunitario (Lane et al., 2010).

SENSADO INDIVIDUAL

Aplicaciones de sensado individual están diseñadas para una sola persona, y frecuentemente están enfocadas a recolectar datos y analizarlos. Ejemplos de escenarios son llevar un registro de las rutinas de ejercicio del usuario o automatizar la elaboración de un diario personal. Por lo regular, los datos generados en estas aplicaciones de sensado personal son para el consumo del usuario y no es compartido con otros. Una excepción son las aplicaciones de salud que comparten algunos de estos datos con médicos o profesionales en el área de salud. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones es *UbiFit Garden* (Consolvo et al., 2008). Esta aplicación usa la metáfora de un jardín floreciente mientras el usuario progresa hacia sus objetivos para mejorar su estado físico. Esta aplicación infiere el tipo de actividad que realiza el usuario y basado en esto estima que tan activo estuvo. Otro ejemplo similar es el paquete comercial Nike+iPod (Apple Inc., 2008) que a diferencia de *UbiFit Garden*, requiere que el usuario inicie el sensado cuando va a realizar actividad física, no se hace de manera automática. En este caso se mide y almacena la distancia y velocidad del recorrido.

SENSADO GRUPAL

En el sensado grupal, un grupo se representa por los individuos que participan en aplicaciones de sensado que colectivamente comparten un objetivo o interés particular. Las aplicaciones de sensado grupal se caracterizan por reflejar el cre-

ciente interés de las redes sociales o grupos conectados que desean compartir información de sensado de manera libre o sin privacidad. Estas aplicaciones requieren que exista cierto nivel de confianza entre los participantes, dado que se comparte información como puede ser la ubicación o actividad. Un ejemplo de este tipo de sensado es GarbageWatch que permite a los usuarios ayudar a mejorar el programa de reciclado registrando depósitos de reciclado alrededor de un campus académico (CENS/UCLA, 2009), en este caso de la UCLA. La manera en que se registran cada uno de los depósitos es por medio de una fotografía que el usuario debe tomar y enviarla a un repositorio central para su análisis.

SENSADO COMUNITARIO

Las aplicaciones en sensado comunitario ofrecen información de mayor utilidad a medida que se incrementa el número de participantes. Por ejemplo, monitorear la potencial propagación de una enfermedad en una ciudad (Madan et al., 2010), o un mapa del nivel de ruido de una ciudad (Rana, Chou, Kanhere, Bulusu y Hu, 2010). Para hacer posible estas aplicaciones se requiere la cooperación de personas que probablemente no se conocen entre sí (Lane et al., 2010). Esto aumenta la necesidad para que los sistemas de sensado de la comunidad tengan una fuerte protección de privacidad y que permita niveles bajos de compromiso a los usuarios.

Sensado móvil como nueva herramienta para las ciencias del comportamiento

El sensado móvil puede tener aplicaciones para la investigación en ciencias del comportamiento. A través del teléfono celular, como se ha comentado, es posible recopilar datos relacionados con el uso del teléfono celular, con el objetivo de analizar patrones de uso o de comportamiento e investigar su relación con aspectos conductuales que son de interés. Uno de ellos es poder detectar cambios de comportamiento en individuos que puedan estar relacionados con ciertos trastornos mentales. Algunos de esos cambios pueden estar relacionados con cambios en estados de ánimo, sueño, actividad física y movilidad, entre otros.

Para ilustrar ciertos patrones de conducta, se describe el caso de depresión y ansiedad. La depresión y ansiedad son condiciones que pueden ocasionar en los individuos varios trastornos, entre ellos cambios en comportamiento. Dos de los instrumentos más usados para medir depresión y ansiedad son el Beck Depression Inventory (BDI) (Beck, Steer, Ball y Ranieri 1996) y el Beck Anxiety Inventory (BAI) (Beck, Epstein, Brown y Steer, 1988). Ambos son instrumentos ampliamente usados y validados en México.

Algunos trabajos han reportado que el uso frecuente de teléfonos celulares en adultos jóvenes muestra una relación con niveles elevados de estrés y depresión (Augner y Hacker, 2012; Thomée, Härenstam y Hagberg, 2011). Esto es preocupante debido a la penetración creciente del uso de teléfonos celulares tanto en adolescentes como en adultos. Esto puede llevar, entre otras cosas, a trastornos de sueño, problemas interpersonales, así como dificultad para lidiar con situaciones de la vida diaria. Entre otros, uno de los factores que ha mostrado relación con el uso excesivo del teléfono celular en adolescentes es el género, siendo las personas del sexo femenino quienes muestran un uso más elevado en comparación con personas del sexo masculino (Augner y Hacker, 2012; Sánchez-Martínez y Otero, 2009). Adicionalmente, se ha reportado que las personas que experimentan ciertos niveles de ansiedad tienden a externar diferente comportamiento de contacto social por medio de la tecnología (Reid y Reid, 2007). Es decir, que perciben de diferente manera los medios de comunicación como llamadas o mensajes de texto, por lo que es posible iniciar a monitorizar esos cambios de comportamiento para tratar de identificar esos cambios.

Por otro lado, se han llevado a cabo estudios que involucran desarrollos tecnológicos que sirven para coadyuvar en la monitorización de ciertos constructos como estrés por medio de los cambios fisiológicos de los individuos como sudoración o latidos del corazón (Ayzenberg, Hernandez-Rivera y Picard, 2012) así como por medio de análisis de la voz de los individuos (Chang, Fisher, Canny y Hartmann, 2011; Lu et al., 2012). Por ejemplo, en el trabajo de Lu et al. (2012), los autores utilizan los micrófonos que trae el mismo celular para monitorizar estrés, por medio de análisis de la voz del individuo, con un porcentaje de inferencia alto tanto dentro de edificios o casas (81%) como en exteriores (76%).

De igual forma, de manera exploratoria, se han realizado proyectos que tratan de disminuir el estrés por medio de tecnología o de interacción con miembros de su red social por medio de tecnología (Ferreira, Sanches, Höök y Jaensson, 2008; Paredes y Chan, 2011). Aún más, el uso de tecnología móvil se ha propuesto para el diseño de terapias que puedan ayudar a disminuir estrés (Cipresso et al., 2012).

La dirección en la asociación de estrés y uso de teléfonos celulares es muy debatible, pero lo cierto es que los mismos teléfonos celulares han mostrado ser herramientas que permiten monitorizar más de cerca los patrones de comportamiento de los individuos como para mejorar los diagnósticos, así como su seguimiento. Estudios en el área de psicología reportan una factibilidad del uso de celulares para capturar información relacionada con ciertos estresores (Kauer, Reid, Sancí y Patton, 2009). Por otro lado, como se vio en los proyectos anteriores, tam-

bién desde el punto de vista tecnológico, es posible intentar detectar cambios en los niveles de estrés por medio de cambios fisiológicos (p. ej., sudoración, cambios en la voz, etc.) en los individuos.

Debido a que el individuo muestra ciertos cambios tanto fisiológicos como de comportamiento, es posible pensar que se pueden observar ciertos cambios en la manera en que una persona con depresión u otro trastorno como TEPT usa su teléfono celular. Sin embargo, hasta ahora se han reportado pocos casos en los que se estudie la manera en que el sensado móvil se pueda utilizar para monitorizar la sintomatología asociada a trastornos como TEPT. Por ejemplo, una persona diagnosticada con TEPT pudiera incrementar o disminuir su comunicación con personas cercanas. De igual forma, esta persona pudiera estar despertando por las noches de manera recurrente, con episodios atípicos de sudoración.

Otro posible cambio es la socialización de los individuos, la cual puede variar dependiendo del estado de ánimo. En algunos trabajos se han reportado que individuos tienden a modificar sus patrones de movilidad cuando tienen síntomas relacionados con influenza (Madan et al., 2010). De manera similar, en algunos trastornos psicológicos esto podría derivar en cambios de comportamiento. El poder detectar estos cambios en los patrones conductuales puede ayudar a estimar cambios en el comportamiento que sugieren que algo está ocurriendo con el individuo.

De la misma manera, para el estudio y monitorización de patrones conductuales en menores con TEPT secundario a abuso sexual existen ciertos comportamientos que pueden ser de interés. A nuestro mejor saber y conocer, este es el primer trabajo que trata de proponer el sensado móvil para el estudio de esta área. En ese sentido, para el área de interés para este capítulo, existen una serie de comportamientos que pueden ser observados y monitorizados por medio de tecnología móvil. En la tabla 1, se muestran algunas dimensiones en las cuales el *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* (DSM-5, 2013) se centra para dar el diagnóstico del TEPT. Cada dimensión tiene más síntomas asociados, pero han sido descartados por considerarse que puede ser difícil monitorizarse por medio de sensado móvil.

Tabla 1. Dimensiones reportadas en el DSM-V (2013) que pueden ser utilizadas para el diagnóstico del TEPT, y que tienen la posibilidad de ser monitorizadas vía sensado móvil

<i>Dimensiones</i>	<i>Síntomas DSM-V</i>	<i>Operacionalización</i>	<i>Medición (sensores)</i>
Intrusión	Reacciones fisiológicas intensas a factores internos o externos	-Variabilidad cardiaca -Aumento en la presión arterial -Dilatación de pupilas -Vasodilatación muscular -Vasoconstricción cutánea -Sudoración	- Sensor de ritmo cardiaco - Respuesta galvánica de la piel
Evitación	Evitación o esfuerzos para evitar recordatorios externos	-Vasodilatación muscular -Vasoconstricción cutánea -Aumento en la presión arterial -Sudoración	- Sensor de ritmo cardiaco - Respuesta galvánica de la piel
Alteraciones negativas cognitivas y del estado de ánimo	Disminución importante del interés o la participación en actividades significativas	-Menor grado de movilidad del individuo	-Acelerómetro
Alerta y reactividad	Hipervigilancia	-Variabilidad cardiaca -Aumento en la presión arterial -Aumento del consumo de oxígeno	- Oxímetro -Acelerómetro -Sensor de ritmo cardiaco
	Respuestas de sobresalto exagerada	-Variabilidad cardiaca -Aumento en la presión arterial -Aumento del consumo de oxígeno	-Acelerómetro -Sensor de ritmo cardiaco
	Alteraciones del sueño	Insomnio	-Acelerómetro -Sensor de ritmo cardiaco

Fuente: Elaboración propia con base en el DSM-V (2013).

Comentarios de cierre

El ASI es un problema social y de salud por las diferentes consecuencias cognitivas, emocionales y conductuales que derivan en un malestar clínicamente significativo

o deterioro en lo social, laboral u otras áreas importantes del funcionamiento del sujeto.

Uno de los trastornos que se presenta con alta incidencia después del ASI es el TEPT, por lo tanto, se han estudiado las implicaciones que tiene en el sujeto desde diferentes perspectivas. No obstante, poco se sabe de las aportaciones que el sensado móvil podría tener en la detección y tratamiento del TEPT.

Con el advenimiento de las nuevas tecnologías se abre un campo donde las ciencias del comportamiento y el sensado móvil tienen oportunidad de converger en beneficio de los sujetos sobrevivientes de un abuso sexual. Con la posibilidad de incorporar herramientas que puedan medir al sujeto en ambientes naturalistas y no solo dentro de un espacio terapéutico, logrando un abordaje integral de la problemática.

Referencias

- American Psychiatric Association & DSM-5 Task Force. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5*. American Psychiatric Association.
- Apple Inc. (2008). Nike+iPod. <https://web.archive.org/web/20081229065208/http://www.apple.com/ipod/nike/>
- Augner, C. y Hacker, G. W. (2012). Associations between problematic mobile phone use and psychological parameters in young adults. *International Journal of Public Health*, 57(2), 437-441. doi:10.1007/s00038-011-0234-z
- Ayzenberg, Y., Hernandez-Rivera, J. y Picard, R. (2012). FEEL: Frequent EDA and event logging – A mobile social interaction stress monitoring system. Paper presented at the Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI 2012), Austin, Texas, USA.
- Barney, G. y Londoño, J. (2005). *Abuso sexual infantil*. Ascofame.
- Beers, S. R. y De Bellis, M. D. (2002). Neuropsychological function in children with maltreatment-related posttraumatic stress disorder. *American Journal of Psychiatry*, 159(3), 483-486.
- Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G. y Steer, R. A. (1988). An Inventory for Measuring Clinical Anxiety: Psychometric Properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56(6), 893-897.
- Beck, A. T., Steer, R. A., Ball, R. y Ranieri, W. F. (1996). Comparison of Beck Depression Inventories-IA and-II in Psychiatric Outpatients. *Journal of Personality Assessment*, 67(3), 588-597. doi:10.1207/s15327752jpa6703_13
- Botelho de Oliveira, S. y Conde, C. A. (2011). Emotional Memory and Post-traumatic Stress Disorder in the Context of Displacement in Colombia. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 40(3), 457-469.

- Bustos, P., Rincón, P. y Aedo, J. (2009). Validación Preliminar de la Escala Infantil de Síntomas del Trastorno de Estrés Postraumático (Child PTSD Symptom Scale, CPSS) en Niños/as y Adolescentes Víctimas de Violencia Sexual. *PSYHE*, 18(2), 113-126.
- CENS/UCLA. (2009). Participatory campaigns for sustainability (GarbageWatch). <http://research.cens.ucla.edu/>
- Chae, Y., Goodman, G., Eisen, M. y Qin, J. (2011). Event memory and suggestibility in abused and neglected children: Trauma-related psychopathology and cognitive functioning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 520-538.
- Chang, K.-h., Fisher, D., Canny, J. y Hartmann, B. (2011). How's my mood and stress?: an efficient speech analysis library for unobtrusive monitoring on mobile phones. Paper presented at the Proc. of the 6th International Conference on Body Area Networks (BodyNets 2011), Beijing, China.
- Chronis, I., Madan, A. y Pentland, A. (2009). SocialCircuits: the art of using mobile phones for modeling personal interactions. Paper presented at the ICMI-MLMI '09 Workshop on Multimodal Sensor-Based Systems and Mobile Phones for Social Computing, Cambridge, MA.
- Cipresso, P., Serino, S., Villani, D., Repetto, C., Sellitti, L., Albani, G. y Riva, G. (2012). Is your phone so smart to affect your state? An exploratory study based on psychophysiological measures. *Neurocomputing*, 84, 23-30. doi:10.1016/j.neucom.2011.12.027
- Cohen, B., Hornin, P. y Androphy, E. (1990). Anogenital warts in children: Clinical and virologic evaluation for sexual abuse. *Archives of Dermatology*, 126, 1275-1280.
- Comité del Centro de Estudios para el Adelanto de las Mujeres y la Equidad de Género. (2010). Plan de trabajo 2010-2011 por el comité del CEAMEG.
- Consolvo, S., McDonald, D. W., Toscos, T., Chen, M. Y., Froehlich, J., Harrison, B., . . . Landay, J. A. (2008). Activity sensing in the wild: a field trial of ubi-fit garden. Paper presented at the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2008), Florence, Italy.
- Crespo, M. y Gómez, M. M. (2012). La Evaluación del Estrés Postraumático: Presentación de la Escala de Evaluación Global de Estrés Postraumático (EGEP). Accésit de la XVIII edición del Premio de Psicología Aplicada "Rafael Burgaleta" 2011. *Clínica y Salud*, 23(1), 25-41. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1806/180623381002>

- Eagle, N. y Pentland, A. (2006). Reality mining: sensing complex social systems. *Personal Ubiquitous Computing*, 10(4), 255-268. DOI:10.1007/s00779-005-0046-3
- Echeburúa, E. y Guerricaechevarría, C. (2000). *Abuso sexual en la infancia, víctimas y agresores. Un enfoque clínico*. Ariel
- Ferreira, P., Sanches, P., Höök, K. y Jaensson, T. (2008). License to chill!: how to empower users to cope with stress. Paper presented at the Proc. of the 5th Nordic conference on Human-computer interaction: building bridges (NordCHI 2008), Lund, Sweden.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). (2009). *Informe anual 2009*.
- Gutiérrez, J. P., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, L., Romero-Martínez, M. y Hernández-Ávila, M. (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales*. Instituto Nacional de Salud Pública.
- Herrera, J. C., Work, D. B., Herring, R., Ban, X., Jacobson, Q. y Bayen, A. M. (2010). Evaluation of traffic data obtained via GPS-enabled mobile phones: The Mobile Century field experiment. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 18(4), 568-583. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2009.10.006>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000). *Violencia intrafamiliar: encuesta 1999*. Autor.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2017). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares*. EN-DUTIH. Base de datos. <http://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/363>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2018). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo*. IV Trimestre 2018. ENOE. Base de datos. <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/default.html>
- Isaac, R. (2009). *Sexual Abuse*. En S. Singhi y J. Surpure (Eds.), *Synopsis of Pediatric Emergency Care*. Peepee Publishers.
- Kauer, S. D., Reid, S. C., Sanci, L. y Patton, G. C. (2009). Investigating the utility of mobile phones for collecting data about adolescent alcohol use and related mood, stress and coping behaviours: Lessons and recommendations. *Drug and Alcohol Review*, 28(1), 25-30. DOI:10.1111/j.1465-3362.2008.00002.x
- Lane, N. D., Miluzzo, E., Lu, H., Peebles, D., Choudhury, T., & Campbell, A. T. (2010). A survey of mobile phone sensing. *IEEE Communications Magazine*, 48(9), 140-150.

- Ley General de los Derechos de las Niñas, Niños y Adolescentes. *Diario Oficial de la Federación, Estados Unidos Mexicanos*, Presidencia de la República, México, 4 de diciembre de 2014. Última reforma publicada DOF 20-06-2018
- Lu, H., Frauendorfer, D., Rabbi, M., Mast, M. S., Chittaranjan, G. T., Campbell, A. T., . . . Choudhury, T. (2012). StressSense: detecting stress in unconstrained acoustic environments using smartphones. Paper presented at the Proc. of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing (Ubicomp 2012), Pittsburgh, Pennsylvania.
- Madan, A., Cebrian, M., Lazer, D., & Pentland, A. (2010). Social sensing for epidemiological behavior change. Paper presented at the 12th ACM International Conference on Ubiquitous Computing (Ubicomp 2010), Copenhagen, Denmark.
- Martin, M. P. y Klaus, S. L. (1978). *1978 Annual Review of Child Abuse and Neglect Research*. U. S. Department of Health, Education, and Welfare. <https://www.ojp.gov/ncjrs/virtual-library/abstracts/child-abuse-neglect-research-annual-review-1978>
- Onostre, R. (2000). Abuso sexual en niñas y niños: Consideraciones clínicas (Bolivia). *Revista Chilena de Pediatría*, 71(4), 368-375. ISSN 0370-4106. doi: 10.4067/S0370-41062000000400016.
- Paredes, P. y Chan, M. K. (2011). CalmMeNow: Exploratory Research and Design of Stress Mitigating Mobile Interventions. Paper presented at the Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI 2011), May 7-12, 2011, Vancouver, BC, Canada.
- Rana, R. K., Chou, C. T., Kanhere, S. S., Bulusu, N. y Hu, W. (2010). Ear-phone: an end-to-end participatory urban noise mapping system. Paper presented at the 9th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks, Stockholm, Sweden.
- Reid, D. J. y Reid, F. J. M. (2007). Text or Talk? Social Anxiety, Loneliness, and Divergent Preferences for Cell Phone Use. *Cyberpsychology & Behavior*, 10(3), 424-435. doi:10.1089/cpb.2006.9936
- Samuelson, K. W., Krueger, C. E., Burnett, C. y Wilson, C. K. (2010). Neuropsychological functioning in children with posttraumatic stress disorder. *Child neuropsychology*, 16(2), 119-133.
- Romero, K. y Ruíz, F. (2015). El trastorno de estrés postraumático en niños preescolares: una revisión literaria. *Katharsis*, 20, 145-168.
- Sánchez-Martínez, M. y Otero, A. (2009). Factors Associated with Cell Phone Use in Adolescents in the Community of Madrid (Spain). *Cyberpsychology & Behavior*, 12(2), 131-137. doi:10.1089/cpb.2008.0164

- Secretaría de Salud. (2006). *Encuesta Nacional de Violencia contra las Mujeres*. Autor.
- Senado de la República. (9 de abril de 2019). México, primer lugar de la OCDE en maltrato infantil: Senador Martínez Martínez. Autor. <http://comunicacion.senado.gob.mx/>
- Tanveer, W., Martínez-Enriquez, A. M., Escalada-Imaz, G. y Aslam, M. (2010). Sensing WithSense - An Intelligent Interface for Participatory Sensing. Paper presented at the Fifth International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA 2010).
- Teicher, M. H., Tomoda, A. y Andersen, S. L. (2006). Neurobiological Consequences of Early Stress and Childhood Maltreatment: Are Results from Human and Animal Studies Comparable? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1071(1), 313-323. doi:10.1196/annals.1364.024
- Thiagarajan, A., Ravindranath, L., LaCurts, K., Madden, S., Balakrishnan, H., Toledo, S. y Eriksson, J. (2009). vTrack: accurate, energy-aware road traffic delay estimation using mobile phones. Paper presented at the Proc. of the 7th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, Berkeley, California.
- Thomé, S., Härenstam, A. y Hagberg, M. (2011). Mobile phone use and stress, sleep disturbances, and symptoms of depression among young adults – a prospective cohort study. *BMC Public Health*, 11(66). doi:10.1186/1471-2458-11-66

ENVEJECIMIENTO, RESERVA COGNITIVA Y TERAPIAS NO FARMACOLÓGICAS (TNF): INTERVENCIONES MEDIADAS POR TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)

Antonio Sánchez Cabaco, Luz María Fernández-Mateos
Rosalía García, Andrés Fajardo, Marina Wobbeking
Alba Villasán, Jesús Cacho Gutiérrez

La reserva cognitiva como eje del envejecimiento saludable

La hipótesis del *continuum* del rendimiento cognitivo (Peña, Montejo, Luque y García, 2012) sostiene que entre el envejecimiento normal (declive) y el patológico (deterioro) existe una etapa intermedia denominada deterioro cognitivo leve (en adelante DCL), que puede evolucionar, con mayor o menor progresividad, a alguna de las formas de demencia. Este cuadro se caracteriza por presentar deterioro cognitivo, pero no se encuentra una alteración de la funcionalidad del individuo (en adelante AVD), a diferencia de lo que ocurre en la demencia (Barahona, Villasán y Cabaco, 2014). Es relevante señalar el papel protector que pueden jugar en este proceso variables compensatorias o amortiguadoras que dieron lugar al constructo de reserva cognitiva (en adelante RC), formulada por Stern (2002).

El concepto RC hace referencia a la habilidad que tiene el cerebro para la optimización del uso de redes cerebrales y estrategias cognitivas, de tal forma que no se alcance un deterioro significativo (Stern, 2009). Este autor defiende que la reserva cognitiva podría empezar a desarrollarse desde la juventud y no exclusivamente en la vejez, por lo que la intervención precoz es una de las estrategias más eficaces para un envejecimiento saludable. En el proceso de envejecer, además de la existencia de una enorme variabilidad interindividual con base en la historia de enfermedades y riesgos biológicos (cardiovasculares, sensoriales, etc.), hay que considerar la influencia de otros factores psicosociales como la educación, la familia, la actividad laboral y actividades de ocio, que pueden amortiguar el deterioro (Reynoso-Alcántara, Guiot-Vázquez y Diaz-Camacho, 2018).

La RC se entiende como la capacidad del cerebro para hacer frente al declive del envejecimiento normal o para modular los efectos de patologías neurodegenerativas. Se ha demostrado que cuanto más cantidad de reserva cognitiva presente la persona, más compensará el daño mediante estrategias alternativas de conexiones neuronales ocasionando que se siga funcionando con normalidad, se retrase o no aparezca la sintomatología clínica. En la actualidad, se encuentran dos factores relacionados con este término: la reserva cerebral (variables de carácter innato como el tamaño del cerebro, la densidad neuronal, la materia gris, etc.) y la reserva cognitiva (relacionado más con factores contextuales y conductuales).

Existen dos tipos de reserva según Stern (2009): la reserva cerebral (modelo pasivo) y la reserva cognitiva (modelo activo). La reserva cerebral está relacionada con la base estructural y el sustrato neurológico del cerebro, el cual permitiría tolerar daño cerebral o patología antes de que sobrepase el umbral y sea clínicamente significativo. Las diferencias intrasujetos son debidos a aspectos cuantitativos (como las dimensiones del cerebro, el número de neuronas y la sinapsis) y aspectos cualitativos (más relacionadas con aspectos experienciales del sujeto). La RC se define como el conjunto de capacidades ambientales, psicológicas y fisiológicas que se encargan de atenuar el deterioro de las funciones cognitivas en el envejecimiento a través de mecanismos compensatorios (León, García y Roldán-Tapia, 2017). La RC es entendida como un constructo dinámico resultado de la exposición al medio y que podría incrementarse mediante la activación física, mental y las experiencias vitales, generándose modificaciones en la estructura cerebral mediante la neurogénesis, angiogénesis y dotando de protección frente a la apoptosis (Nucci, Mapelli y Mondini, 2012).

La teoría de la RC de Stern (2002, 2009) se basa en la plasticidad cognitiva del envejecimiento, dada la capacidad de nuestro cerebro para adaptarse neuralmente a las demandas del contexto mediante la neurogénesis, restructuración de neuronas y el establecimiento de nuevas conexiones sinápticas (Willis y Schaie, 2009). Dentro del concepto de plasticidad cerebral, encontramos un conjunto de variables que la determinan: la plasticidad sináptica (calidad de la sinapsis), la plasticidad celular (estructura de las neuronas) y el número y organización de las células (May, 2011). La evidencia biológica se encuentra en tres manifestaciones: la plasticidad sináptica, que tiene que ver con procesos de memoria y aprendizaje; la plasticidad neuronal, que se refiere a los estímulos externos que determinan el aprendizaje y; por último, la neuroplasticidad, que es la capacidad de las células para regenerarse a nivel funcional y estructural pese a sufrir patologías (Aguilar, 2003). Además, existe también evidencia neurobiológica y cognitiva de que a

medida que el cerebro va envejeciendo sigue estando presente la plasticidad y, como a lo largo del todo ciclo vital, sigue siendo sensible a la estimulación que le proporcionemos (Mora, Segovia y del Arco, 2007).

Cada vez existen más estudios que demuestran la posibilidad de modular la plasticidad cerebral desde diversos ámbitos (Barrera, Donolo y Rinaudo, 2010; Mulas, Hernández y Mattos, 2004): físicos (programas de estimulación y rehabilitación temprana como la plasticidad cruzada para el córtex visual y auditivo), farmacológicos (combinar terapia física con fármacos basados en estimulantes noradrenérgicos) y cognitivo conductuales (programas de intervención individuales para fomentar o recuperar déficits cognitivos y funciones superiores). Son la evidencia en humanos de los trabajos que explican la influencia cerebral según el modelo de enriquecimiento ambiental de ratas de laboratorio (Vásquez, Rodríguez, Villarreal y Campos, 2014). La estimulación en diferentes niveles diferentes: físico (correr en túneles, subir escaleras), cognitivo (exploración de zonas, construcción de mapas espaciales), sensorial (exposición a estímulos propioceptivos, somestésicos, visuales y auditivos) y social (interacción con otros miembros de su especie) corroboran resultados altamente eficaces. Así, a nivel neurobiológico se encontró un aumento general del tamaño cerebral y de la densidad sináptica; a nivel neuroquímico aparece una disminución del deterioro en la neurotransmisión glutaminérgica basal propia del envejecimiento normal y también un aumento en la segregación de dopamina; y a nivel conductual un mayor control y menor impulsividad.

A pesar de las evidencias encontradas se requieren mayor cantidad de estudios para clarificar algunas claves conceptuales, de evaluación y de intervención, ya que como señalan Wobbeking, Cabaco, Litago, Maciá y López (2017), desde 2002, que se considera año fundacional por la publicación del artículo de Stern (aunque hay antecesores del constructo), hasta el 2016 apenas se encuentran 45 estudios. Dado que por los cambios sociodemográficos que las sociedades desarrolladas (de forma más prominente) y en vías de desarrollo (como retos inmediatos) tienen que acometer, parece evidente la necesidad de desarrollar programas de intervención que vayan dirigidos a la población en general para poder retrasar los estados de vulnerabilidad al deterioro a través de las terapias farmacológicas y no farmacológicas (Amador-Marín y Guerra-Martín, 2017), especialmente en las segundas por su menor coste.

Con el objetivo de evidenciar los tres aspectos clave señalados vamos a visualizar las aportaciones de la literatura desde la formulación del constructo por Stern, en primer lugar, para especificar las variables (psicológicas, ambientales y

fisiológicas) que engloba la RC y que tienen la capacidad de atenuar o retrasar las manifestaciones clínicas de demencia. Por tanto, es fundamental conocer, desarrollar y potenciar estos factores dianas para dirigir la evaluación y la intervención (Sintes, 2017).

La RC, como constructo hipotético, no tiene medidas directas por lo que se hace necesario objetivar las variables que pueden influir en la misma mediante datos de neuroimagen y neuropatológicos al mostrar signos de patología sin manifestaciones clínicas. Los resultados del metaanálisis publicado por Fratiglioni y Wang, (2007), revelaron que tener más años de escolarización y de formación académica, el sentimiento de pertenencia a redes sociales y tener actividades de ocio se asociaban a una mayor probabilidad de no desarrollar una demencia. La educación es la variable más estudiada en la RC, ya que produce cambios tanto en su morfología como en su funcionalidad (más neuronas, mejor calidad sináptica y el desarrollo de estrategias compensatorias más eficaces). Además, el hecho de tener mayor nivel de educación también influye en las actitudes que se tienen hacia hábitos de vida saludables. Otros estudios se centran más en aspectos laborales y de ocio: Finkel, Andel, Gatz y Pedersen, (2009) señalaron que la ocupación laboral era una variable significativa para paliar las demencias, en relación a la complejidad (disminuye el riesgo cuanto más actividad cognitiva implica el desempeño). En cuanto a las actividades de ocio, Stern (2009) concluyó que eran importantes las actividades de ocio de tipo intelectual (lectura, actividades de desafío cognitivo, debates) subrayando el papel del ocio social, por el importante papel que juegan las interacciones humanas en la adaptación del cerebro y el fomento de la plasticidad. Otra variable destacada es la música: en el estudio de Hanna-Pladdy y MacKay, (2011), demostraron que las personas que habían realizado algún tipo de actividad musical durante unos años presentaban mejores resultados en pruebas de memoria no verbal y procesos ejecutivos. La actividad física está cobrando cada vez más relevancia, dado el papel protector que ofrece frente a las demencias debido a un incremento del flujo sanguíneo al cerebro, lo que optimiza el transporte de oxígeno y glucosa al cerebro, fomentando la neurogénesis (O'Dwyer, Burton, Pachana y Brown, 2007). Además, el deporte disminuye la probabilidad de sufrir una demencia de tipo vascular y mejora el estado de ánimo al segregar endorfinas y serotonina (Middleton, Barnes, Lui y Yaffe, 2010). Es importante destacar que se obtienen resultados más significativos si se combina el ejercicio físico con actividades cognitivas (Evers, Klusmann, Schwarzer y Heuser, 2011). Otra variable que ha presentado resultados significativos es el bilingüismo, dado que las personas con esta habilidad tienen que realizar una adaptación

constante al entorno para utilizar los vocablos pertinentes, lo que ocasiona un mayor control ejecutivo y en definitiva optimiza el uso de recursos neurológicos (Gold, Kim, Johnson, Kryscio y Smith, 2013). Por último, cada vez se tienen más en cuenta las variables emocionales a la hora de analizar la RC. Según el estudio de Sintés (2017), existe una correlación positiva entre la RC y la presencia de una menor sintomatología depresiva, es decir, las variables mencionadas anteriormente son claves para prevenir problemas emocionales en la vejez. Específicamente las variables que más grado de significación obtuvieron fueron el nivel educativo y el entrenamiento cognitivo, ya que obligan a la persona a desarrollar procesos cognitivos básicos, por tanto, a tener una mayor funcionalidad y disponer de la posibilidad de realizar actividades novedosas, desafiantes y con carácter social. En la tabla 1 aparece una síntesis de los principales estudios relativos a las variables que están asociadas al constructo RC.

Tabla 1. Variables que influyen en la RC

N.º	Año	Variables	Referencia
1	2002	<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Capacidad intelectual • Ocupación laboral • Actividades de ocio 	(Stern, 2002)
2	2003	<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Capacidad intelectual 	(Scarmeas et al., 2003)
3	2003	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de ocio • Ejercicio físico 	(Richards, Hardy y Wadsworth, 2003)
4	2003	<ul style="list-style-type: none"> • Educación 	(Manly, Touradji, Tang y Stern, 2003)
5	2003	<ul style="list-style-type: none"> • Educación 	(Bennett et al., 2003)
6	2004	<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Actividades de ocio • Estilo de vida • Estatus socioeconómico 	(Álvarez y Rodríguez, 2004)
7	2005	<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Capacidad intelectual 	(Stern et al., 2005)
8	2006	<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Estatus socioeconómico 	(Ngandu, 2006)

9	2010	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad social 	(Saczynski et al., 2006)
10	2006	<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Estatus socioeconómico • Actividades cognitivas de ocio 	(Scarmeas, Albert, Manly y Stern, 2006)
11	2008	<ul style="list-style-type: none"> • Estatus socioeconómico 	(Fotinos, Mintun, Snyder, Morris y Buckner, 2008)
12	2008	<ul style="list-style-type: none"> • La música, la pintura y la escritura • El nivel de educación • El tipo de trabajo • Ser bilingüe • Actividad física • Dieta adecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes sociales y familiares (Fornazzari, 2008)
13	2010	<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Entorno complejo 	(Barrera, Donolo y Rinaudo, 2010)
14	2011	<ul style="list-style-type: none"> • Escolaridad y formación • Ocupación laboral • Formación musical • Bilingüe • Actividad lectora • Juegos intelectuales 	(Pedret et al., 2011)
15	2012	<ul style="list-style-type: none"> • Educación 	(Liu et al., 2012)
16	2013	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de lectura 	(Soto, Flores y Fernández, 2013)
17	2013	<ul style="list-style-type: none"> • La escolaridad • Ocupación laboral • Actividad lectora 	(Higes, Valdehita, Atienza y Fuentes, 2013)
18	2013	<ul style="list-style-type: none"> • Educación (principal predictor) • Ocupación • Actividades de tiempo libre mentalmente estimulantes • Inteligencia premórbida 	(Moral, Mayordomo y Galán, 2013)
19	2013	<ul style="list-style-type: none"> • Memoria visual • Hábito de lectura 	(Rodríguez, 2013)

20	2014	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de vocabulario • Hábitos de lectura, • Años de escolarización • Complejidad laboral 	(Lojo-Seoane, Facal, Juncos-Rabadán y Pereiro, 2014)
21	2014	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulación sensorial, cognitiva, física y social 	(Vásquez, Rodríguez, Villarreal y Campos, 2014)
22	2015	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulación cognitiva • Ejercicio • Dieta mediterránea • Control riesgo vascular • Practica aficiones • Relaciones sociales 	(Olivera-Pueyo y Pelegrín-Valero, 2015)
23	2015	<ul style="list-style-type: none"> • Ocio más activo • Diversidad y variedad de intereses 	(López-Fernández, Requena Hernández y Navarro-Asencio, 2015)
24	2016	<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Capacidad intelectual • Formación intelectual • Juegos intelectuales • Dominio de idiomas • Actividad lectora 	(Vásquez, 2016)
25	2017	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel educativo • Red social • Ocio • Hábitos saludables • Ejercicio • Trabajo • Variable emocional 	(Sintes, 2017)
26	2017	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de ocio de informática • Juegos • Lectura • Artesanía • Ver menos televisión 	(Sánchez, 2017)

27	2018	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción vital (sentido de la vida) • Ejercicio físico • Actividades cognitivas 	(Wobbeking y López, 2018)
28	2018	<ul style="list-style-type: none"> • Estilo de vida (tabaco, alcohol, ejercicio, nutrición) • Relaciones sociales • Estados depresivos • Educación • Condiciones socioeconómicas 	(Libre Guerra et al., 2018)
29	2018	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo social percibido • Intervención en depresión para mejor funcionamiento cognitivo 	(Cancino et al., 2018)
30	2018	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel educativo • Sentido de la vida • Lectura • Bilingüismo • Actividades mentalmente estimulantes • Ocio • Actividad física 	(Santos y Lancho, 2018)
31	2019	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio físico • Estimulación mental • Patrones saludables de ingesta • Participación social • Entrenamiento en habilidades educativas • Estrategias de compensación (sustitución, acomodación o asimilación) 	(González, Cabaco, Litago y Rueda, 2019)

32	2019	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades significativas • Ocio y tiempo libre • Tareas domésticas • Implicación social • Actividades relacionadas con el trabajo • Actividades de reminiscencia • Actividades familiares y sociales • Actividades musicales 	(Bueno y Díaz-Veiga, 2019)
33	2019	<ul style="list-style-type: none"> • La emoción 	(Jiménez-Etxebarria, Iturrioz y Alboniga-Mayor, 2019)
34	2019	<ul style="list-style-type: none"> • Compromiso social • Logros educativos • Complejidad laboral • Entorno enriquecido • Realización de actividades de esparcimiento • Compromiso social 	(Trejo-Becerra y Reynoso-Alcántara, 2019)

Fuente: Elaboración propia a partir de Fajardo (2020) donde aparece la compilación de referencias.

Como se pueden apreciar en la tabla 1, las variables más estudiadas en la RC son: la educación (nombrada en 20 ocasiones), actividad social (10), complejidad ocupacional (10), actividad lectora (9), actividades de ocio (8), ejercicio físico (7), actividades cognitivas de ocio (7), estatus socioeconómico (5), capacidad intelectual (5), variable emocional (4), estilo de vida (4), actividades artísticas (4), bilingüismo (4), entorno complejo-enriquecimiento ambiental (3), dieta adecuada (2), nivel de vocabulario (1), práctica de aficiones (1), sentido de la vida (2).

Expuestas las claves fundamentales que la literatura ha identificado en torno al constructo RC vamos a abordar la realidad del envejecimiento patológico que tiene sus primeras manifestaciones en lo que se conoce como deterioro cognitivo leve (en adelante DCL).

El deterioro cognitivo leve (DECL): concepto, tipología y evaluación

El envejecimiento es una situación que podemos definir como un proceso biológico progresivo, resultado de la interacción de la herencia y el ambiente (Ruiz, 2001). En lo que al “envejecimiento cognitivo” se refiere, podemos hablar de un

continuum clínico y funcional entre los individuos de edad avanzada, cognitivamente normales y los sujetos que presentan un deterioro cognitivo incipiente que representa una entidad clínica intermedia entre el envejecimiento normal y la demencia temprana (Geda, Negash y Petersen, 2010). En la misma línea, Viñuela (2019) afirma que el término deterioro cognitivo implica y aúna dos aspectos importantes: “Deterioro” que indica un descenso de las funciones cognitivas con respecto al nivel previo o premórbido y “Cognitivo”, que hace referencia al conjunto de dominios (memoria, lenguaje, gnosias, praxias, función ejecutiva y también cognición social).

¿Cómo podemos diferenciar el envejecimiento cognitivo normal del deterioro cognitivo patológico? Hoy en día no existen criterios operativos para “diagnosticar” clínicamente, de forma absoluta y definitiva, lo que debe considerarse como un envejecimiento “absolutamente normal” de uno “clínicamente patológico”. Y una de las razones más importantes que explica esta dificultad, es que se han realizado muy escasos estudios longitudinales o prospectivos sobre la evolución del envejecimiento normal, debido, tanto a la complejidad de diseño de estos estudios como al coste elevado de los mismos. Esta dificultad explica la sucesión de términos que han surgido en las últimas décadas para tratar de establecer la diferencia entre el envejecimiento normal y patológico.

Así, en el año 1986, un grupo de trabajo de Instituto Nacional de Salud Mental de Estados Unidos, introdujo la categoría de deterioro de la memoria asociado a la edad (en adelante *DMAE*), para aquellas personas que presentaban quejas de pérdida de memoria a partir de los 50 años y que obtenían una puntuación de, al menos, 1 desviación estándar (en adelante *DE*) por debajo de la media establecida en adultos jóvenes en un test estandarizado de memoria reciente con datos normativos adecuados (Crook, Bartus y Ferris, 1986). Tres años más tarde, Blackford y la Rue (1989), propusieron dividir la *DMAE* en otras dos categorías:

1) *Deterioro de la memoria congruente con la edad* (*DMCE*), para aquellos sujetos que puntuaran \pm una *DE* respecto al grupo control de su misma edad, en 75% o más de las pruebas administradas.

2) *El olvido de la vejez* (*OV*), para aquellos individuos en los que la puntuación se situara entre 1 y 2 *DE* por debajo del grupo control de la misma edad en al menos 50 % de las pruebas. En ambos casos, se requería la administración de cuatro pruebas de memoria con un límite superior de edad del sujeto en los 79. La intención de Blackford y la Rue era llegar a distinguir o separar los sujetos con una vejez normal de los que presentaban una vejez patológica desde el punto de vista cognitivo.

Una gran proporción de personas que envejecen creen perder memoria, pero esta creencia no se confirma en muchas ocasiones en la exploración neuropsicológica. Esto indica que el deterioro cognitivo y, especialmente, el concepto “pérdida de memoria” es una situación clínica sumamente heterogénea, por lo que se ha descrito, con diversos nombres: DMAE, DMCE, OV, etcétera.

Bajo y colaboradores (2011), añadieron a los anteriores, el concepto de queja subjetiva de pérdida de memoria (en adelante QSPM) e indicaron que cuando se siguen a lo largo del tiempo a los pacientes con QSPM se confirma que, en determinados sujetos, está asociada con un incremento de riesgo de demencia en una fase temprana o incipiente de enfermedad de Alzheimer (EA).

Por su parte, Reisber (1988) acuñó el término de defecto cognitivo leve (DCL) que incluyó dentro del estudio 3 de su escala Global Deterioration Scale (DGS). Esta escala determina 7 grados de deterioro cognitivo de un paciente, atendiendo a variables como los síntomas cognitivos o las alteraciones funcionales. En concreto, la fase o estadio 3.º de la misma, contiene los siguientes criterios:

- El paciente puede haberse perdido en un lugar no familiar.
 - Los compañeros detectan rendimiento laboral pobre.
- Las personas más cercanas detectan defectos en la evocación de palabras y nombres.
 - Al leer un párrafo de un libro retiene muy poco material.
- Puede mostrar una capacidad muy disminuida en el recuerdo de las personas nuevas que ha conocido.
- Puede haber perdido o colocado en un lugar erróneo un objeto de valor.
 - En la exploración clínica puede hacerse evidente un defecto de concentración.

Fueron Petersen y colaboradores (1999) los que desarrollan y precisan el concepto de Risberg y establecen la denominación de mild cognitive impairment (MCI) o deterioro cognitivo leve (DCL) en español. Los criterios de Petersen incluyen: a) Antecedentes de deterioro de la memoria de desarrollo insidioso; b) Demostrar que el paciente presenta un deterioro mnésico a través de una puntuación de recuerdo diferido con: 1.5-2 DE (desviaciones estándares) por debajo de la norma, ajustada por edad de la subprueba de Memoria Lógica de la Escala de Memoria de Wechsler, por una puntuación de la escala de valoración clínica de demencia de 0.5 y por una puntuación de demencia del MMSE (Mini examen del estado mental) de 24-30.

Los criterios del Grupo Internacional de DCL, establecen los siguientes puntos:

- El individuo no es cognitivamente normal pero no presenta demencia (el paciente no cumple criterios de demencia de DMS-IV o CIE-10 para demencia).
- Existe evidencia de deterioro cognitivo progresivo, referido por el propio paciente o por un informador sumado a alteración objetiva de tareas cognitivas, u objetivado en exploraciones cognitivas seriadas.
- Las actividades básicas cotidianas están preservadas, sin mínima afectación de las funciones instrumentales o complejas.
- Estos criterios no especifican un determinado dominio cognitivo para definir el DCL, permitiendo de esta forma incluir como DCL alteraciones en una o diversas áreas que pueden incluir o no a la memoria.

Este concepto ampliado de DCL también ha sido recogido por los criterios propuestos en 2009 por la Sociedad Española de Neurología (SEN) y referidos por distintos autores (Olazarán y Molinuevo, 2009; Viñuela y Olazarán, 2009; Cacho y García, 2014). Específicamente se deben dar los siguientes:

- Alteración en una o más de las siguientes áreas (o dominios) cognitivos: Atención / funciones ejecutivas; Lenguaje; Memoria; Área visuoespacial.
 - Esta alteración debe ser: Adquirida; Referida por el paciente o por un informador fiable; De meses o años de evolución; Objetivada en la exploración neurológica (rendimiento < 1 o 1.5 DE respecto del grupo de la misma edad y nivel de estudios); La alteración cognitiva interfiere de forma mínima o no interfiere con las actividades habituales; En su diagnóstico, no puede haber la existencia de un trastorno del nivel de conciencia, ni un estado confusional agudo ni un síndrome neuroconductual focal ni una demencia.

Dado que los sujetos con DCL pueden presentar alteración en el dominio de la memoria, así como de alguna otra área cognitiva, se publicó la existencia de déficits en más de un dominio, que puede incluir o no a la memoria. Petersen y colaboradores (1999), propusieron la existencia de cuatro subtipos de DCL, cada uno de los cuales guardaría una relación estrecha con una determinada evolución posterior: DCL amnésico (DCL-a), DCL amnésico multidominio (DCL-am), DCL unidominio (DCL-d), distinto de la afectación de memoria. Es imprescindible que todos estos subtipos clínicos de DCL no representen cambios significativos en las actividades instrumentales de la vida diaria (en adelante AIVD) y por tanto, no cumplan criterios para la demencia.

El paciente con DCL muestra en una fase incipiente de deterioro cognitivo que no necesariamente tiene que ser progresivo y donde se observan claros defectos, con al menos una manifestación a la hora recordar: lo leído con anterioridad, nombres de personas conocidas recientemente y o donde colocó un objeto de valor. Asimismo, durante la exploración clínica, se objetiva dificultad en la concentración y déficit mnésico. A nivel psicoafectivo, cabe destacar que dicha sintomatología vendrá acompañada de una discreta-moderada ansiedad (Viñuela, 2019).

El DCL –la alteración cognitiva ligera (ACL) o *mild cognitive impairment* (MCI)– se generalizó y universalizó a través de los criterios propuestos por Petersen y colaboradores (1999). La conceptualización del DCL se ha mantenido en continua revisión y aunque los criterios de DCL originales de Petersen y colaboradores (1999) la alteración cognitiva ligera (ACL) o *mild cognitive impairment* (MCI), plantearon como condición *sine qua non* la existencia de alteración cognitiva aunque con preservación funcional de las AIVD, existe evidencia científica en los últimos años que manifiesta que, aunque sutil, puede detectarse cierta afectación en algunas de las actividades complejas de la vida diaria (ACVD) y más concretamente, en los pacientes con DCL-amd en el manejo del dinero a la hora de pagar, comprar y buscar cosas (García-Patino et al., 2014; Cacho et al., 2014; Perez-Lancho, García, Cabaco y Barahona, 2017).

Según los datos de la Academia Americana de Neurología (AAN), se estima que 14.9% de los pacientes con DCL y mayores de 65 años, convierten en dos años a enfermedad de Alzheimer (EA), (Cabezudo y Garzón, 2019). Según los últimos estudios de tasa de conversión, 48 % de los pacientes con DCL permanecerá estable, 17 % regresará a su nivel normal y 34 % progresará a demencia (Espinosa, García y Hernández, 2019). Entre los factores de protectores de regresión a una función cognitiva normal, destacan: un menor número de alelos $\epsilon 4$ de la APOE, un mejor funcionamiento a nivel global, mayor rendimiento cognitivo en las escalas, mayor volumen hipocámpico y subtipo amnésico unidominio (frente al *multidominio*).

TIPOLOGÍA DEL DETERIORO COGNITIVO LIGERO (DCL)

A pesar de que en el concepto originario de Reisberg sobre DCL únicamente definió la entidad con afectación en primer lugar de carácter mnésico y dado que los sujetos con DCL pueden presentar alteración en el dominio de la memoria, así como de alguna otra área cognitiva, se publicó la existencia de déficits en más de un dominio, que puede incluir o no a la memoria (Barahona, Villasán y Cabaco,

2014). La propuesta de Petersen y colaboradores (1999), señala cuatro subtipos de DCL, cada uno de los cuales guardaría una relación estrecha con una determinada evolución posterior: DCL amnésico (DCL-a), DCL amnésico multidominio (DCL-amd), DCL unidominio (DCL-d) y DCL multidominio (DCL-md). (Petersen, 2016).

Muchas investigaciones se han centrado en el tipo amnésico por su mayor probabilidad de progreso a EA (Tuokko y Mc Dowell, 2006; Cabezudo y Garzón, 2019). Un tercer tipo es el DCL unidominio caracterizado porque el paciente tiene un deterioro en un solo dominio cognitivo como el lenguaje, la función ejecutiva o las habilidades visoespaciales. Este tipo de DCL no corresponde con un estado predemencia prototípico de la EA, más bien con otras demencias tales como frontotemporales o cuerpos de Lewy. Es imprescindible que todos estos subtipos clínicos de DCL no representen cambios significativos en las ACVD y, por tanto, no cumplan criterios para la demencia (Petersen, 2016).

El DCL es una entidad clínica y, por tanto, el diagnóstico debe ser necesariamente clínico. Por este motivo, se realizará mediante la metodología clínica, que comprende: anamnesis, exploración neurológica, exploración neuropsicológica (Bondi y Smith, 2014) y los estudios complementarios pertinentes (analítica, pruebas de neuroimagen como tomografía axial computarizada, resonancia magnética, resonancia magnética funcional, tomografía por emisión de positrones, proteína en sangre o líquido céfalo raquídeo) (Albert y et al., 2011; Moretti, 2015; Olazarán y Molinuevo, 2009; Oviedo, Britton y Villareal, 2016). Es preciso asumir que las diferentes clasificaciones, fenotipos y o tipos de DCL (amnésico, no amnésico, multidominio y monodominio no amnésico) presentan unas claras implicaciones pronósticas y etiológicas en el diagnóstico clínico (Petersen, 2016).

EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA

La evaluación de la función mental es parte de la exploración neurológica sistematizada e incluye la evaluación de la función cognitiva, con todos sus dominios, pero además de la conducta y el grado de alerta (conciencia). Esta evaluación debe hacerse a través de una valoración neuropsicológica reglada por parte de un experto (preferentemente neuropsicólogo) convenientemente entrenado y acreditado en la realización de este tipo de exploraciones. Para la evaluación de la función cognitiva, contamos con dos tipos de estudios. Ambos tipos, requieren la utilización de test con instrucciones y criterios de puntuación estandarizados, propiedades psicométricas potentes y que hayan sido validados, tanto en estudios clínicos como poblacionales.

Así, contamos con las pruebas neuropsicológicas de cribado o *screening*, cuyo objetivo es detectar la sospecha de que exista o no un deterioro cognitivo. En función de los datos de historia clínica, exploración neurológica y del resultado positivo de un test de cribado, se precederá a un estudio pormenorizado del segundo tipo de estudios, las pruebas neuropsicológicas específicas y, con la utilización preferente de test *gold estándar*, de cada uno de los dominios cognitivos y que cuente con los criterios de estandarización antes apuntados. De hecho, la investigación neuropsicológica reglada, es un procedimiento médico aceptado y recomendado para la evaluación neurocognitiva en el deterioro cognitivo y la demencia (Therapeutics and Technology Assessment Committee of American Medical Association, 2006) (Cullum y Lacritz, 2010).

PRUEBAS O TEST NEUROPSICOLÓGICOS DE CRIBADO

Existen una gran cantidad de estudios de cribado publicados y utilizados habitualmente en la evaluación de la función cognitiva. Estos numerosos test de cribado pueden ser consultados en trabajos previamente publicados y, en algunos en los cuales, nuestro grupo ha participado (Cacho, García-García, García Garcé-Patino, 2015; Olazarán y et al., 2016).

De todos los test breves publicados, los dos más utilizados son el *Minimal Status Examination* (MMSE) y el test del Reloj (TR). El MMSE, es el test de cribado más popular y más utilizado en el mundo para la evaluación del deterioro cognitivo en la demencia. Fue descrito por Folstein, Folstein y Mac Hugh (1975) con la finalidad a distinguir entre pacientes que presentaban patología neurológica de los que tenían una posible enfermedad psiquiátrica. El test consiste en 11 ítems que evalúan la orientación en tiempo y espacio, la memoria inmediata, la atención/concentración, el recuerdo diferido, el lenguaje y la habilidad constructiva. El MMSE es breve (10-15 minutos), fácil de administrar y de puntuar. Su máxima puntuación es de 30 y el punto de corte para diferenciar entre ancianos con y sin demencia es de 23-24, aunque en su aplicación original Folstein y colaboradores (1975) establecieron un punto de corte de 21. Los ítems más sensibles para detectar deterioro cognitivo son: el recuerdo diferido de las tres palabras, la sustracción de 7 o el deletreo de la palabra MUNDO, al revés, el dibujo de los pentágonos y la orientación en el tiempo. Diversos estudios realizados con poblaciones españolas, en castellano, han determinado que el punto de corte óptimo en nuestro país es el mismo que el descrito por Folstein y colaboradores (1975) (por debajo de 21 puntos) (Villalta, Llinás, Pousa, Amiel y Vidal, 1991). Varios estudios publicados demuestran que el MMSE es sensible para detectar deterioro cognitivo en la demen-

cia moderada y severa, pero que es menos útil para revelar la existencia de formas incipientes de demencia, cuando existen déficits neurológicos focales o en pacientes con enfermedad psiquiátrica. Su consistencia interna oscila entre el 0.31 en los estudios comunitarios y 0.96 en estudios hospitalarios. La validez test-retest e inter-observadores son aceptables, pero la sensibilidad, está muy influenciado por la edad y la escolaridad, por lo que no es una prueba sensible, con efecto techo (no detecta deterioro en personas con alto nivel de escolaridad) y efecto suelo en personas muy mayores y con bajo nivel de escolaridad. Un metaanálisis de Mitchell (2009) ha observado una sensibilidad de 77-81% y una especificidad de 87-90%. Otros autores (Cullum y Lacritz, 2010) han confirmado que el MMSE, efectivamente, no es una prueba sensible y no examina la función ejecutiva, entre otras, y, por este motivo, proponen que aplicarlo junto al TR a pesar de que reconocen que el MMSE es un test de gran utilidad clínica.

El test del Reloj (TR) es una prueba que, aunque aparentemente simple, requiere la utilización de una gran cantidad de funciones cognitivas como comprensión auditiva, planificación, memoria visual, programación motora, memoria semántica y atención que no son necesarias para realizar otros dibujos más simples, como por ejemplo una flor o una casa (Cacho, García-García, Arcaya, Vicente y Llantada, 1999). Además, el hecho de que la valoración del test del reloj esté menos influenciada por la edad y se vea menos afectada por el nivel de escolaridad (a diferencia de lo que sucede con el MMSE), le confiere un valor muy especial en la función de cribado de la demencia (Cacho et al., 1999).

La razón por la que el test del reloj ha alcanzado tanta popularidad y difusión en la detección del deterioro cognitivo es porque se acerca bastante a la prueba de cribado ideal (Shulman, 2000). Así, es rápido de administrar (entre 2-5 minutos); es bien aceptado y tolerado por los pacientes; es fácil de puntuar; es relativamente independiente del nivel de escolaridad, de la edad y del lenguaje; muestra unas buenas propiedades psicométricas (fiabilidad test-retest e inter-observador, validez concurrente [correlación con la gravedad del deterioro cognitivo y demencia], sensibilidad, especificidad y valores predictivos). Por todas estas razones, hemos propuesto la aplicación del MiniClock, una prueba que combina el MMSE y el TR (Cacho, Benito-León, García-García, Fernández-Calvo, Vicente-Villardón y Mitchell, 2010). Esta combinación mejora las cifras de sensibilidad de ambos test cuando se utilizan por separado. Concluimos que el Miniclock es altamente sensible y específico para la detección de DCL y formas incipientes de demencia (Cacho et al., 2010).

PRUEBAS NEUROPSICOLÓGICAS ESPECÍFICAS

La aplicación de test o baterías neuropsicológicas son de gran utilidad para el diagnóstico clínico del deterioro cognitivo y la demencia (Bondi y Smith, 2014). Pero, de acuerdo con las recomendaciones de la Therapeutics and Technology Assessment sucomite of American Medical Association es imprescindible aplicar test neuropsicológicos validados, con buenos valores psicométricos que nos permitan conocer el rendimiento en los diferentes dominios cognitivos de los pacientes con deterioro cognitivo y demencia. Existen baterías neuropsicológicas amplias que permiten efectuar una evaluación global de la existencia o no de deterioro cognitivo con mayor precisión que los tests de cribado. Entre ella cabe destacar la batería neuropsicológica CAMCOG, como parte de la escala global Camdex (Lozano-Gallego, Vilalta-Franch, Llinàs-Reglà y López-Pousa, 1999). Otras baterías amplias de valoración que pueden citarse son la Batería Luria DNA (Manga y Ramos, 2000).

Pero, además de los test que evalúan la afectación global de la función cognitiva, es preciso aplicar otras pruebas que valoren determinados dominios cognitivos que deben estudiarse en función de la afectación cognitiva predominante que presenta un paciente concreto (p. ej., pacientes con afectación de la atención, función ejecutiva o función visuoespacial, etcétera). Remitimos al lector a los textos de Lezak (2004) y Straus, Sherman y Spreen (1998) donde existe una exposición pormenorizadas de las pruebas más sensibles y específicas para la evaluación de los distintos cognitivos.

Intervenciones con terapias no farmacológicas en DCL y demencias a través de las TIC

Hoy en día asistimos a una proliferación de dispositivos, aplicaciones, programas y utilidades que unen las nuevas tecnologías y la intervención neuropsicológica. El empleo de estos medios no es criticable, aunque son muchos los estudios que dudan de su eficacia frente a los métodos tradicionales. Por el contrario, es a través de las nuevas tecnologías que puede darse accesibilidad a un mayor número de población a recursos de muy diverso tipo y que de otra forma difícilmente podrían obtener (Calderón-Chagualá, Montilla-García, Gómez, Ospina-Viña, Triana-Martínez y Vargas-Martínez, 2019). Lo anterior ha sido posible gracias a que la rehabilitación tradicional de lápiz y papel, la ciencia y la tecnología se han unido por la necesidad de brindar mejores condiciones a los pacientes, creando entornos virtuales que simulen actividades de rehabilitación (Macías-Hernández et al., 2016). Según Belloch (2012), la aparición de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) posibilita que las personas tengan una accesibilidad con mayor

rapidez, puedan conectarse gran número de personas a la vez, puedan interactuar de diferentes formas y permita aplicaciones en diversos ámbitos.

La utilización de las redes de comunicación ha ido incrementándose desde que se crearon, por lo que hoy en día, las actividades cotidianas que se llevan a cabo pueden ser realizadas de manera eficaz y rápida mediante la utilización de las redes (como por ejemplo reservar un vuelo, hacer transferencias bancarias, etc.). Además de evolucionar la web, también ha ocurrido con el papel que tienen los usuarios en el momento de acceder a la misma. Debido a ello, el Internet se ha convertido en un instrumento clave para la gran mayoría de la población, generando novedosas maneras de comunicación, una fuente interminable de actividades de ocio y de entretenimiento que presenta características como la facilidad de acceso, globalización, inmediatez, enorme comodidad de uso, anonimato, numerosas posibilidades de comunicación, juego, etcétera. En el año 2016 se ha realizado la decimonovena encuesta a usuarios de internet y la Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (AIMC, 2017) revela en sus publicaciones que las actividades *on-line* más populares son las centradas en la comunicación: correo electrónico, redes sociales, *skype*, etcétera.

Debido a los datos anteriores, en estos últimos años, se ha incrementado el interés por el uso de tecnologías y especialmente las táctiles (como las *tablets*), lo cual ha dado lugar a numerosos estudios sobre el valor y la efectividad de diferentes intervenciones que utilizan este tipo de dispositivos (Tyack y Camic, 2017). La utilización de estos dispositivos ofrece una serie de beneficios (Upton, Upton, Jones, Jutlla y Brooker, 2011):

- Aumento de la interacción social.
- Aumento de la comunicación: las TIC pueden usarse como una herramienta para la comunicación; por ejemplo, utilizar Skype permitirá a un usuario mantener el contacto con familiares que vivan lejos.
- Mejora del contacto intergeneracional: la experiencia compartida del uso de la tecnología proporciona un foco de conversación que puede servir de puente entre usuarios mayores y sus familiares más jóvenes.
- Mejora de la calidad de vida y del bienestar de los participantes: la mejora en las relaciones sociales, familiares y con el personal del centro puede tener un impacto positivo en la calidad de vida y el estado de ánimo de los usuarios.

En este sentido, un término actualmente en auge es el de la rehabilitación neuropsicológica, ya que este involucra intervenciones dirigidas a la esfera cogni-

tiva (estimulación cognitiva), a la esfera neuroconductual (rehabilitando conductas desadaptativas o disfuncionales) y a la esfera psicosocial (favoreciendo la reinserción social, familiar y laboral de la vida del sujeto) (Martínez, Fernández y Vega, 2017). La rehabilitación neuropsicológica es una forma mucho más amplia de concebir la intervención dentro de la rehabilitación, con un enfoque holístico y multidimensional (Pérez y Martín, 2018). Es la disciplina encargada de hacer frente a las alteraciones cognitivas, emocionales y a cambios en el comportamiento que surgen como causa de algún daño cerebral (Vizcaya, Pinto, Mora, y Roca, 2018).

Las primeras menciones a este tipo de rehabilitación neuropsicológica fueron descritas durante el siglo xx, por Butfield (1946) y Zangwill (1949). Entre los principios de rehabilitación neuropsicológica descritos por estos autores encontramos tres tipos de estrategias (Pertínez y Linares, 2015):

- *Estrategias de restitución o restauración* con el objetivo de restablecer los mecanismos afectados por la lesión y optimizar el futuro rendimiento.
- *Estrategias de compensación*: dirigidas a que el paciente aprenda o vuelva a aprender a realizar actividades funcionales significativas para su vida diaria a partir de la estimulación de las funciones preservadas.
- *Estrategias de sustitución*: empleo de mecanismos externos para el desarrollo eficaz de la tarea.

Tomando como base las estrategias descritas anteriormente se han diseñado multitud de programas de rehabilitación neuropsicológica virtuales cuya finalidad no es otra más que entrenar las capacidades cognitivas como la atención, la memoria, el lenguaje y las funciones ejecutivas (Molina y Enseñat, 2019). Los programas de rehabilitación neuropsicológica virtuales más utilizados en la actualidad se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Programas de rehabilitación neuropsicológica

Tabla 1 Tabla comparativa de plataformas de rehabilitación neuropsicológica

Concepto	Difusión	Adaptación	Gestión de datos	Tratamiento de los datos	Evidencias	Pacientes	Flexibilidad	Nota ponderada
Valores	0: escasa difusión	0: ninguno	0: nada	0: nada	0: no hay estudios	0: ninguno	0: temas predefinidos	
	1: ámbito clínico o investigador	1: adapta barreras o contenidos	1: permite gestionar y almacenar	1: representar	1: estudios sin publicaciones	1: adultos o ancianos	1: crear nuevas tareas	
	2: ambos	2: adapta barreras y contenidos	2: permite gestionar, almacenar y comparar	2: representar, analizar y retroalimentar	2: estudios con publicaciones	2: niños, jóvenes, adultos y ancianos	2: crear nuevas y modificar actuales	
Grador	2	2	1	1	1	1	1	6,42
Smartbrain	2	2	1	1	1	1	1	6,42
Neuro@home	2	2	1	1	1	1	1	6,42
Lumosity	2	1	1	1	2	2	1	7,14
Neuronup	2	2	1	1	1	2	1	7,14
Scientific Brain Training Pro	2	2	1	1	2	2	0	7,14
RehoCom	2	1	1	1	2	2	1	7,14
Cogmitt	2	2	1	2	2	2	1	8,57
ELENA	1	2	2	2	n/a	2	2	9,16

Fuente: Tomada de Pertínez y Linares (2015).

El programa Grador (Franco, Orihuela, Bueno y Cid, 2000) permite realizar programas de entrenamiento y recuperación de funciones cognitivas superiores en personas que presentan déficits o deterioros cognitivos. Las enfermedades a las que va dirigido son las demencias, la esquizofrenia, la parálisis cerebral, el retraso mental, el traumatismo craneoencefálico y todas aquellas lesiones neurológicas que cursen con deterioro cognitivo (Pertínez y Linares, 2015).

Smartbrain es un innovador programa interactivo desarrollado con una sólida base científica con la ayuda de la Fundación ACE y de investigadores de la Universidad de Pittsburgh, diseñado para facilitar la realización estructurada de ejercicios de mantenimiento y estimulación de todas las capacidades cognitivas: memoria, lenguaje, cálculo, atención, orientación, reconocimiento, capacidades ejecutivas (Haier, 2009).

La plataforma de neurorrehabilitación Neuro@Home desarrollado por la Fundación Instituto Valenciano de Neurorrehabilitación (FIVAN), es una herramienta de rehabilitación domiciliar que busca, mediante la aplicación de nuevas tecnologías, la rehabilitación cognitiva, motora y funcional de enfermedades de origen neurológico, como ictus o daño cerebral adquirido, entre otros (Gagliardo, Ferreiro, Izquierdo, Mas, Penades y Chirivella, 2014).

Lumosity es un programa de entrenamiento cognitivo constituido por un conjunto de juegos y ejercicios cerebrales, orientado a adultos y niños con alguna enfermedad o a personas que quieran mejorar su rendimiento cognitivo (Kpolovie, 2012).

La plataforma NeuronUP es una herramienta de entrenamiento cerebral que permite realizar una intervención intensiva y personalizada, siendo un recurso de gran valor para los especialistas en los procesos de neurorrehabilitación y tratamiento de los déficits cognitivos funcionales (Lyons, Hellysaz y Broberger, 2012).

El Scientific Brain Training Pro es un producto, propiedad de *HAPPYneuron SAS*, compuesto por multitud de programas orientados a la intervención de enfermedades neurodegenerativas, neuropsiquiátricas y neurotraumáticas, que consisten en entretenidos juegos interactivos especialmente diseñados para la estimulación de funciones cognitivas específicas.

El Programa RehaCom es un sistema de terapia asistida por ordenador que permite diseñar entrenamiento de estimulación de diversas funciones cognitivas. Contiene módulos específicos de entrenamiento de: atención y concentración, memoria, reacción, funciones ejecutivas, planificación, déficits visuales y motores, e informes completos de seguimiento y progresos (Ojeda, Peña, Bengoetxea, García, Sánchez, Segarra y Eguíluz, 2012).

El Programa CogniFit Personal Coach consiste en una completa batería de pruebas y tareas de base científica, para el entrenamiento de diversas funciones cognitivas. Permite planificar la evaluación y el tratamiento acorde a la misma (Smith, Housen, Yaffe, Ruff, Kennison, Mahncke y Zelinski, 2009).

ELENA (Electronic Neurocognitive stimulation) es una plataforma interactiva para facilitar el diseño, la ejecución y el seguimiento de proyectos de rehabilitación neurocognitiva, mediante tecnologías que permiten adaptar los ejercicios de manera acorde a las necesidades de cada paciente (Pertíñez y Linares, 2015).

La rehabilitación neuropsicológica ha evolucionado a tal punto de poder utilizar las nuevas tecnologías como bien se ha detallado anteriormente. Por ello es tan importante abordar estas herramientas en el proceso de envejecimiento, ya que esta fase está caracterizada por relevantes cambios relacionados con la presencia de diferentes pérdidas tanto de la capacidad cognitiva, cerebral y física. Por lo tanto, las nuevas tecnologías pueden ser utilizadas para prevenir el declive asociado a la edad e incluso cuando la presencia del deterioro es evidente.

Por otro lado, la utilización de las nuevas tecnologías en este campo ofrece diversas oportunidades. En primer lugar, hay muchas tareas de entrenamiento cognitivo que no pueden implementarse en papel, ya que se necesita presentar

estímulos en movimiento. Generalmente, los soportes digitales van a favorecer que la interacción sea más amplia y permite trabajar procesos psicológicos básicos como la atención, la memoria, la percepción o las funciones ejecutivas. En segundo lugar, permite a la persona un mayor dinamismo, ya que las TIC permiten manipular el tipo de actividad y la dificultad adaptada a la persona. En tercer lugar, permite al profesional cuantificar métricamente la evolución de la persona, ya que estos soportes digitales ofrecen información inmediata. Finalmente, estas herramientas presentan un mayor interés atractivo y lúdico para las personas, por lo que va a repercutir a nivel motivacional y emocional en mayor medida que el método más tradicional como el papel y el lápiz. A medida que la población de adultos mayores consiga una mayor alfabetización digital este desarrollo tecnológico será una realidad generalizada en la praxis neuropsicológica. Recientemente hemos evidenciado los resultados favorables de la utilización de las TIC en un diseño de caso único (véase Sánchez, Cabaco, Urchaga y Villasán, 2019) evidenciando y discutiendo las posibilidades y limitaciones metodológicas.

Referencias

- Aguilar Rebolledo, F. (2003). Plasticidad cerebral. *Revista de Medicina IMSS*, 41 (1), 55-64.
- Albert, M.S., Dekosky, S.T., Dickson, D., Dubois, B., Feldman, H. H., Fox, N.C., Phelps, C.H. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's disease. *Alzheimer's y dementia: the journal of the Alzheimer's Association*, 7, 270-279. doi: 10.1016/j.jalz .2011.03.008.
- Bajo, R., Maestu, F., Nevado, A., Sancho, M., Gutiérrez, R., Campo, P., ...Del Pozo, F. (2010). Functional connectivity in Mild Cognitive Impairment During a Memory Task: Implications for a Disconnection Hypothesis. *J Alzheimers Dis*, 22(1), 183-93. doi: 10.3233/JAD-2010-100177.
- Barahona, M. N., Villasán, A. y Cabaco, A.S. (2014). Controversias y utilidad clínica del deterioro cognitivo ligero (DCL) // Disputes and clinical utility of mild cognitive impairment. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 47-54. doi.org/10.17060/ijodaep/2014.n2. v1.004.
- Barrera, M., Donolo, D. y Rinaudo, M. (2010). Riesgo de demencia y niveles de educación: Cuando aprender es más saludable de lo que pensamos. *Anales de Psicología*, 26(1), 34-40
- Blackford, R.C. y La Rue, A. (1989). Criteria for diagnosing age-associated memory impairment: Proposed improvements from the field. *Developmental Neuropsychology*, 5, 295-306.

- Bolló, S., Ripoll, G., Cejudo, J.C., Llorente, P. y Peraita, E. (2014). Ecological assessment of mild cognitive impairment and Alzheimer disease using the Rivermead Behavioural Memory Test. *Neurología*, 29(6), 339-345.
- Bondi, M.W. y Smith, G.E. (2014). Mild cognitive impairment: a concept and diagnostic entity in need of input from neuropsychology. *Journal of Internal Medicine*, 256, 240-246.
- Butfield, E. y Zangwill, O. L. (1946). Re-education in aphasia: A review of 70 cases. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 9(2), 75-79.
- Cacho- Gutiérrez, J., García-García-Patino, R., García-García, R., Rodríguez-Pérez, R., ArcayaNavarro, J. y Vicente-Villardón, J.L. (2012). Comunicación Oral: Influencia de la afectación de la función ejecutiva y de la memoria sobre las actividades instrumentales de la vida diaria en la Enfermedad de Alzheimer Incipiente. *Revista de Neurología*, 27(Espec CONGR), 135.
- Cacho, J. y García García-Patino, R. (2014). *Deterioro Cognitivo Vascular. Criterios, escalas y test*. Barcelona: Méderic Ediciones, S.L.
- Cacho, J., Benito-León, J., García-García, R., Fernández-Calvo, B., Vicente-Villardón, J.L. y Mitchell, A.J. (2010). Does the combination of the MMSE and clock drawing test (miniclock) improve the detection of mild Alzheimer's disease and mild cognitive impairment? *J Alzheimers Dis*, 22, 889-96.
- Cacho, J., García- García, R. y García-García-Patino, R. (2015). El test del Reloj. En C. Carnero Pardo (Ed.). *Tests Cognitivos Breves* (pp. 121-145). Madrid: Ediciones SEN.
- Cacho, J., García-García, R., Arcaya, J., Vicente, J.L. y Lantada, N. (1999). Una propuesta de aplicación y puntuación del test del reloj en la enfermedad de Alzheimer. *Revista de Neurología*, 28(7), 648-655.
- 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.
- Crook, T., Bartus, R. y Ferris, S.H. (1986). Age associated memory impairment: proposed diagnostic criteria and measures of clinical change: Report of a National Institute of Mental Health group. *Developmental Neuropsychology*, 2, 261-276.
- Cullum, C.M. y Lacritz, L.H. (2010). Evaluación neuropsicológica en la demencia. En: M.F. Weiner y A. Lipton (Eds.), *Manual de Enfermedad de Alzheimer y otras demencias* (pp.85). Editorial Médica Panamericana.

- Evers, A., Klusmann, V., Schwarzer, R. y Heuser, I. (2011). Improving cognition by adherence to physical or mental exercise: A moderated mediation analysis. *Aging y Mental Health*, 15(4), 446-455. <https://doi.org/10.1080/13607863.2010.543657>
- Fajardo, A. (2020). Programa de intervención para estimular la reserva cognitiva en el envejecimiento activo. Trabajo Fin de Máster no publicado, Universidad Pontificia de Salamanca, España.
- Finkel, D., Andel, R., Gatz, M. y Pedersen, N. L. (2009). The role of occupational complexity in trajectories of cognitive aging before and after retirement. *Psychology and Aging*, 24(3), 563-573. <https://doi.org/10.1037/a0015511>
- Folstein, M.F., Folstein, S.E. y McHugh, P.R. (1975). Mini-Mental State. A practical method for grading the cognitive states of patients for Clinical. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198.
- Franco, M., Orihuela, T., Bueno, Y. y Cid, T. (2000). *Programa gradior. Programa de evaluación y rehabilitación cognitiva por ordenador*. Edintras.
- Fratiglioni, L. y Wang, H.-X. (2007). Brain reserve hypothesis in dementia. *Journal of Alzheimer's Disease: JAD*, 12(1), 11-22.
- Gagliardo, P. A., Ferreiro, T. A., Izquierdo, R. U. T. H., Mas, G. E., Penades, V. y Chirivella, J. (2014). Neuro@ home: A software platform of clinically designed videogames specifically designed for the motor rehabilitation of stroke patients. *Brain Injury*, 28, 827-827.
- García-García-R., Cacho-Gutiérrez, J., García-García, R., Sevillano-García, M.D., Novo, J., Rodríguez-Pérez, R., ... Perea Bartolomé, M.V. (2014). Comunicación Oral: Análisis de la escala IDDD mediante la teoría de respuesta al ítem en deterioro cognitivo ligero amnésico y Enfermedad de Alzheimer Incipiente. *Neurología*, 29(Espec CONGR), 155.
- Geda, Y.E., Negash, S. y Petersen, R.C. (2010). Deterioro Cognitivo Leve. En M.F. Weiner y A.M. Lipton (Eds.), *Manual de alzheimer y otras demencias* (pp. 173-180). Editorial Médica Panamericana.
- Gold, B. T., Kim, C., Johnson, N. F., Kryscio, R. J. y Smith, C. D. (2013). Lifelong Bilingualism Maintains Neural Efficiency for Cognitive Control in Aging. *Journal of Neuroscience*, 33(2), 387-396. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3837-12.2013>.
- Haier, R. J. (2009). What does a smart brain look like? *Scientific American Mind*, 20(6), 26-33.
- Hanna-Pladdy, B. y MacKay, A. (2011). The relation between instrumental musical activity and cognitive aging. *Neuropsychology*, 25(3), 378-386. <https://doi.org/10.1037/a0021895>.

- Jak, A.J., Preis, S., Beiser, A., Seshadri, S., Wolf, P., Bondi, M., ... Au, R. (2016). Neuropsychological Criteria for Mild Cognitive Impairment and Dementia Risk in the Framingham Heart Study. *J Int Neuropsychol Soc*, 22(9), 937-943.
- Kpolovie, P. J. (2012). Lumosity training and brain-boosting food effects on learning. *International Research Journals*, 2(6), 217-230.
- León, I., García, J. G. y Roldán-Tapia, L. (2017). Escala de reserva cognitiva: Ajuste del modelo teórico y baremación. *Revista de Neurología*, 64 (1), 7-16.
- Lezak, M.D. (2004). *Neuropsychological Assessment* (4th ed.). Oxford University Press.
- Lozano-Gallego, M., Vilalta-Franch, J., Llinàs-Reglà, J y López-Pousa, S. (1999). El Cambridge Cognitive Examination como instrumento de detección de demencia. *Neurología*, 28, 348-352.
- Lyons, D. J., Hellysaz, A. y Broberger, C. (2012). Prolactin regulates tuberoinfundibular dopamine neuron discharge pattern: novel feedback control mechanisms in the lactotrophic axis. *Journal of Neuroscience*, 32(23), 8074-8083.
- Macías-Hernández, S. I., Vásquez-Sotelo, D. S., Ferruzca-Navarro, M. V., Sánchez, S. H. B., Gutiérrez-Martínez, J., Núñez-Gaona, M. A., ... y Coronado-Zarco, R. (2016). Proposal and evaluation of a telerehabilitation platform designed for patients with partial rotator cuff tears: a preliminary study. *Annals of rehabilitation medicine*, 40(4), 710.
- Manga, D. y Ramos, F. (2000). *Luria DNA: Diagnóstico Neuropsicológico de Adultos*. TEA.
- Martínez, C. R., Fernández, E. O. y Vega, E. S. (2017). Aplicación de nuevas tecnologías en personas mayores con trastorno cognitivo leve-moderado desde la Terapia Ocupacional. *Innoeduca: international journal of technology and educational innovation*, 3(1), 75-84.
- May, A. (2011). Experience-dependent structural plasticity in the adult human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(10), 475-482. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.08.002>
- Middleton, L. E., Barnes, D. E., Lui, L.-Y. y Yaffe, K. (2010). Physical activity over the life course and its association with cognitive performance and impairment in old age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(7), 1322-1326. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.02903>
- Mitchell, A. J. (2009). A meta-analysis of the accuracy of the mini-mental state examination in the detection of dementia and mild cognitive impairment. *J Psychiatr Res* 43, 411-431.
- Molina, A. G. y Enseñat, A. (2019). La rehabilitación neuropsicológica en el siglo xx. *Revista de neurología*, 69(9), 383-391.

- Mora, F., Segovia, G. y del Arco, A. (2007). Aging, plasticity and environmental enrichment: Structural changes and neurotransmitter dynamics in several areas of the brain. *Brain Research Reviews*, 55(1), 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2007.03.011>
- Moretti, DV. (2015). Conversion of mild cognitive impairment patients in Alzheimer's disease: prognostic value of Alpha3/Alpha2 electroencephalographic rhythms power ratio. *Alzheimer's Research y Therapy*, 7(1), 80. <http://dx.doi.org/10.1186/s13195-015-0162-x>.
- Mulas, F., Hernández, S. y Mattos, L. (2004). Plasticidad neuronal funcional. *Revista de Neurología*, 38 (1), 58-68.
- O'Dwyer, S. T., Burton, N. W., Pachana, N. A. y Brown, W. J. (2007). Protocol for Fit Bodies, Fine Minds: A randomized controlled trial on the affect of exercise and cognitive training on cognitive functioning in older adults. *BMC Geriatrics*, 7, 23. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-7-23>
- Ojeda, N., Peña, J., Bengoetxea, E., García, A., Sánchez, P., Segarra, R. y Eguíluz, J. I. (2012). REHACOP: programa de rehabilitación cognitiva en psicosis. *Rev Neurol*, 54, 337-42.
- Olazarán, J. y Molinuevo, G. (2009). Deterioro Cognitivo Ligero. En: J.L. Molinuevo, J. PeñaCasanova (Eds.), *Guía oficial para la práctica clínica en demencias: conceptos, criterios y recomendaciones* (pp. 8-15). Sociedad Española de Neurología.
- Olazarán, J., Hoys-Alonso, M.C., Del Ser, T., Garrido, A., Conde, J. L., Bermejo-Pareja, F., López-Pousa, S., Pérez-Martínez, D., Villarejo, A., Cacho, J., Navarro, E., Oliveros, A., Peña-Casanova, J y Carnero, C. (2016). Aplicación práctica de los test cognitivos breves. *Neurología*, 31(3), 183-94.
- Olazarán, J., Reisberg, B., Clare, L., Cruz, I., Peña-Casanova, J., Woods, B., Beck, C., Auer, S... (2010) Eficacia de las terapias no farmacológicas en la enfermedad de Alzheimer: una revisión sistemática. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 30, 161–178.
- Oviedo, D., Britton, G. y Villareal, A. (2016). Deterioro Cognitivo Leve y Enfermedad de Alzheimer: revisión de conceptos. *Invest Pens Crit*, 4(2), 64-81.
- Peña, M. M., Montejo, C. P., Luque, M. L. y García, A. I. R. (2012). Evaluación y diagnóstico del deterioro cognitivo leve. *Revista de logopedia, foniatría y audiolología*, 32(2), 47-56.
- Pérez, F. S. y Martín, M. Á. F. (2018). Atención psicológica y Tecnologías: oportunidades y conflictos. *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología*, 11(3), 110-120.

- Pérez-Lancho, M.C., García, R., Cabaco, A.S. y Barahona, M.N. (2017). Análisis factorial de la escala IDDD en adultos mayores con deterioro cognitivo y enfermedad de Alzheimer. En J. Nuñez, M.M. Molero, J.J. Gázquez, M.C. Pérez-Fuentes, M.M. Simón, A. Martos, A.B Barragán (Eds.), *Atención a las necesidades comunitarias para la salud* (pp.224-232). Scinfinder.
- Pertíñez, G. G. y Linares, A. G. (2015). Plataformas de rehabilitación neuropsicológica: estado actual y líneas de trabajo. *Neurología*, 30(6), 359-366.
- Petersen, R. C, Smith, G. E, Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, G. y Kokmen, E. (1999). Mild cognitive impairment—clinical characterization and outcome. *Archives of Neurology*, 56, 303-308.
- Petersen. R. C. (2016). Mild cognitive impairment. *Continuum*, 22(2), 404-418.
- Reisberg, B. (1988). Functional assessment staging (FAST). *Psychopharmacology Bulletin*, 24, 653-659.
- Reynoso-Alcántara, V., Guiot-Vázquez, M. I. y Diaz-Camacho, J. E. (2018). Modelo de reserva cognitiva: Orígenes, principales factores de desarrollo y aplicabilidad clínica. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 19(2), 62-73.
- Ruiz, T. (2001). Envejecimiento: causas, mecanismos y regulación. *Revista Española de Gerontología y Geriatria*, 36(S4), 13–19.
- Sánchez, N., Cabaco, A.S., Urchaga, J.D. y Villasán, A. (2019). Aplicación de técnicas de estimulación cognitiva en el envejecimiento utilizando TIC: estudio de caso. *Neurama, Revista Electrónica de Psicogerontología*, 6(1), 40-47.
- Santos, W. A. dos y Lancho, M. C. P. (2018). Envejecimiento saludable en una muestra de sacerdotes: Sentido de la vida y reserva cognitiva. *Cauriensia*, 13, 127-141.
- Shulman, K.I (2000). Clock-drawing: Is it the ideal cognitive screening test?. *Int J Geriatri Psychiatry*, 15(6), 548-561
- Sintes, M. I. C. (2017). La reserva cognitiva como posible factor protector ante los trastornos del estado de ánimo en la vejez. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología*, 1(2), 93-106. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n2.v1.1111>
- Smith, G. E., Housen, P., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R. F., Mahncke, H. W. y Zelinski, E. M. (2009). A cognitive training program based on principles of brain plasticity: results from the Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training (IMPACT) Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(4), 594-603.
- Strauss, E., Sherman, E and Spreen, O. (1998). *A compendium of neuropsychological tests*. Oxford University Press.

- Tuokko, H. y Dowell, M.C. (2006). An overview of mild cognitive impairment. En: H. Tuokko, D. Hultsch (Eds.), *Mild cognitive impairment: International perspectives* (pp. 3-28). Taylor y Francis.
- Tyack, C. y Camic, P. M. (2017). Touchscreen interventions and the well-being of people with dementia and caregivers: a systematic review. *International Psychogeriatrics*, 29(8), 1261-1280.
- Upton, D., Upton, P., Jones, T., Jutlla, K. y Brooker, D. (2011). *Evaluation of the impact of touchscreen technology on people with dementia and their carers within care home settings*. University of Worcester.
- Vásquez, M., Rodríguez, A., Villarreal, J. S. y Campos, J. A. (2014). Relación entre la Reserva Cognitiva y el Enriquecimiento Ambiental: Una revisión del Aporte de las Neurociencias a la comprensión del Envejecimiento Saludable. *Cuadernos de Neuropsicología*, 8(2), 171-201.
- Villalta, J., Llinás, J., Pousa, S., Amiel, J y Vidal C. (1991). CAMDEX. Validación de la adaptación española. En: J. Villalta, J. Llinás y S. Pousa S (Eds.), *CAMDEX. Adaptación y validación españolas* (pp. 81-85). Ancora.
- Viñuela, F. (2019). Deterioro Cognitivo: Una aproximación Terminológica y conceptual. En F.Viñuela (Ed.), *Recomendaciones para el manejo del deterioro cognitivo* (pp.15-26). Imprenta Rojo.
- Viñuela, F. y Olazarán, J. (2009). Criterios para el diagnóstico del síndrome de Demencia. En: J.L.Molinuevo; J.Peña-Casanova (Ed.), *Guía Oficial para la práctica clínica en demencias: conceptos, criterios y recomendaciones* (pp. 1-8). SEN.
- Vizcaya, J., Pinto, V., Mora, C. y Roca, M. (2018). Efectos del Programa de Rehabilitación Neuropsicológica sobre los Procesos Mnésicos de Personas con Envejecimiento Normal. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 18(3), 85-98.
- Weiner, M.F. y Lipton, A.M. (2009). *Manual de Enfermedad de Alzheimer y otras Demencias*. Panamericana.
- Wöbbing, S. M., Cabaco, A. S., Litago, J. D. U., Maciá, E. S. y López, B. B. (2017). Reserva Cognitiva: Un análisis bibliométrico desde su implantación hasta la actualidad. *Revista de Psicología de la Salud*, 5(1), 86-113.
- Zangwill, O. L. (1947). Psychological aspects of rehabilitation in cases of brain injury. *British Journal of Psychology*, 37(2), 60-70.

TELENEUROPSICOLOGÍA EN LA ATENCIÓN DE LAS PERSONAS MAYORES

Lizabeth de la Torre López
Daniel Nikolaus Álvarez Núñez
Antonio Sánchez Cabaco
Manuel Alejandro Mejía Ramírez

Introducción

Envejecer es inherente al ser humano, es un proceso inevitable al que muchos han dedicado grandes esfuerzos para hacerlo reversible, encontrar el “elixir de la vida”, esa legendaria receta que garantizaría la vida eterna en la antigüedad, fue una de las metas de alquimistas. En la actualidad, esfuerzos que nos recuerdan a esa búsqueda pueden identificarse en el consumismo dirigido a las personas mayores como ejercicios, productos estéticos, cirugías y otros recursos disponibles para la prevención del envejecimiento.

Si dichos esfuerzos han triunfado en el intento está todavía por verse, lo cierto es que ha sido un tema de gran interés el cómo envejecemos. Se piensa que es un proceso gradual, dinámico, que no puede generalizarse y en el que están implicados muchos factores, desde la perspectiva social del mismo, hasta los aspectos fisiológicos y cognitivos que se involucran al incrementar la edad. La tendencia actual en cuanto a las personas mayores es que sí se considera importante que vivan muchos años, pero es primordial que esos años se vivan con la mejor calidad de vida posible.

En este trabajo abordamos algunos de los procesos implicados en el envejecimiento, para ello, compartimos la experiencia de colaboración de investigación entre CETYS Universidad y la Universidad Pontificia de Salamanca (UPSA) dirigida a identificar los aspectos comunes en los procesos cognitivos de las personas mayores de nacionalidad mexicana, española y chilena.

Para que el proyecto pudiera realizarse fue necesaria una transición de la evaluación neuropsicológica presencial hacia una atención tele neuropsicológica (en adelante TeleNP), lo anterior dadas las circunstancias actuales de vulnerabilidad y aislamiento de las personas mayores por la pandemia del COVID-19. En este capítulo detallaremos cómo fue que se ajustaron los protocolos de evaluación y todo el enfoque inicialmente planteado para la investigación debido al impacto de la pandemia.

El impacto del envejecimiento cognitivo y su relación con el deterioro cognitivo

Para entender la atención y perspectiva actual en todo lo relacionado con las personas mayores, debemos mencionar el interés ancestral de la especie humana por vivir el mayor número de años. Dicha intención permanece intacta desde el principio de los tiempos, aunque se ha modificado el constructo social alrededor del envejecimiento. Hace siglos la expectativa de vida era poca, el promedio de vida en el año 1400 era de 30 años, a finales del siglo XIX era de 48 años y a finales del siglo XX de 78 (Trejo, 2001).

En este mismo sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) ha señalado que, en los países de una economía más desarrollada, la esperanza de vida es de 80 años y el incremento en la población de personas mayores ha derivado en un desarrollo de estrategias de atención dirigidas hacia ellos.

La Organización de Estados Americanos (OEA) no ha sido ajena a este trayecto y en 2015, en el marco de la Convención Interamericana sobre la Protección de los Derechos Humanos de las Personas Mayores acuña el término *personas mayores* y establece que se trata de aquella persona de 60 años o más. Dicha definición sirve de marco para un enfoque de atención intersectorial y multidimensional sobre el envejecimiento, entendiendo a la vejez como una construcción social de la última etapa del curso de vida, y como proceso gradual, que se desarrolla durante el curso de vida y que conlleva cambios biológicos, fisiológicos, psicosociales y funcionales (Muñoz-Pogossian, 2019).

A partir de estos esfuerzos realizados por la comunidad internacional, se han identificado circunstancias que generan preocupación para asegurar el bienestar de este sector de la población. Una de ellas, el progresivo aumento de la cantidad de personas mayores en América Latina y el Caribe, que, según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) entre 2010 y 2030, la cantidad de personas mayores en esta región se duplicará, de 58.57 millones a 119.67 millones, y en 2050 alcanzará la cifra de 195.87 millones. Ese incremento significa

que, en 2050, el porcentaje de personas mayores en la región llegará a alrededor de 25% (CEPAL, 2020).

Por esta razón, puede inferirse que la población de adultos mayores que presentan deterioro cognitivo está en aumento, el *World Alzheimer Report* estimó que en el 2015 había poco más de 80 000 personas con demencia en México, y se espera que, en el país, para el año 2030, el número de personas aumente a poco más de 1.5 millones (Alzheimer: diferencias por género entre América Latina y otras regiones del mundo, 2017).

Al respecto, Garre-Olmo (2018) señala que, aun cuando hay diversos tipos de demencias neurodegenerativas que pueden afectar a las personas mayores, el subtipo más frecuente es la enfermedad de Alzheimer (EA) con una prevalencia de 60-80% de todos los casos, y en la mayoría de las veces, el diagnóstico se presenta en las fases más avanzadas de la enfermedad.

De ahí la importancia de estar atentos a los indicadores de declive diferenciando el envejecimiento normal de un envejecimiento patológico. Para ello, es recomendable tener claro qué es el deterioro cognitivo leve (en adelante DCL). Calero y Navarro (2003) lo definen como el estado en el que una función cognitiva se deteriora a un nivel mayor de lo que se anticiparía para la edad de la persona, aunque ésta no cumpla los criterios de demencia y funcione de forma independiente en la vida cotidiana.

En este sentido, cabe destacar que los pacientes que desarrollan la EA suelen pasar a través de un período de transición caracterizado por un deterioro cognitivo progresivo en las capacidades funcionales relativamente preservadas. Aunque no todos los sujetos con DCL evolucionarán a una EA, por ejemplo, en Cuba se ha registrado que el riesgo anual de progresión de los pacientes con DCL es mayor que el de la población general: 10-12% frente a 1-2%, respectivamente (Galbán et al., 2007).

Podemos entender entonces la relevancia de una intervención temprana en lo que se refiere al diagnóstico del DCL en las personas mayores. López y Calero (2009) señalan que en la mayoría de las ocasiones la enfermedad se detecta en las etapas avanzadas, cuando afecta en el desempeño de las actividades de la vida cotidiana, esto conlleva a una atención tardía de las condiciones asociadas a demencia, que a su vez deriva en un impacto mayor en la familia y también un incremento económico para las instituciones de salud pública.

En este mismo sentido, Armas y colaboradores (2008) puntualizan la evidencia de que el DCL es una entidad propia relacionada con EA, diferente del envejecimiento normal. Por eso es fundamental realizar un diagnóstico precoz

de los pacientes con DCL, diferenciándolos de quienes viven un envejecimiento normal. Para ello, es importante buscar marcadores que identifiquen al subgrupo de pacientes con DCL con mayor riesgo de progresar a una EA, de esta manera podrían aplicarse más pronta y eficientemente tratamientos encaminados a retrasar y prevenir la progresión del DCL a Alzheimer.

A su vez, Wöbbeking-Sánchez y colaboradores (2020) destacan la importancia de identificar las diferentes variables que inciden en el declive cognitivo definiendo la línea que diferencia el envejecimiento normal del envejecimiento patológico. Al respecto, Fontán y colaboradores (2004) sugieren que un diagnóstico integral debe considerar otros criterios, como el nivel de autonomía valorando el funcionamiento de las actividades de la vida diaria conservadas, ya que al observar el nivel de autonomía del paciente puede inferirse el estado mental cognitivo en que se encuentra.

La autonomía en la persona mayor se entiende como el grado en que un individuo es capaz de desarrollar los papeles que tiene asignados libre de limitaciones físicas y/o mentales (Bowling, 1994). Wadley y colaboradores (2007) lograron mostrar la importancia del estudio del deterioro cognitivo en relación con las actividades de la vida diaria, siendo estas claves para la autonomía y calidad de vida de las personas mayores.

De acuerdo con Calero y Navarro (2003), el llevar una vida activa y autónoma pareciera garantizar a la larga un mejor funcionamiento cognitivo y una mayor plasticidad cognitiva en las personas mayores. Para Martín (2008) un criterio fundamental para establecer un diagnóstico de deterioro cognitivo leve es valorar el nivel de autonomía en las actividades de la vida diaria, en este sentido, otros estudios revelan que la funcionalidad puede ser un factor pronóstico para determinar el grado de progresión del deterioro a la demencia a corto o mediano plazo (Peres et al., 2006).

Retomando la importancia de la valoración del estado cognitivo del adulto mayor, también debe analizarse que, históricamente se ha considerado a la memoria como el dato más sensible para determinar cuando una persona presenta deterioro cognitivo inicial. En la nueva definición del DSM-5, se ha eliminado el criterio que definía la presencia del deterioro de la memoria como el dato más precoz y prominente para el diagnóstico de demencia, dando el mismo peso a déficits cognitivos en otros dominios, como atención compleja, función ejecutiva, aprendizaje, lenguaje, habilidad perceptual motora y cognición social (Criterio A, DSM-5).

Cabe destacar que, la mayoría de las pruebas de tamizaje para el diagnóstico de deterioro cognitivo como Mini Mental, Mini-Cog, entre otras, están orientadas

hacia la exploración de dimensiones como: orientación, lenguaje, memoria. Estas pruebas aun cuando han probado eficiencia en la detección del deterioro cognitivo inicial, pierden sensibilidad para valorar el declive cognitivo una vez que el paciente tiene un diagnóstico de Alzheimer inicial (Carnero-Pardo et al., 2018).

Por otro lado, se ha encontrado que, en el deterioro cognitivo asociado a Alzheimer, las primeras habilidades en las que se manifiestan las dificultades son las viso espaciales y construccionales, por lo que deben considerarse pruebas de tamizaje que analicen indicadores que permitan discriminar dicha condición (Vergouw et al., 2018).

Por lo anteriormente explicado, es preciso analizar pruebas de tamizaje que aborden los aspectos visoespaciales y habilidades construccionales, y que puedan utilizarse como auxiliar diagnóstico para la detección de DCL en la consulta clínica. En este sentido, la prueba del Reloj resulta muy útil para discriminar indicadores de dicha condición ya que evalúa aspectos de las funciones ejecutivas y habilidades viso construccionales (Cacho et al., 2018).

En su práctica con población española, Cacho y colaboradores (2005) notaron un mejor desempeño en la versión copiada de la prueba del Reloj que en la versión a la orden, esto en la mayoría de los sujetos con Alzheimer inicial y le llamaron patrón de mejora en la prueba del Reloj (*improvement pattern in Clock Drawing Test*). Con ello se infiere que el patrón de mejora es un dato sensible en el diagnóstico de Alzheimer inicial (Cacho et al., 2005).

El impacto de la pandemia por COVID-19 en el trabajo neuropsicológico con personas mayores

Como se ha venido detallando, se han logrado importantes avances en cuanto a la mejor manera de abordar los procesos cognitivos de las personas mayores y se sigue avanzando en ese rubro. En la mayoría de las ocasiones la pauta para las necesidades que deben atenderse la da el contexto sociocultural, por ejemplo, actualmente existe una preocupación mundial ante la pandemia por COVID-19, declarada como tal el 11 de marzo de 2020, por lo que varios países para contener y mitigar el contagio establecieron un confinamiento para sus poblaciones, siendo una de las más afectadas la de personas mayores, ya que, de acuerdo con reportes de la OMS, el riesgo de enfermarse gravemente a causa del COVID-19 aumenta a medida que se envejece. Por ejemplo, 8 de cada 10 muertes relacionadas con dicho virus notificadas en los Estados Unidos ocurrieron entre adultos de 65 años o más (OMS, 2020), aunque esta medida se implementó con el afán de protegerse del virus, ha mermado significativamente las posibilidades de interacción social y autonomía de las personas mayores.

Con lo anterior se infiere que podría acelerarse el declive cognitivo en los adultos mayores, desafortunadamente pudiera ser una de las tantas secuelas que pueda dejar esta pandemia, ya que el llevar una vida activa y autónoma pareciera garantizar a la larga un mejor funcionamiento cognitivo y una mayor plasticidad cognitiva en las personas mayores (Calero y Navarro, 2003).

Esta situación supone un reto ante el seguimiento personalizado y puntual que este sector de la población debe recibir, la atención presencial queda descartada por el momento al ser población de riesgo y tener que permanecer en confinamiento. Por lo que deben diversificarse las modalidades de atención, haciendo uso de la tecnología al alcance, implementando todas las acciones posibles como la atención en la modalidad en línea.

Una respuesta alternativa ante la circunstancia actual en la atención a las personas mayores en cuanto al cuidado de los procesos cognitivos ha sido una transición de la evaluación neuropsicológica presencial hacia una atención tele neuropsicológica (TeleNP), misma que según el Inter Organizational Practice Committee (IOPC) se define como la aplicación de tecnologías audiovisuales para permitir encuentros clínicos remotos con pacientes para realizar evaluaciones neuropsicológicas (Bilder et al., 2020).

Aunque el uso de herramientas a distancia en el ámbito neuropsicológico tenía algunos años implementarse por profesionistas previo a la pandemia de COVID-19 (Hammers et al., 2020), la necesidad de dar la atención a las diferentes poblaciones produjo una respuesta importante para establecer buenas prácticas para este trabajo. Esto se observó en la respuesta del IOPC reuniendo a las principales asociaciones de neuropsicología en Estados Unidos (Bilder et al., 2020), así como los lineamientos publicados por la British Psychological Society (2020), o la experiencia publicada por el Australian Epilepsy Project (Tailby et al., 2020), entre otras experiencias reunidas por la International Neuropsychological Society.

Esta situación ha sido tan inusitada que no tiene precedente, por lo que el IOPC enfatiza que no hay todavía acuerdos o lineamientos definitivos acerca de las recomendaciones que deben considerarse para una atención TeleNP. Asimismo, señala que, aun cuando hay orientaciones emergentes a modo de respuesta inmediata, sobre la marcha se siguen modificando simultáneamente con las re-orientaciones resultante de las experiencias de los neuropsicólogos en esta modalidad (Bilder et al., 2020).

Por su parte la American Psychological Association (APA) ofrece en su página web, a modo de *check list* aspectos a considerar antes, durante y después de la

evaluación TelenP a personas mayores. Entre otros incluye aspectos como: el considerar el estado cognitivo del paciente para hacer las adecuaciones pertinentes, asegurarse de que el paciente cuente con los insumos tecnológicos y de conectividad para participar en la sesión, manejar el transcurso de la atención lo más parecido posible a una atención presencial en términos de privacidad, consideraciones del espacio físico, etcéteras, y, además poder contar con la participación de un cuidador o familiar que auxilie al paciente y brinde la certeza de llevar un seguimiento de los resultados y recomendaciones una vez concluida la evaluación TelenP (APA, 2020).

La experiencia del trabajo interdisciplinario e interinstitucional con personas mayores

Como se ha venido detallando hay un interés generalizado para mejorar la calidad de vida de las personas mayores, acciones encaminadas hacia el estudio de los aspectos físicos, emocionales y más específicamente los procesos cognitivos, que son el tema de interés de este capítulo, estos esfuerzos han involucrado a distintos ámbitos sociales, desde el núcleo familiar, el contexto social y, a su vez, las instituciones tanto públicas como privadas.

Tal es el caso de CETYS Universidad que, congruente con su misión de contribuir a la formación de personas que participen en el mejoramiento económico, social y cultural del país, promueve sistemáticamente la formación científica en sus diferentes ofertas académicas. Concretamente desde la Maestría en Gerontología Social y Maestría en Neuropsicología, ofrece programas profesionales que aportan al desarrollo científico y tecnológico en la región a través de proyectos que tengan un impacto social, promoviendo la vinculación con investigadores a nivel nacional e internacional.

Un ejemplo de esa vinculación es la trayectoria de colaboración a nivel internacional entre CETYS y UPSA (Universidad Pontificia de Salamanca) desde hace varios años. El fruto de esta andadura se puede concretar en las tres funciones (formación, investigación y transferencia) que debe cumplir la universidad en relación con su compromiso social y que, en nuestro caso, se ha polarizado en dar respuestas a necesidades del adulto mayor.

Sobre la primera de las funciones, *transmisión del conocimiento*, las acciones desarrolladas en el trienio de vigencia del convenio de colaboración (inicialmente firmado por el vicerrector académico en 2017 y renovado por el rector de CETYS a finales de 2019) han tenido un doble horizonte. Primero, la colaboración en el diseño de la Maestría en Gerontología Social a raíz de la invitación en el marco de

la Cátedra Distinguida de Psicología del Dr. Cabaco en 2016, en la que se integró en el diseño formativo, junto a las aportaciones de otros relevantes especialistas de CETYS, la experiencia de investigación e intervención del equipo que dirige en la UPSA. Además, con el añadido de la experiencia acumulada en la colaboración del programa de Universidad para Mayores, donde se han implementado múltiples acciones de innovación y que abarcan dos décadas (Cabaco, 2002; 2006; Cabaco, 2014; 2016; Cabaco y Barahona, 2019; Holgado y Cabaco, 2012).

La segunda concreción, en esta necesidad de formar profesionales especializados en el ámbito de la gerontología se ha cristalizado en el programa de movilidad internacional en Europa (en el marco del convenio citado) por el que los estudiantes de CETYS han asistido a dos seminarios presenciales en la UPSA, impartidos por especialistas y académicos de España y Portugal: “Cognición y envejecimiento. Retos educativos, clínicos y sociales” (2017) y “Aplicación de las terapias no farmacológicas en adultos mayores autónomos e institucionalizados, con declive o deterioro” (2018). Por motivos del COVID-19 tuvo que suspenderse la tercera parte que completaba las anteriores (“Abordaje integral del envejecimiento: de la autonomía personal a las necesidades de la dependencia”) y que iba a tener un periplo formativo en las sedes de la UPSA y la Universidade da Beira Interior (Portugal).

El abordaje integral que se ha propuesto se ve demostrado en la participación de profesionales de diversas áreas, estudiantes de los diferentes programas de Maestría en Gerontología Social, en Neuropsicología, y en Psicología, de CETYS Universidad. El compromiso se reafirmó en otra visita del Dr. Cabaco a los campus de CETYS Universidad (Mexicali, Tijuana y Ensenada) del 19 al 24 de febrero de 2018 con la conferencia magistral “La Gerontología Social, una necesidad del siglo XXI”, en el marco de la Maestría en Gerontología en donde participa como profesor invitado.

En relación con la segunda misión, es decir, la *producción de conocimientos*, una colaboración estable y eficaz debe traducirse en aportar nuevos datos y evidencias de la realidad del envejecimiento, y la mediación que el fenómeno transcultural puede ejercer. También hay una doble perspectiva de concreción en este apartado de colaboración directa entre ambas instituciones y de ampliación de la red de investigación. Sobre la primera cuestión se ha llevado a cabo una intervención experimental, diseño pre-post, utilizando las terapias no farmacológicas (en adelante TNE), en adultos sanos y con patología cognitiva inicial, residentes en Salamanca (Residencias privadas, centro de AFA [Asociación de Familiares de Enfermos Alzheimer]) y Tijuana (diferentes centros DIF, casa del abuelo, Casa de la Alegría de Valle Verde, Estancia Geriátrica las Lunas y Estancia Los Años de Oro).

Ha sido muy relevante aportar la evidencia de la eficacia de estas intervenciones, tanto en adultos mayores sanos como en las situaciones de deterioro inicial, además de considerar el peso de algunos elementos transculturales en la adaptación de las sesiones. En las sesiones aplicadas pudieron asistir alumnos para entrenarse en la aplicación de las técnicas y la experiencia dio como fruto una tesis doctoral (Villasán, 2019) codirigida por los doctores Cabaco, Santamaría y Cubero, profesores estos últimos de la Universidad de Sevilla (España).

La investigación contó con la ayuda de una Beca Internacional de la convocatoria internacional del Banco Santander. También se incorporará próximamente un miembro de CETYS al proyecto que llevamos a cabo en Chile con la Dra. Schade, financiado por la Universidad de Concepción, titulado “Eficacia de un Programa de Reminiscencia Positiva en adultos mayores institucionalizados” en el periodo 2019-21), y en el que se está utilizando el mismo diseño y materiales que en el estudio anterior para verificar la replicabilidad de las evidencias preventivas y de promoción de la salud en población mayor.

Además, en perspectiva de ampliación de la red de colaboraciones, el coordinador de la Maestría en Gerontología Social en Tijuana (Dr. Morelos Padilla) es miembro del proyecto financiado en la convocatoria competitiva Universia-CRUE “Fortalezas de las personas en el confinamiento por el COVID-19. Estudio Longitudinal y transcultural” (Acrónimo LONG-AGE-STRENGTHSvsCOVID) para el periodo 2020-21 que lidera la Dra. Rojo desde la Universidad CEU-San Pablo de Madrid y participa el equipo del Dr. Cabaco. Y en breve se presentará la candidatura a la convocatoria competitiva de Proyectos de Investigación del gobierno autonómico de Salamanca, de manera conjunta con el equipo del Dr. Álvarez, sobre la continuidad del núcleo de este capítulo, con el proyecto “Estudio transcultural (España-México-Chile) de vulnerabilidad al Deterioro Cognitivo Leve en personas mayores: evaluación, intervención y educación sanitaria a distancia ante el COVID-19”.

Señalar, por último, que el entrado de las relaciones se retroalimenta con colaboraciones en los tres ámbitos expuestos con colaboraciones en la codirección de proyectos en la Maestría en Neuropsicología o Gerontología Social y la evaluación de estos en los respectivos coloquios de investigación. En el terreno de la investigación y la difusión están en proceso de arbitraje y en prensa varios artículos, por citar uno especialmente relevante es el titulado “Physical activity and life satisfaction: an empirical study in a population of senior citizens” publicado en la revista *Frontiers in Psychology*, en el que colabora el Mtro. Mejía, por citar uno de los más relevantes por el impacto científico del medio de difusión.

Por último, la transferencia y difusión del conocimiento, también se ha materializado en diferentes visualizaciones, siendo la más relevante la publicación conjunta del manual de TNF para intervenir con adultos mayores con y sin patologías. El libro titulado *Programa de reminiscencia CIP-CETYS para optimizar el bienestar en el adulto mayor* (Cabaco, 2019) fue presentado en los tres campus de CETYS en los que se contó con la participación de la Dra. Marina Alvelais, el Dr. Gustavo Padilla y el Mtro. Manuel Mejía.

De la misma forma que tuvo su acto de presentación en el marco de la Feria Internacional del libro 2019 de Salamanca y en la que intervino la Dra. Bueno (Directora del Master en Psicogerontología de la Universidad de Salamanca). También destacar que, en relación directa con el ámbito de evaluación de este capítulo se presentó una demostración del modelo de evaluación desarrollado en el marco de la Semana de la Ciencia de Castilla y León (noviembre de 2020), donde participan investigadores de todas las universidades de la región para difundir a la sociedad el conocimiento que se produce en los centros de investigación. En la sesión que desarrollamos titulada “Evaluación de problemas de memoria a distancia”, contamos con la participación de Lizbeth de la Torre de la Maestría en Neuropsicología de CETYS, quien llevó a cabo la evaluación de una persona mayor salmantina desde Estados Unidos, para evidenciar la utilidad de la técnica a través de una consulta TeleNP.

EXPERIENCIA EN LA ADAPTACIÓN DEL ABORDAJE DE UNA EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA CON PERSONAS MAYORES A DISTANCIA

La participación en la Semana de la Ciencia de Castilla y León 2020, fue parte de los productos del proyecto que está realizando la UPSA en colaboración con CETYS Universidad desde la Maestría en Neuropsicología y la Universidad de Concepción comenzando en inicios de 2020.

El proyecto originalmente se diseñó para comparar transculturalmente un esquema de evaluación de personas mayores en España, México y Chile, utilizando la prueba del Reloj Versión Cacho. El enfoque inicial de la investigación estaba encaminado a identificar si se presentaba el patrón de mejora en personas mayores de los países involucrados comparando sujetos cognitivamente sanos con aquellos que tuvieran un diagnóstico previo de Alzheimer inicial, debido a la sensibilidad que ha mostrado este dato para la detección de dicha condición.

Las condiciones por la contingencia sanitaria hicieron obligatorio modificar el proyecto desde sus bases, haciendo una transición completa de una evaluación neuropsicológica presencial hacia una consulta TeleNP implementando para ello

el uso de la evaluación remota. Fue necesario también centrar la atención en el grupo de personas cognitivamente sanas que no tuvieran un diagnóstico previo de DCL, dejando en pausa por el momento el estudio con los pacientes con Alzheimer.

Dadas las circunstancias se replanteó el enfoque del estudio quedando como propósito el detectar tempranamente a personas mayores con DCL mediante una evaluación TelenP, esto valorando la relación entre el deterioro cognitivo del paciente y el nivel de autonomía del mismo, reportado en una entrevista con el informante clave, que puede ser un familiar o un cuidador. A su vez, el propósito se complementó con el realizar un programa de estimulación cognitiva y emocional, en los pacientes cuyos resultados sugieran indicadores de DCL.

Ante la imposibilidad de realizar cualquier interacción presencial se modificaron también las prácticas de organización del equipo de investigación, implicando que se llevaran a cabo todas las reuniones de capacitación y seguimiento de avances del proyecto de manera virtual, no solamente para quienes estaban en diferentes países, sino también para quienes se encontraban en la misma ciudad.

Una vez que se decidieron los criterios de inclusión en poblaciones mexicana, chilena y española, se definieron las directrices del proyecto y los ajustes necesarios para hacer todo a distancia. Posteriormente se procuraron las estrategias para el acercamiento a la población de interés para la investigación en cada uno de los contextos. Específicamente en México la invitación se hizo en centros geriátricos de la ciudad de Mexicali, en donde las personas mayores acuden a realizar actividades recreativas, convivencias sociales o cursos de diversos temas, pero no residen en la casa, ninguno de los pacientes evaluados está institucionalizado.

Debido a las medidas implementadas para evitar el contacto físico, nos enfrentamos con la dificultad de cómo extender la invitación a las personas mayores para participar en el estudio, ya que las instituciones no permitían poner a la vista un póster con la información y datos de contacto puesto que se consideraba un riesgo que pudieran darse casos de no respetar el distanciamiento social al detenerse a leer.

Después de varias gestiones se tuvo un acercamiento con el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE) en la sección de sus casas de jubilados, estableciendo una vinculación sin precedentes para la institución, ya que se hizo llegar la información del estudio a través de sus vías de contacto oficiales como redes sociales y grupos de WhatsApp, teniendo con ello una mayor difusión con el magisterio y con otros sectores de la sociedad. Los interesados debían comunicarse vía telefónica para agendar una cita virtual vía Zoom y llevar a cabo

la evaluación TelenP, previo a la sesión se les hacía llegar vía correo electrónico el formato para consentimiento informado, la naturaleza de la investigación y las implicaciones para quienes decidieran participar.

Previo a ese primer contacto con el paciente fue necesario realizar varios ajustes para estar en condiciones de llevar a cabo una evaluación TelenP congruente con los lineamientos emergentes sugeridos por las diversas instancias relacionadas con el tema, en un primer momento se realizó la selección de pruebas que conformarían el protocolo de evaluación.

La evaluación TelenP se llevaría a cabo utilizando la plataforma Zoom en una sesión que llevaría 30 minutos con el paciente y 15 minutos con el informante clave (un cuidador o familiar), esta persona contestaría dos cuestionarios acerca del paciente: Escala de Actividades en la Vida Diaria (IDDD, Interview for Deterioration in Daily Living Activities in Dementia), para valorar el nivel de autonomía, y la entrevista para el deterioro en las actividades de la vida diaria en la demencia (IQCODE). Dichos instrumentos se adecuaron a formatos de entrevista en Google Forms respetando los derechos de autor correspondientes, de modo que pudieran contestarse en línea una vez concluido el trabajo de evaluación con el paciente.

En cuanto a la evaluación al paciente, los instrumentos seleccionados para obtener la información fueron: la Escala de Depresión Yesavage para saber del estado emocional, el Test de Acentuación de Palabras (TAP) para la reserva cognitiva. Para identificar indicadores de DCL se utilizó la Prueba del Reloj Versión Cacho como prueba de interés y el Montreal Cognitive Assessment Test (MOCA) como prueba control para valorar el estado cognitivo.

Las adecuaciones necesarias para el trabajo con el paciente vía TelenP implicaron un proceso mucho más complejo, se realizaron varias sesiones de pilotaje con sujetos más jóvenes que la población de interés para ajustar cada uno de los instrumentos a la modalidad en línea. Posteriormente se realizaron otras sesiones también de pilotaje, pero ya con pacientes dentro de los criterios de inclusión de la investigación para valorar si los cambios habían sido pertinentes o se requerían más modificaciones.

Una de las principales cuestiones en las que se hizo énfasis con los participantes fue revisar antes de iniciar los detalles técnicos como: conectarse previamente a Zoom para familiarizarse con la plataforma, hacerlo desde una computadora dado que la pantalla permite mejor visibilidad que un celular, utilizar audífonos, tratar la sesión como si fuera presencial, ubicarse en un lugar privado, muy bien iluminado y libre de ruidos e interrupciones, verificar la conectividad a internet y la carga completa del dispositivo, y, además contar con la presencia del informante clave como auxiliar en el manejo de los aspectos técnicos de la plataforma.

De cada una de esas interacciones de pilotaje se rescató información importante para lograr una evaluación TelenP accesible y además que brindara la información que se buscaba de cada uno de los participantes. Por ejemplo, encontramos que era relativamente sencillo aplicar la Escala de Depresión Yesavage y el TAP ya que se respetaba el mismo formato e instrucciones de la modalidad presencial, en cambio los instrumentos para valorar los indicadores de DCL representaron un reto más grande.

La sesión se desarrollaba con la siguiente secuencia de aplicación en los instrumentos: Escala de depresión Yesavage, MOCA/Prueba del Reloj y TAP con el paciente y posteriormente IDDD, IQCODE con el informante clave. Para la aplicación del MOCA y la prueba del Reloj se diseñó un formato que fusionaba las dos pruebas evaluando primero todos los aspectos visoespaciales del MOCA. Este formato de aplicación se iniciaba compartiendo en la pantalla el dibujo para la prueba del trazo del MOCA, mismo que realizaba el evaluador de manera remota conforme las indicaciones de secuencia que indicara el paciente. Después se proyectaba el dibujo del cubo indicándole al paciente que lo copiara de la manera más exacta posible. Posteriormente se le indicaban las instrucciones para el dibujo del reloj y después de haberlo hecho se le mostraba el modelo de la prueba del Reloj Versión Cacho para que lo copiara. A su vez, de cada uno de los dibujos realizados, el paciente o el informante clave los colocaba frente a la cámara para poder tomar una captura de pantalla y así poder tener el registro de manera inmediata, toda esta información se guardaba en una carpeta digital individual para cada paciente.

Después de realizar las tareas visoespaciales del MOCA y la Prueba del Reloj, se continuaba con el resto de las tareas de MOCA finalizando con el TAP. Ahí quedaba concluida la evaluación para identificar indicadores de DCL en el paciente y se le pedía que se retirase de la sesión, posteriormente se entrevistaba al informante clave con los cuestionarios IDDD e IQCODE.

La intervención concluía con una segunda consulta TelenP en la que se hacía entrega de un breve reporte de resultados, explicando al paciente las áreas evaluadas y los aspectos que requerían atención y/o seguimiento inmediato en caso de identificar valores de riesgo que indicaran la presencia de DCL, invitándolos a participar en fechas próximas en un programa de estimulación emocional y cognitiva.

Como se ha mencionado, el llevar a cabo nuestro estudio representó un reto sin precedentes para el equipo de investigación; sobre la marcha debieron tomar decisiones que permitieran continuar utilizando los recursos que los diferentes equipos de investigación en España, México y Chile tuvieran al alcance. Eso llevó a una transición de una evaluación neuropsicológica presencial a una práctica tele neuropsicológica.

Durante el trayecto ha quedado claro que la consulta TelenP se ha incrementado haciendo que se descubran nuevas potencialidades en ella, y, aunque no hay todavía regulaciones formales para las prácticas TelenP, sí hay recomendaciones emergentes que sustentan esta modalidad de atención y es una meta que pretende lograrse a mediano plazo para las instituciones del campo de la salud mental.

Al respecto, el IOPC sugiere que, debido a que las evaluaciones neuropsicológicas involucran una interacción personal, cuando se recurra a la modalidad TelenP para la aplicación de pruebas estandarizadas sus resultados deben tratarse con reserva debido a las circunstancias y métodos diferenciados, además de especificar en el reporte que la información fue obtenida vía consulta TelenP (Bilder et al., 2020).

Por su parte, Kruse y colaboradores (2018) señalan que las barreras que se enfrentan al implementar prácticas de TelenP representan diferentes retos de acuerdo con las características del paciente. Por ejemplo, mientras que los adolescentes están más sintonizados con el uso de diversas plataformas digitales, las personas mayores pueden enfrentar mayores dificultades debido a falta de familiaridad del trabajo en línea.

Dadas las circunstancias derivadas del impacto del COVID-19, deben aprovecharse las bondades de una consulta TelenP, pero es muy importante hacerlo con las consideraciones pertinentes, anticipándose a las problemáticas que puedan presentarse en su desarrollo, y, sobre todo, para las personas mayores resulta muy útil el hecho de normalizar las dificultades tecnológicas de modo que se tranquilicen y puedan relajarse para participar en óptimas condiciones en su sesión.

Conclusiones

La intención de este capítulo fue compartir una experiencia de investigación de equipo con un enfoque transcultural con la participación de tres países: España, Chile y México. Inicialmente, la distancia geográfica obligaba a llevar a cabo algunas actividades de manera remota, como las primeras reuniones para la organización del proyecto, posteriormente, con el impacto del COVID-19 nos vimos enfrentados a replantear todo el desarrollo del proyecto y encontrar alternativas que permitieran implementar un sistema de evaluación a distancia para personas mayores auxiliar en la detección de indicadores de DCL.

La opción disponible ante la circunstancia fue una transición de una evaluación neuropsicológica presencial hacia una consulta TelenP, con todas las modificaciones que esto implicaba: desde la población para nuestro estudio, la convocatoria para participar, hasta los protocolos de evaluación, mismos que involucraron

varias sesiones de pilotajes, en todo momento determinados a brindar soluciones para mejorar la calidad de vida de las personas mayores.

Un aspecto importante para destacar es que es necesario propiciar una nueva cultura de valoración del estado cognitivo y emocional de las personas mayores, ya que se prevé que la nueva normalidad tenga un impacto negativo en esta población debido a las limitaciones de interacción social y las condiciones de confinamiento, acelerando el declive cognitivo. Por lo que es primordial que se involucren las familias en el seguimiento de los programas de atención e intervención.

Otro punto relevante es que la evaluación TelenP está demostrando ser de utilidad metodológica ya que aporta un nuevo enfoque de atención a la población de personas mayores y preserva la salud al guardar las recomendaciones emitidas por las autoridades sanitarias, pero debe implementarse con las consideraciones pertinentes.

Al implementar esta propuesta de evaluación con las adaptaciones que tuvieron que hacerse exploramos una propuesta para resolver la problemática del diagnóstico tardío de la demencia, con algunos de los pacientes evaluados hemos valorado que implementando una evaluación TelenP sí pueden identificarse predictores del deterioro cognitivo de una manera eficaz, y además no representa un riesgo de contagio para los involucrados.

El logro más gratificante hasta el momento ha sido, después de un proceso exhaustivo, estar en condiciones de instrumentar una detección temprana del DCL que brinda elementos para acciones preventivas encaminadas a cuidar la reserva cognitiva y postergar el progreso del deterioro cognitivo a la demencia en los participantes.

Aunque el proyecto sigue en curso, en el trayecto se han rescatado muchos aprendizajes, ha quedado demostrado una vez más que, ante cualquier circunstancia la especie humana es resiliente. En el caso de nuestro equipo de investigación valoramos que nada debe ni puede parar la investigación, cualesquiera que sean las circunstancias pueden encontrarse opciones para solucionarlas considerando las características de la población, los elementos transculturales y las implicaciones derivadas de los diversos contextos.

Referencias

Aguilar-Navarro, S. G., Mimenza-Alvarado, A. J., Samudio-Cruz, M. A., Hernández-Contreras, F. J., Gutiérrez-Gutiérrez, L. A., Ramírez-González, F. y Avila-Funes, J. A. (2018). Validation of the Clock Drawing Test Scoring Method in older adults with neurocognitive disorder. *Salud Mental*, 41(4), 179-186. <https://doi.org/10.17711/sm.0185-3325.2018.026>

- American Psychological Association (APA). (2020). Office and technology checklist for telepsychological services. Autor. <https://www.apa.org/practice/programs/dmhi/research-information/telepsychological-services-checklist#>
- Alzheimer: diferencias por género entre América Latina y otras regiones del mundo. (2017). *Género y Salud en Cifras*, (15), 4-11.
- Armas, J., Carrasco. M. y Ángel, S. (2008). Los factores de progresión del deterioro cognitivo leve a la enfermedad de Alzheimer. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 7(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2008000400020&lng=es&tlng=es.
- Bowling, A. (1994) La medida de la salud. Revisión de las escalas de la calidad de la vida. SG-Masson.
- Bilder, R. M., Postal, K. S., Barisa, M., Aase, D. M., Cullum, C. M., Gillaspay, S. R., Harder, L., Kanter, G., Lanca, M., Lechuga, D. M., Morgan, J. M., Most, R., Puente, A. E., Salinas, C. M. y Woodhouse, J. (2020). Inter Organizational Practice Committee Recommendations/Guidance for Teleneuropsychology in Response to the COVID-19 Pandemic. *Archives of Clinical Neuropsychology: the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 35(6), 647-659. <https://doi.org/10.1093/arclin/aaa046>
- British Psychological Society. (2020). Division of Neuropsychology Professional Standards Unit Guidelines to colleagues on the use of Tele-neuropsychology. Division of Neuropsychology.
- Cabaco, A. S. (2002). *Optimización de la memoria*. Ediciones Témpera.
- Cabaco, A. S. (2006). *La memoria y el olvido: un matrimonio de conveniencia en perspectiva intergeneracional*. Publicaciones de la UPSA.
- Cabaco, A. S. (2014). *Prismas intergeneracionales sobre la memoria humana: investigación y propuestas*. Publicaciones de la UPSA.
- Cabaco, A. S. (Coord.). (2016). *Estimulación cognitiva del envejecimiento saludable*. Publicaciones de la UPSA.
- Cabaco, A. S. (Coord.). (2019). *Los niveles de la cognición instruccional positiva. Programa de reminiscencia CIP-CETYS para optimizar el bienestar de adultos mayores*. CETYS Universidad.
- Cabaco, A. S. y Barahona, N. (Coords.). (2019). *Estimulación integral del envejecimiento con sentido: Combinando procesos cognitivos y emocionales*. Síndesis.
- Cacho, J., García-García, R., Fernández-Calvo, B., Gamazo, S., Rodríguez-Pérez, R., Almeida, A. y Contador, I. (2005). Improvement Pattern in the Clock Drawing Test in Early Alzheimer's Disease. *European Neurology*, 53(3), 140-145. <https://doi.org/10.1159/000085832>

- Calero, M. D. y Navarro, E. (2003). Test de posiciones: un instrumento de medida de la plasticidad cognitiva en el anciano con deterioro cognitivo leve. *Revista de Neurología*, 36, 619-624.
- Fontán, L. E., Lorenzo, J. y Silveria, A. (2004). Perfil de Alteración en el Mini-Mental State Examination en pacientes con deterioro cognitivo leve. *Revista de Neurología*, 39, 316-321.
- Galbán, A., Sansó, P., Félix, J., Díaz-Canel, A., Carrasco, M. y Oliva, T. (2007). Envejecimiento poblacional y fragilidad en el adulto mayor. *Revista Cubana de Salud Pública*, 33(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662007000100010&lng=es&tlng=es
- Garre-Olmo, J. (2018). Epidemiología de la enfermedad de Alzheimer y otras demencias. *Revista de Neurología*, 66(11), 377-86.
- Holgado, A. y Cabaco, A.S. (2012). *Laboratorios compartidos. Investigando la memoria en pupitres intergeneracionales*. Publicaciones de la UPSA.
- International Neuropsychological Society. (2020). Telehealth resources during COVID-19. Autor. <https://www.the-ins.org/special-announcements/covid-19/>
- Kruse, C. S., Karem, P., Shifflett, K., Vegi, L., Ravi, K. y Brooks, M. (2018). Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 24(1), 4-12.
- López, A. G. y Calero, M.D. (2009). Predictores del deterioro cognitivo en ancianos. *Revista española de Geriatría y Gerontología*, 44, 220-224.
- Martín, C. (2008). Instrumentos de valoración en el deterioro cognitivo leve. *Psicogeriatría*, 0, 9-15.
- Muñoz-Pogossian, B. (2019). Envejecimiento y derechos humanos: La Convención Interamericana sobre la Protección de los Derechos Humanos de las Personas Mayores. Diciembre, 21, 2020, de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <https://www.cepal.org/es/enfoques/envejecimiento-derechos-humanos-la-convencion-interamericana-la-proteccion-derechos-humanos>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (11 de marzo de 2020). Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020. <https://www.who.int/es/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
- Peres K, Chrysostome V, Fabrigoule C, Orgogozo J.M., y Dartigues JF. (2006). Restriction in complex Activities of daily living in MCI: Impact of outcomes. *Neurology*, 67: 461-6.
- Tailby, C., Collins, A. J., Vaughan, D. N., Abbott, D. F., O'Shea, M., Helmstaedter, C. y Jackson, G. D. (2020). Teleneuropsychology in the time of COVID-19:

- The experience of The Australian Epilepsy Project. *Seizure*, 83, 89-97.
<https://doi.org/10.1016/j.seizure.2020.10.005>
- Vergouw, L. J. M., Salomé, M., Kerklaan, A. G., Kiees, C., Roks, G., van den Berg, E. y de Jong, F. J. (2018). The Pentagon Copying Test and the Clock Drawing Test as Prognostic Markers in Dementia with Lewy Bodies. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 45(5-6), 308-317. <https://doi.org/10.1159/000490045>
- Trejo, C. (2001). El viejo en la historia. *Acta bioethica*, 7(1), 107-119.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55470108>
- Villasán, A. (2019). Eficacia de la Terapia de Reminiscencia Positiva en el envejecimiento saludable y patológico: un estudio en población mexicana y española (Tesis doctoral inédita). Universidad Pontificia de Salamanca, España
- Wadley, V. G., Crowe, M., Mariske, M., Cook, S. E., Unverzagt, F. W., Rosenber, A. L. y Rexroth, D. (2007). Changes in everyday function in individuals with psychometrically defined mild cognitive impairment in the advance cognitive training for independent and vital elderly study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55, 1192-1198.
- Wöbbing-Sánchez, M., Bonete-López, B., Cabaco, A. S., Urchaga-Litago, J. D., Afonso, R. M. (2020). Relationship between Cognitive Reserve and Cognitive Impairment in Autonomous and Institutionalized Older Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5777.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN NEUROPSICOLÓGICA DE ADOLESCENTES DESPUÉS DE UN TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO LEVE

Ariana Elizabeth Fuentes Valenzuela

El traumatismo craneoencefálico (en adelante TCE) es uno de los tipos de daño cerebral adquirido que se presenta con mayor frecuencia, afecta al neurodesarrollo y es además una de las principales causas de discapacidad en poblaciones pediátricas (Forsyth y Kirkham, 2012; Ryan et al., 2016; A. C. Smith et al., 2019). Esto ocurre cuando fuerzas mecánicas impactan las estructuras cerebrales en mayor o menor grado, donde el efecto biomecánico daña la corteza y, en ocasiones, las estructuras subcorticales. Si el TCE sucede durante la infancia y la adolescencia puede modificar el curso normal del desarrollo, maduración y neurofisiología del sistema nervioso (Forsyth y Kirkham, 2012; Vázquez et al., 2013).

La herramienta que se utiliza con mayor frecuencia para medir la severidad del daño por TCE es la Escala de Coma de Glasgow. Esta escala evalúa la respuesta a diferentes estímulos visuales, auditivos y motores. Se aplica durante los primeros minutos después de que ocurrió el trauma y dependiendo del puntaje obtenido puede clasificarse como leve, moderado o severo. Un TCE leve es aquel que obtiene un puntaje igual o mayor a 13 puntos, si se encuentra en el rango entre nueve y 12 puntos se considera moderado. Por otra parte, cuando se obtienen ocho puntos o menos la lesión es clasificada como severa (Andrew et al., 2017; Balderas y Contreras, 2017; Roebuck-Spencer y Cernich, 2014).

La adolescencia abarca entre los 10 y 19 años (Sawyer et al., 2012) y es una de las etapas del desarrollo en las que mayor probabilidad existe de sufrir un TCE, siendo el grado leve uno de los más frecuentes (Cannella et al., 2019; Chitturi et al., 2018; Connolly y McCormick, 2019; Roebuck-Spencer y Cernich, 2014; Saw-

yer et al., 2012; Soto et al., 2014; Starkey et al., 2018). Las causas más comunes incluyen accidentes de tráfico y lesiones deportivas (E. B. Smith et al., 2019). Después del trauma, el paciente puede presentar confusión o desorientación, pérdida de conciencia por 30 minutos o menos, amnesia post-traumática con duración menor a 24 horas, así como otros síntomas neurológicos, incluyendo convulsiones (Connolly y McCormick, 2019; Emery et al., 2016). Estos se conocen también como síntomas post-contusión y pueden permanecer hasta dos años después de la lesión (E. B. Smith et al., 2019; Starkey et al., 2018). Sin embargo, muchas personas no buscan atención médica debido a que subestiman la severidad del trauma porque la lesión no suele poner en peligro la vida (Maggio et al., 2019; Roebuck- Spencer y Cernich, 2014; Wright et al., 2017).

En la adolescencia, debido a los procesos fisiológicos y de maduración neuronal (Blakemore y Choudhury, 2006), un TCE leve puede conducir a desórdenes relacionados con el control inhibitorio (Somerville et al., 2010). El comportamiento en esta etapa tiene como característica cierto grado de impulsividad y la tendencia a tomar decisiones arriesgadas, aunque esto generalmente es transitorio y evoluciona conforme maduran diferentes estructuras neuronales. Sin embargo, la ocurrencia de un TCE leve a estas edades puede modificar el curso del desarrollo y así, las dificultades en inhibición, entendida como proceso neuropsicológico, podrían convertirse en algo permanente, e incluso relacionarse más tardíamente con el abuso de sustancias o la incapacidad de controlar apropiadamente el comportamiento agresivo (Farrer et al., 2013). Paradójicamente, estos déficits neuropsicológicos incrementan la probabilidad de re-experimentar otros accidentes que también resulten en lesiones cerebrales (Connolly y McCormick, 2019).

A pesar de lo anterior, podrían señalarse varias limitantes para la adecuada evaluación y rehabilitación neuropsicológica de un TCE. Por ejemplo, los tests y baterías actuales pasan por alto este período y la adolescencia queda englobada en los instrumentos que se aplican a la población infantil o adulta, aunque los procesos de maduración del sistema nervioso y del desarrollo neuropsicológico son muy diferentes en estas edades. Esta situación impide obtener un perfil neuropsicológico válido, por lo que muchos déficits en control inhibitorio pueden ser malinterpretados por los clínicos. Además, dado que los pacientes en muy pocas ocasiones solicitan una valoración neuropsicológica, para cuando lo hacen, ya ha transcurrido un tiempo considerable desde que ocurrió la lesión (Roebuck- Spencer y Cernich, 2014) y muchos de los síntomas pueden haberse intensificado e incluso encontrarse dificultades derivadas del impacto inicial sobre las funciones ejecutivas. Los adolescentes que han sufrido un TCE leve tienden a ser más

impulsivos y presentar dificultades para la toma de decisiones, esto les impide responder apropiadamente a las demandas sociales de su medio ambiente y con ello disminuyen las posibilidades de alcanzar una adultez funcional (Farrer et al., 2013; Ryan et al., 2016; Zamani et al., 2019). Si los instrumentos neuropsicológicos fueran construidos con una especificidad tal que les permitiera medir la evolución de las funciones ejecutivas durante la adolescencia, serían más sensibles a detectar incluso las más ligeras variaciones después de una contusión. A su vez, la información que se obtendría podría ser usada para desarrollar de una manera más efectiva los programas de rehabilitación, que usualmente están enfocados en otros procesos cognitivos por ser alteraciones más discernibles en las primeras etapas después de un TCE mientras que las relacionadas con control inhibitorio se atribuyen erróneamente a la edad (Eshel et al., 2019; Roebuck-Spencer y Cernich, 2014). Así, realizar la evaluación y el pronóstico neuropsicológico para un adolescente que ha sufrido un TCE leve se convierte en una tarea complicada, ya que requiere diferenciar los déficits en las funciones ejecutivas que son típicos para este grupo de edad, de aquellos que son producto del daño cerebral adquirido empleando instrumentos que no son útiles para este objetivo.

Finalmente, esto deriva en que la rehabilitación sea incierta, dado que estas limitantes tienen un impacto al establecer las metas del tratamiento. Además, existe poca evidencia sobre la efectividad de los programas actuales. Este capítulo tiene el objetivo de discutir estas y otras limitantes para la evaluación neuropsicológica de los pacientes adolescentes con TCE leve.

Desarrollo del control inhibitorio durante la adolescencia y sus alteraciones después de un TCE leve

El control inhibitorio es definido como la habilidad de suprimir respuestas dominantes cuando no son apropiadas para el contexto o para la situación actual, siendo una de las principales funciones ejecutivas y la base para el desarrollo de las demás (Hurks et al., 2018; Vara et al., 2014). También es necesario para el proceso de toma de decisiones y para la cognición social (Hartley y Somerville, 2015), por lo que un déficit en este proceso limita la capacidad de ajuste del adolescente a diferentes contextos y situaciones (Zamani et al., 2019). Además, es un factor importante para lograr la aceptación del grupo de pares, ya que ayuda a mantener relaciones positivas por sus implicaciones para la regulación emocional y del comportamiento (Oberle y Schonert-Reichl, 2013). La ocurrencia de un TCE durante una etapa de rápida maduración neuronal, como es el caso de la adolescencia, puede tener una repercusión en los procesos cognitivos y el control inhi-

bitorio resulta, con frecuencia, afectado (Hurks et al., 2018). Así, una evaluación y rehabilitación neuropsicológica apropiada debe considerar los principios del neurodesarrollo que la subyacen (Giza y Prins, 2006).

La evidencia relacionada con los cambios en materia blanca y gris durante la adolescencia se reporta desde hace varios años (Giedd et al., 1999). En la niñez y en la pubertad, el neurodesarrollo está caracterizado por incrementos progresivos en el volumen de materia gris, que alcanzan su pico cerca de los 12 años de edad (Blakemore y Choudhury, 2006; Gogtay et al., 2004; Sawyer et al., 2012; Tau y Peterson, 2010). Durante la adolescencia, las redes neuronales comienzan a fortalecerse gracias a los procesos de mielinización (Tau y Peterson, 2010) y poda sináptica (Gogtay et al., 2004). Comúnmente, el TCE resulta en lesiones extendidas y en daño axonal difuso que afecta las conexiones en sustancia blanca y genera alteraciones cognitivas, por ejemplo, déficits en autorregulación e inhibición (Giza y Prins, 2006; Ham y Sharp, 2012; Han et al., 2016; Kullberg-Turtiainen et al., 2019; Maggio et al., 2019; Ryan et al., 2016; Sharp et al., 2014; Soto et al., 2014). Los modelos animales han mostrado que el TCE leve con frecuencia activa mecanismos de excitotoxicidad que modifican la conectividad funcional durante la adolescencia (Chitturi et al., 2018) por lo que es posible que este tipo de insulto cerebral pueda exacerbar las dificultades en el funcionamiento cognitivo.

La impulsividad y la tendencia a tomar decisiones arriesgadas son características transitorias que muestran evolución al mismo tiempo que madura la corteza prefrontal, específicamente las zonas orbito-frontales, asociadas al control inhibitorio y que son una referencia anatómica para el resto de las estructuras que integran el llamado “cerebro social” (Blakemore y Choudhury, 2006; Blakemore y Robbins, 2012; Kolb et al., 2004; Ryan et al., 2016; Somerville et al., 2010). La amígdala participa en el procesamiento de los estímulos emocionales (Somerville et al., 2010), mientras que el estriado ventral, se relaciona con el comportamiento motivacional y la búsqueda de recompensas (Blakemore y Robbins, 2012; Petrican y Grady, 2019; Somerville et al., 2010). Además, estas estructuras contribuyen en gran medida al proceso de toma de decisiones (Somerville et al., 2010).

Aunque a esta edad, tanto la amígdala como el estriado ventral han alcanzado cierta madurez, la corteza pre-frontal aún es inmadura. Esto se traduce en una alta sensibilidad hacia los estímulos con contenido emocional pero una baja capacidad para inhibir las respuestas comportamentales. Un estudio llevado a cabo por Gardner y Steinberg (2005) evaluó una muestra de adolescentes (13-16 años), adultos jóvenes (18-22 años) y adultos (mayores de 24 años) que fueron asignados aleatoriamente a dos condiciones: individual y en grupos de tres participantes. En

ambas, tenían que jugar un videojuego que tenía como objetivo avanzar con un auto lo más lejos posible, evitando impactar con una pared que aparecía después de una luz amarilla. Cuando los participantes lograban evitar la colisión ganaban puntos, de otra manera los perdían. Los participantes que estaban agrupados en tríadas podían consultar las decisiones con los demás. Los resultados mostraron que los participantes más jóvenes tomaron más riesgos que los adultos y en el caso de los grupos, los pares tuvieron una fuerte influencia para la toma de decisiones que implicaban riesgo. En otras palabras, el proceso de toma de decisiones en los adolescentes es sesgado ya que se encuentra influenciado principalmente por factores emocionales que resultan altamente estimulantes (Blakemore y Robbins, 2012; Somerville et al., 2010; Vara et al., 2014).

Los patrones de neurotransmisión también determinan algunas características del comportamiento de los adolescentes. De acuerdo con Blakemore y Robbins (2012), tomar decisiones arriesgadas podría deberse al desarrollo asimétrico del sistema de recompensa dopaminérgico que, después de un TCE, se ve alterado a causa de las respuestas inflamatorias, alteraciones sinápticas, y un decremento en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica, por lo que los adolescentes son más vulnerables a presentar trastornos por abuso de sustancias (Cannella et al., 2019; Connolly y McCormick, 2019; Giza y Prins, 2006; Karelina et al., 2017). Además, se ha asociado con un mayor riesgo de conductas suicidas (Chang et al., 2019).

Los cambios hormonales también participan en el desarrollo del control inhibitorio (Kolb et al., 2004). En un estudio realizado con mujeres adolescentes entre los 11 y 13 años (Op de Macks et al., 2016) se buscó la relación de la testosterona y el estradiol con el funcionamiento del sistema de recompensa y sus implicaciones en la toma de riesgos. Las participantes contestaron un cuestionario en el que reportaban cuántas veces habían tenido comportamientos de riesgo en los últimos seis meses, por ejemplo, ir en el auto de una persona que se encontraba en estado de embriaguez, involucrarse en actos de vandalismo o en peleas físicas. Los puntajes obtenidos fueron correlacionados positivamente con los niveles de testosterona y estradiol, sin que se encontrara tal correlación con la edad. Estos hallazgos parecen apuntar al hecho de que los factores hormonales juegan un rol más importante que la edad en términos de control inhibitorio y toma de decisiones.

Cuando el desarrollo se da en condiciones normales, la toma de decisiones comienza a mejorar con la maduración de la corteza prefrontal ventromedial y el decremento en la actividad del estriado ventral. Pero, después de un TCE, los adolescentes podrían seguir mostrando conductas de riesgo (Connolly y McCormick, 2019), ya que se ha reportado incapacidad para recuperar de la memoria las

consecuencias emocionales de sus actos y beneficiarse de esto cuando necesitan decidir (Blakemore y Robbins, 2012; Giza y Prins, 2006).

Hurks y colegas (2018) realizaron un estudio prospectivo para determinar si la edad en el momento de la lesión afecta diferencialmente el funcionamiento ejecutivo seis meses y dos años después de ocurrido el TCE. Establecieron cuatro grupos considerando los períodos de maduración cerebral que se describen en otros estudios: niñez temprana (5-6 años), niñez intermedia (7-9 años), niñez tardía (10-12 años) y adolescencia (13-15 años). Para medir las afectaciones utilizaron el cuestionario de Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva (BRIEF, por sus siglas en inglés) y tareas basadas en el desempeño, ambos instrumentos fueron aplicados en dos momentos: seis meses y dos años después de la lesión. Sus resultados indican que, dos años después, los grupos de participantes que habían sufrido la lesión durante la niñez temprana y en la adolescencia fueron quienes obtuvieron menores puntajes, sobre todo en control inhibitorio. Además, reportaron que la diferencia en puntajes entre el grupo de participantes con TCE comparado con el grupo control emergió hasta el segundo momento de la medición, por lo que resulta importante para los clínicos monitorear el riesgo potencial de presentar alteraciones en esta función ejecutiva hasta dos años después de la lesión.

Los resultados coinciden con los de Starkey y colaboradores (2018) quienes examinaron los síntomas post-contusión, incluyendo los conductuales, en niños y adolescentes hasta 24 meses después de un TCE leve, encontrando que, en comparación con el grupo control, los participantes que había sufrido una lesión reportaban mayores síntomas, siendo los más comunes irritabilidad, frustración, olvidos y fatiga. Además, añaden que los padres podrían relacionarlos erróneamente con las características del compartimiento que son propias de la etapa y no con el TCE, por lo que concluyen que conocer la cronicidad de estos síntomas puede ser útil para el diseño de intervenciones más apropiadas para cada caso.

Estas repercusiones pueden persistir debido a los cambios en la expresión génica y procesos de señalización celular (Cannella et al., 2019), aunque algunos autores consideran que, para un TCE leve, la expresión génica se mantiene estable. Sumado a esto, es importante considerar que las lesiones en las regiones distales pueden contribuir a que los déficits permanezcan por mucho tiempo después del trauma (Cannella et al., 2019; Han et al., 2016; Sharp et al., 2014).

En resumen, el control inhibitorio y la toma de decisiones son procesos que se desarrollan gradualmente conforme la madurez neuronal incrementa. Además, dependen no solamente de factores estructurales sino también de variables hormonales y de neurotransmisión. Después de un TCE, el desarrollo de todos estos

componentes se interrumpe y podrían no recuperar su estado previo, dejando secuelas que pueden ser imperceptibles pero que complican el ajuste del adolescente a su medio ambiente.

Limitantes para la Evaluación Neuropsicológica en la Adolescencia después de un TCE Leve

La disfunción ejecutiva puede ser un síntoma post-contusión (PCS, por sus siglas en inglés) que complique el ajuste a las demandas sociales, ocupacionales, académicas y de la vida diaria (Allen, 2019; McGrath y Eloi, 2019; R. Smith et al., 2019). Algunos investigadores señalan la relación entre aceptación del grupo de pares, control inhibitorio y desempeño académico (Oberle y Schonert-Reichl, 2013) y se ha sugerido un vínculo entre TCE y comportamiento delictivo en los jóvenes (Connolly y McCormick, 2019; Farrer et al., 2013).

Por esto, resulta relevante que los síntomas post-contusión después de un TCE leve no sean ignorados (Karelina et al., 2017; Starkey et al., 2018). Sin embargo, actualmente, las decisiones acerca de lo que se debe hacer después de una lesión de este tipo rara vez involucran la atención neuropsicológica y usualmente se limitan a la opinión médica del neurólogo o del pediatra. Por tanto, el primer reto que enfrenta la neuropsicología es incrementar las probabilidades de que este tipo de pacientes sean referidos para su atención (Andrew et al., 2017; T. E. Smith, 2016).

La evaluación neuropsicológica debe tener como principal objetivo establecer las bases para una recuperación funcional (Maggio et al., 2019). Enfocarla sólo en determinar la localización del daño y los procesos cognitivos afectados limita sus alcances, dado que una de sus principales utilidades es definir el perfil de fortalezas del paciente, que, además, debe ser tomado en cuenta para trabajar en su recuperación y así, lograr su adaptación a diferentes contextos, permitiéndole que su desarrollo continúe y no termine sesgado. En los casos de TCE, puede realizarse aplicando un enfoque tradicional, basado en utilizar las mismas baterías con todos los pacientes, como un proceso sistemático y estandarizado. Por otra parte, también existe un enfoque flexible en el que se eligen los test y baterías considerando las necesidades del paciente de acuerdo con lo obtenido en las entrevistas clínicas y el motivo de referencia (Soble et al., 2017). Elegir un enfoque u otro, depende de analizar diferentes puntos, empezando por el momento en el que la evaluación se realiza, dado que existirán variaciones si se lleva a cabo durante la fase aguda, subaguda o en el período crónico (McGrath y Eloi, 2019; Soble et al., 2017).

Una de las limitantes de la evaluación tradicional es que no es sensible para detectar las compensaciones que los pacientes podrían haber desarrollado para

mejorar su ejecución. Además, considerando que para el momento en el que son evaluados ya ha transcurrido un tiempo considerable desde que ocurrió la lesión, ciertos signos y síntomas podrían encontrarse enmascarados (Wright et al., 2017). Por esta razón, la evaluación flexible permite un mejor acercamiento a la realidad que vive el paciente (Allen, 2019). Es importante enfatizar que la validez de la evaluación es diferente que la validez del instrumento. Esta última tiene que ver con que la prueba mida los factores para los que fue construida, mientras que la primera se relaciona con la interpretación correcta de los síntomas y de la ejecución (McGrath y Eloi, 2019; Soble et al., 2017). Por ejemplo, algunos pacientes podrían esforzarse más que otros en la realización de las tareas debido a circunstancias externas, tal es el caso de atletas jóvenes que son evaluados después de un TCE leve para decidir su permanencia en el equipo.

Debido a la respuesta fisiológica que se genera después de un TCE leve, se recomienda aplicar las evaluaciones neuropsicológicas entre 30 y 90 días después del trauma (Soble et al., 2017). Sin embargo, para entonces el contacto con el paciente ya se ha perdido debido a que erróneamente pueden creer que las repercusiones son leves o escasas. Una manera de evitar esto son las escalas de tamizaje, éstas pueden ser aplicadas entre una y dos semanas después de la lesión, lo que tiene el beneficio de mantener el contacto con el paciente y su familia hasta que una evaluación neuropsicológica completa pueda ser realizada. Por ejemplo, el instrumento Groote Schuur Traumatic Brain Injury Evaluation (GSH TBI-E) reportada por Andrew y colegas (2017) ayuda a identificar la severidad del TCE y las posibles problemáticas derivadas de éste con el objetivo de referir oportunamente al especialista. Paradójicamente, aunque existe un consenso para el uso de estos instrumentos, rara vez son utilizados (E. B. Smith et al., 2019). La información que brindan las evaluaciones neuropsicológicas después de un TCE leve será clave para el diagnóstico y el pronóstico del caso, así como para el diseño del plan de tratamiento y el seguimiento ya que aporta una línea base que permite comparar la efectividad de las estrategias de rehabilitación para una recuperación funcional (Allen, 2019; Eshel et al., 2019; Maggio et al., 2019; Soble et al., 2017). Un metaanálisis enfocado en las guías clínicas que existen para la rehabilitación de niños que presentan daño cerebral adquirido, encontró que la mayoría coinciden en que la evaluación inicial es un paso importante para establecer las recomendaciones del caso y, aunque subrayan la necesidad de un equipo multidisciplinario, no sugieren tests o baterías debido a la falta de evidencia al respecto (Knight et al., 2018).

Una limitante de los tests y baterías es que no son sensibles para detectar la existencia de co-morbilidades o complicaciones derivadas del TCE leve debido

a que muchos síntomas se pueden superponer con otros (Allen, 2019). La lesión puede desencadenar desórdenes en el estado de ánimo que afecten la ejecución de los pacientes en las tareas administradas y así llevar a una interpretación errónea de los resultados (Afzali et al., 2018; Andrew et al., 2017; McGrath y Eloi, 2019; Roebuck-Spencer y Cernich, 2014; Soble et al., 2017). Por ejemplo, los síntomas de ansiedad tienen un efecto negativo en el proceso atencional que, a su vez, deriva en dificultades de lectura y escritura (Roebuck-Spencer y Cernich, 2014). Para complicar la situación aún más, muchos de estos síntomas no pueden ser apreciados de manera aislada, dado que emergen cuando diferentes factores cognitivos, sociales y de comportamiento interactúan (Soble et al., 2017; Zamani et al., 2019). Por esta razón, se recomienda que la aplicación de instrumentos sea tan exhaustiva, completa y detallada como sea posible (Han et al., 2016; McGrath y Eloi, 2019) e incluir escalas como el Inventario de Depresión de Beck o aquellas que midan estrés postraumático (Han et al., 2016; Roebuck-Spencer y Cernich, 2014).

De acuerdo con Ennis y colegas (2013) pocas veces se evalúa el estado pre-mórbido utilizando escalas estandarizadas. Sin embargo, esto es importante debido a que permite identificar los cambios que el paciente ha mostrado desde la lesión (McGrath y Eloi, 2019; Roebuck-Spencer y Cernich, 2014; Zamani et al., 2019). Los cuestionarios pueden ser útiles para determinar los problemas de conducta actuales, pero también para establecer un panorama retrospectivo anterior al trauma, por ejemplo, el Inventario de Comportamientos de Niños (Ryan et al., 2016).

Algunas variables psicosociales y familiares, pueden ser un factor de protección o de riesgo y están relacionadas con la probabilidad de volver a experimentar lesiones de este tipo o contribuir a desarrollar desórdenes psiquiátricos (Gerring y Wade, 2011). Instrumentos como el Family Assessment Device pueden brindar información acerca de ellas (Ryan et al., 2016; Soto et al., 2014; Zamani et al., 2019). Para los casos de TCE leve, es importante evaluar este aspecto, debido a que muchos problemas de control inhibitorio y toma de decisiones podrían estar siendo exacerbados debido a circunstancias psicosociales y no por la lesión en sí misma.

Una tarea pendiente para las Neurociencias es crear una batería específica que mida las funciones neuropsicológicas en la adolescencia, debido a la singularidad de su desarrollo y a que existe un vacío en muchos instrumentos que han sido construidos para la población infantil o adulta y se incluye a los adolescentes en los extremos de un continuo. Por tanto, al administrar las tareas, se deben anticipar efectos techo o cielo en sus puntajes (Andrew et al., 2017; Soble et al., 2017). Instrumentos utilizados para la evaluación del control inhibitorio como la Escala de Impulsividad de Barratt o el Inventario de Temperamento y Carácter

no están estandarizados para este tipo de población (Kulendran et al., 2016). Así, actualmente nos enfrentamos al reto de no saber si la muestra con la que se ha estandarizado la prueba es apropiada para comparar las características particulares que muestra el desarrollo adolescente, por lo que la confiabilidad, validez y sensibilidad pueden no ser las que el clínico y el paciente necesitan (Allen, 2019).

Tal como ya se ha mencionado, los factores sociales tales como la aceptación del grupo de pares, ejercen una influencia en el control inhibitorio y la toma de decisiones. En este sentido, las baterías deberían tener un mayor énfasis en la evaluación de las habilidades sociales debido a la importancia que tienen para el desarrollo de procesos cognitivos en esta etapa (Blakemore y Choudhury, 2006). Recientemente, este enfoque está comenzando a ser relevante (Gerring y Wade, 2011; Huh y Raghupathi, 2019) pero, actualmente, dicha competencia no puede ser cuantificada con tanta claridad como ocurre con otros dominios neuropsicológicos (Anderson et al., 2013). En una revisión hecha por Crowe, Beauchamp, Catroppa y Anderson (2011), se identificaron 86 instrumentos para medir funcionamiento social, pero pocos de ellos consideran la relación existente entre funcionamiento ejecutivo y habilidades sociales por lo que se limitan a medir la calidad de la interacción. Adicionalmente, existen varios problemas relacionados con la autoadministración, dado que las personas pueden ser susceptibles de mostrar deseabilidad social, por lo que presentan una imagen de ellos mismos que no es acorde con la realidad (Crowe et al., 2011). En estos casos es aún más importante que la información sea contrastada con otros informantes, como pueden ser los padres o los maestros.

Hasta que las limitantes que se han discutido puedan ser resueltas, necesitamos utilizar los instrumentos actuales en una forma más efectiva. Las tareas Go/No Go, el Iowa Gambling Task (IGT) o el Cambridge Gambling Task (CGT) son utilizadas comúnmente para la evaluación de estas funciones ejecutivas, pero hay algunas cuestiones relativas a la naturaleza de los estímulos que deben considerarse. Tal como se señaló antes, los aspectos emocionales y de motivación están fuertemente vinculados con el control inhibitorio y la toma de decisiones (Kulendran et al., 2016; Oberle y Schonert-Reichl, 2013). Sin embargo, tanto el IGT como el CGT están basados en ganar o perder estímulos monetarios o puntos, lo que está más relacionado con el contexto adulto y, de acuerdo con Blakemore y Robbins (2012), esto no puede ser generalizado al del adolescente dado que el dinero tiene un valor inherente que es diferente para cada edad. Por tanto, las tareas Go/No Go son las evalúan el control inhibitorio de una manera más directa en comparación con las demás (Blakemore y Choudhury, 2006; Tau y Peterson, 2010; Vara et al., 2014).

Los estímulos y tareas deben tener un diseño acorde con las características del adolescente y su contexto. Para lograrlo, se pueden utilizar tecnologías de realidad virtual. En estudios piloto se ha demostrado su utilidad para identificar pacientes con síntomas sensitivo- motores post-contusión incluso cuando estos son sutiles o ha transcurrido mucho tiempo desde la lesión (Wright et al., 2017). Aunque hay una gran diferencia entre la evaluación de estos aspectos en comparación con el control inhibitorio, los acercamientos de este tipo podrían desarrollarse para incrementar la sensibilidad y la especificidad de las baterías actuales, si bien es cierto que su uso está limitado por la disponibilidad de esta tecnología, permitiría que las evaluaciones para los adolescentes, así como los ítems que las integran tengan una mayor validez ecológica (Crowe et al., 2011).

Limitantes para la rehabilitación neuropsicológica después de un TCE leve durante la adolescencia

Uno de los principales obstáculos para la rehabilitación del TCE leve es que la población no esté informada acerca de los síntomas que se presentan cuando ocurre, por lo que darlos a conocer incrementaría las probabilidades de buscar atención neuropsicológica incluso cuando ha transcurrido un tiempo desde la lesión (Starkey et al., 2018). Esto podría ser indispensable sobre todo en aquellos contextos que se relacionan con sus causas, por ejemplo, en los cursos de conducción o en reuniones con padres de familia que tengan hijos que practiquen algún deporte.

Sin embargo, algunas variables sociales y económicas pueden dificultar el apego al tratamiento neuropsicológico, por lo que necesitan ser consideradas para que la rehabilitación sea efectiva (Ryan et al., 2016; Zamani et al., 2019). Varios estudios han encontrado que las minorías raciales o étnicas, y las familias con pocos recursos económicos pasan menos tiempo en tratamiento (Kucukboyaci et al., 2018; Roebuck-Spencer y Cernich, 2014). En estos casos, la psicoeducación dirigida a la familia resulta primordial para que puedan contar con las herramientas que requiere el tratamiento en casa (Connolly y McCormick, 2019; Soble et al., 2017; Starkey et al., 2018).

Una vez que el adolescente con TCE leve ha sido evaluado, la meta de la rehabilitación es asegurarse que alcance un nivel óptimo de funcionamiento en las áreas física, sensorial, intelectual, neuropsicológica y social (Knight et al., 2018; Soto et al., 2014). Sin embargo, cuando tiene lugar durante el neurodesarrollo, este nivel es difícil de alcanzar debido a los cambios constantes, donde cada logro lleva al siguiente y el paciente puede quedar rezagado en comparación con su grupo de edad (Giza y Prins, 2006). Así, será necesario comenzar por establecer

claramente los criterios de funcionalidad que puedan ser medidos cuantitativa y cualitativamente.

Otra cuestión que requiere de claridad es la efectividad de las técnicas y programas, sobre todo los relacionados con la rehabilitación de habilidades sociales (Forsyth y Kirkham, 2012; Ham y Sharp, 2012; Izadi-Najafabadi et al., 2019; Roebuck-Spencer y Cernich, 2014; Ryan et al., 2016). Las guías de práctica clínica basadas en evidencia (CPG, por sus siglas en inglés), permiten delimitar las decisiones en cuanto a tratamiento considerando la evidencia de su eficacia, sin embargo, un estudio de revisión sistemática (Knight et al., 2018) encontró que sólo 14 de 324 recomendaciones (4%) estaban acompañadas de una evidencia directa y la mayoría estaban basadas en el consenso además de enfocarse principalmente en población adulta. Esto refleja la necesidad de programas de rehabilitación neuropsicológica basados en la evidencia que sean dirigidos a adolescentes. Por otra parte, se requieren más programas de rehabilitación neuropsicológica después de un TCE leve, dado que muchos de ellos están dirigidos al TCE moderado y severo (Allen, 2019). Así, el panorama actual de muchas de las intervenciones que se realizan como rehabilitación neuropsicológica después de un TCE no arrojan luz sobre su eficacia y, entre las que consiguen una mejoría en el paciente, no se puede determinar con exactitud cómo es que fue conseguida.

Cuando el síndrome post-contusión se ha desarrollado, los pacientes con TCE leve pueden ser difíciles de tratar, ya que pueden presentar síntomas depresivos y de ansiedad, además de los problemas conductuales derivados de las dificultades en control inhibitorio y toma de decisiones. En estos casos, el tratamiento farmacológico puede ser útil (Roebuck-Spencer y Cernich, 2014) dado que los cambios en neurotransmisión subyacen a la sintomatología (Giza y Prins, 2006). Por otra parte, algunos enfoques destacan la importancia de atender a la pérdida neuronal y los cambios en la actividad de la microglía durante la fase aguda (A. C. Smith et al., 2019). En cualquier caso, la rehabilitación neuropsicológica debe considerar referir al especialista para evaluar si el tratamiento farmacológico es requerido o no. Las estrategias terapéuticas deben considerar las demandas reales que surgen del ambiente en el que el adolescente se desenvuelve (Allen, 2019) particularmente las experiencias sociales, las cuales tienen un fuerte impacto para el neurodesarrollo (Blakemore y Choudhury, 2006). Además, deberán ser tan ecológicas como sea posible e involucrar al paciente con el tratamiento, especialmente considerando la influencia de los factores emocionales y motivaciones para el control inhibitorio (Allen, 2019; Eshel et al., 2019; Kullberg-Turtiainen et al., 2019). Una manera de lograr esto es con el uso de tecnologías que ofrezcan un acercamiento

por medio de la realidad virtual, por ejemplo, simulando interacciones sociales y actividades de la vida diaria, como manejar un auto. Este tipo de intervenciones permiten brindar una retroalimentación inmediata acerca de las ejecuciones del paciente, por lo que el adolescente puede ser más consciente de su desempeño y, al mismo, tiempo integra aspectos emocionales y de motivación que resultan importantes para esta etapa del desarrollo y para el éxito de cualquier programa de rehabilitación. Aunque parece ser la mejor elección, se tendría que buscar la manera de superar lo costosa que puede resultar, además del hecho de que aún se requiere investigar más sobre su efectividad (Maggio et al., 2019).

Integrar al adolescente a su contexto académico de una forma exitosa es también un reto para el diseño del plan de intervención. Usualmente se enfoca en hábitos de estudio como brindar más tiempo para la realización de actividades o grabar la clase, sin embargo, estas estrategias no son apropiadas para el manejo de las dificultades en control inhibitorio (Allen, 2019; McGrath y Eloi, 2019; Smith, 2016) lo que refleja que existe poca conciencia sobre el tema, a pesar de la relevancia que tiene para este tipo de casos.

La influencia del ambiente para el neurodesarrollo ha sido bien documentada (Zamani et al., 2019). Los llamados “ambientes enriquecidos” son aquellos que integran una gran variedad y cantidad de estímulos, este paradigma puede ser útil en la rehabilitación neuropsicológica después de un TCE (van Praag et al., 2000) ya que los estímulos ambientales podrían asegurar la plasticidad neuronal en favor de las necesidades del paciente (Giza y Prins, 2006). La plasticidad se refiere al fortalecimiento de las conexiones neurales como resultado de la estimulación frecuente y sostenida (Tau y Peterson, 2010); en este sentido, existe una necesidad de ampliar la investigación acerca de las intervenciones para establecer claramente la repetición, intensidad y duración ideal de las tareas de rehabilitación que permitan conseguir los cambios funcionales y estructurales que se persiguen (Izadi-Najafabadi et al., 2019). Es importante alentar que este tipo de investigaciones incluyan técnicas de neuroimagen para medir dichos cambios y así puedan ser la base para el desarrollo de programas de intervención basados en evidencia (Allen, 2019).

Los estudios que utilizan dentro de su metodología técnicas de imágenes obtenidas por Resonancia Magnética (MRI, por sus siglas en inglés), pueden ayudar a medir la efectividad de la rehabilitación neuropsicológica y correlacionarla con los cambios en el comportamiento (Izadi-Najafabadi et al., 2019). Incluso se ha propuesto que el estudio de las redes de conectividad funcional intrínseca podría aportar datos para establecer biomarcadores del proceso de recuperación después de un TCE (Kullberg-Turtiainen et al., 2019).

Direcciones futuras

La efectividad del tratamiento después de un TCE leve ocurrido en la adolescencia, es importante para prevenir el desarrollo de otras problemáticas como comportamientos delictivos, abuso de sustancias y desórdenes del estado de ánimo (Connolly y McCormick, 2019; Farrer et al., 2013; Sawyer et al., 2012) sólo por mencionar algunos. Sin embargo, esto no se puede lograr considerando las limitantes actuales en la evaluación y rehabilitación neuropsicológica para este tipo de pacientes, comenzando por el hecho de que las secuelas para el neurodesarrollo en este tipo de lesiones son, frecuentemente, pasadas por alto (Connolly y McCormick, 2019). Existe un vacío significativo sobre el tema que genera que los profesionales no tengan las técnicas o la información apropiada para brindar el manejo que este tipo de casos requieren (Ryan et al., 2016; Zamani et al., 2019). Es necesario que los esfuerzos que se realicen para solucionar estos obstáculos comiencen por descartar varias ideas: en primer lugar, dejar de ver el TCE leve como una lesión menor y después, cambiar la visión acerca de la adolescencia como un punto intermedio entre la niñez y la adultez para comenzar a realizar una aproximación al tema de la manera que lo requiere, tomando en cuenta las particularidades del neurodesarrollo en esta edad. Finalmente, debe valorarse el contexto social en el que se desenvuelven los pacientes para un manejo más ecológico de la problemática.

Validar instrumentos para los adolescentes es uno de los principales retos que enfrenta la neuropsicología, pero permitirá discernir si las afectaciones en control inhibitorio son secundarias o no a la lesión. Las herramientas actuales tienen una falta de sensibilidad para medir este aspecto por varias razones, algunas de las cuales han sido abordadas en esta revisión. La primera es que no están diseñadas específicamente para los adolescentes a pesar de las particularidades de su neurodesarrollo y del contexto en el que se desenvuelven, por tanto, no pueden ser consideradas como representativas para este grupo de edad. Sumado a lo anterior, los ítems no son apropiados para esta población dado que los estímulos podrían no tener el mismo efecto en los adolescentes de la misma manera en que ocurre con los niños o los adultos. Finalmente, los factores socioeconómicos, de contexto y familiares deben ser tomados en cuenta dado que condicionan en gran medida que el tratamiento pueda ser brindado a largo plazo y que las evaluaciones de seguimiento puedan ser llevadas a cabo. La rehabilitación no sólo debería incluir lo que el adolescente es capaz de ejecutar en ambientes controlados, sino que también debería generalizarse a los otros espacios en los que se relaciona, en este sentido, la psicoeducación de la familia resulta clave en el plan de trata-

miento. Así, se puede concluir que no sólo se trata de rehabilitar al paciente, sino también de rehabilitar los espacios en los que se inserta de manera cotidiana para que, junto a ellos pueda continuar su desarrollo de la manera más armónica posible.

Referencias

- Afzali, M. H., Oleary-Barrett, M., Séguin, J. R., y Conrod, P. (2018). Effect of depressive symptoms on the evolution of neuropsychological functions over the course of adolescence. *Journal of Affective Disorders*, 229, 328-333. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.11.060>
- Allen, J. J. (2019). Cognitive Rehabilitation for Mild Traumatic Brain Injury (mTBI). En M. Hoffer y C. Balaban (Eds.), *Neurosensory Disorders in Mild Traumatic Brain Injury*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812344-7.00021-2>
- Anderson, V., Beauchamp, M. H., Yeates, K. O., Crossley, L., Hearps, S. J. C. y Catroppa, C. (2013). Social competence at 6 months following childhood traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(5), 539-550. <https://doi.org/10.1017/S1355617712001543>
- Andrew, S. F., Rothemeyer, S. y Balchin, R. (2017). Improving Traumatic Brain Injury Outcomes: The Development of an Evaluation and Referral Tool at Groote Schuur Hospital. *World Neurosurgery*, 97, 156-168. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.09.081>
- Balderas, E. y Contreras, J. (2017). Neuropsicología del traumatismo craneoencefálico pediátrico. En *Neuropsicología clínica hospitalaria* (pp. 409-424). El Manual Moderno. <http://ebookcentral.proquest.com>
- Blakemore, S. J. y Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 47(3-4), 296-312. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x>
- Blakemore, S. J. y Robbins, T. W. (2012). Decision-making in the adolescent brain. *Nature Neuroscience*, 15(9), 1184-1191. <https://doi.org/10.1038/nn.3177>
- Cannella, L. A., McGary, H. y Ramirez, S. H. (2019). Brain interrupted: Early life traumatic brain injury and addiction vulnerability. *Experimental Neurology*, 317, 191-201. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2019.03.003>
- Chang, H. K., Hsu, J. W., Wu, J. C., Huang, K. L., Chang, H. C., Bai, Y. M., Chen, T. J. y Chen, M. H. (2019). Risk of attempted suicide among adolescents and young adults with traumatic brain injury: A nationwide longitudinal study. *Journal of Affective Disorders*, 250(201), 21-25. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.02.059>

- Chitturi, J., Li, Y., Santhakumar, V. y Kannurpatti, S. S. (2018). Early behavioral and metabolomic change after mild to moderate traumatic brain injury in the developing brain. *Neurochemistry International*, 120, 75-86. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2018.08.003>
- Connolly, E. J. y McCormick, B. F. (2019). Mild Traumatic Brain Injury and Psychopathology in Adolescence: Evidence from the Project on Human Development in Chicago Neighborhoods. *Journal of Adolescent Health*, 65(1), 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2018.12.023>
- Crowe, L. M., Beauchamp, M. H., Catroppa, C. y Anderson, V. (2011). Social function assessment tools for children and adolescents: A systematic review from 1988 to 2010. *Clinical Psychology Review*, 31(5), 767-785. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2011.03.008>
- Emery, C. A., Barlow, K. M., Brooks, B. L., Max, J. E., Villavicencio-Requis, A., Gnana Kumar, V., Robertson, H. L., Schneider, K. y Yeates, K. O. (2016). A systematic review of psychiatric, psychological, and behavioural outcomes following mild traumatic brain injury in children and adolescents. *Canadian Journal of Psychiatry*, 61(5), 259-269. <https://doi.org/10.1177/0706743716643741>
- Ennis, S. K., Jaffe, K. M., Mangione-Smith, R., Konodi, M. A., MacKenzie, E. J. y Rivara, F. P. (2013). Rehabilitation Following Pediatric Traumatic Brain Injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 29(3), 208-216. <https://doi.org/10.1097/htr.0b013e3182987dd4>
- Eshel, I., Bowles, A. O. y Ray, M. R. (2019). Rehabilitation of Cognitive Dysfunction Following Traumatic Brain Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 30(1), 189-206. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2018.08.005>
- Farrer, T. J., Frost, R. B. y Hedges, D. W. (2013). Prevalence of traumatic brain injury in juvenile offenders: A meta-analysis. *Child Neuropsychology*, 19(3), 225-234. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.647901>
- Forsyth, R. y Kirkham, F. (2012). Predicting outcome after childhood brain injury. *CMAJ*, 184(11), 1257-1264. <https://DOI.org/10.1503/cmaj.111045>
- Gerring, J. P. y Wade, S. (2011). The Essential Role of Psychosocial Risk and Protective Factors in Pediatric Traumatic Brain Injury Research. *Journal of Neurotrauma*, 29(4), 621-628. <https://doi.org/10.1089/neu.2011.2234>
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A. C. y Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861-863. <https://doi.org/10.1063/1.1652711>

- Giza, C. C. y Prins, M. L. (2006). Is being plastic fantastic? Mechanisms of altered plasticity after developmental traumatic brain injury. *Developmental Neuroscience*, 28(4-5), 364-379. <https://doi.org/10.1159/000094163>
- Gogtay, N., Nugent, T. F., Thompson, P. M., Hayashi, K. M., Giedd, J. N., Vaituzis, A. C., Lusk, L., Rapoport, J. L., Greenstein, D., Herman, D. H., Clasen, L. S. y Toga, A. W. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8174-8179. <https://doi.org/10.1073/pnas.0402680101>
- Ham, T. E. y Sharp, D. J. (2012). How can investigation of network function inform rehabilitation after traumatic brain injury? *Current Opinion in Neurology*, 25(6), 662-669. <https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e328359488f>
- Han, K., Chapman, S. B. y Krawczyk, D. C. (2016). Disrupted Intrinsic Connectivity among Default, Dorsal Attention, and Frontoparietal Control Networks in Individuals with Chronic Traumatic Brain Injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 22(02), 263-279. <https://doi.org/10.1017/s1355617715001393>
- Hartley, C. A. y Somerville, L. H. (2015). The neuroscience of adolescent decision-making. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 5, 108-115. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.09.004>
- Huh, J. W. y Raghupathi, R. (2019). Therapeutic strategies to target acute and long-term sequelae of pediatric traumatic brain injury. *Neuropharmacology*, 145, 153-159. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2018.06.025>
- Hurks, P. P. M., Crossley, L., Catroppa, C., Anderson, V. A., Ryan, N. P., Beauchamp, M. H., van Heugten, C. M., Resch, C. y Hearps, S. J. C. (2018). Age-dependent differences in the impact of paediatric traumatic brain injury on executive functions: A prospective study using susceptibility-weighted imaging. *Neuropsychologia*, 124, 236-245. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.12.004>
- Izadi-Najafabadi, S., Rinat, S. y Zwicker, J. G. (2019). Rehabilitation-induced brain changes detected through magnetic resonance imaging in children with neurodevelopmental disorders: A systematic review. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 73, 66-82. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2018.12.001>
- Karelina, K., Gaier, K. R. y Weil, Z. M. (2017). Traumatic brain injuries during development disrupt dopaminergic signaling. *Experimental Neurology*, 297, 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2017.08.003>

- Knight, S., Takagi, M., Fisher, E., Anderson, V., Lannin, N. A., Tavender, E. y Scheinberg, A. (2018). A Systematic Critical Appraisal of Evidence-Based Clinical Practice Guidelines for the Rehabilitation of Children with Moderate or Severe Acquired Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(4), 711-723. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.05.031>
- Kolb, B., Pellis, S. y Robinson, T. E. (2004). Plasticity and functions of the orbital frontal cortex. *Brain and Cognition*, 55(1), 104-115. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00278-1](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00278-1)
- Kucukboyaci, N. E., Long, C., Smith, M., Rath, J. F., y Bushnik, T. (2018). Cluster Analysis of Vulnerable Groups in Acute Traumatic Brain Injury Rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(11), 2365-2369. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.11.016>
- Kulendran, M., Patel, K., Darzi, A. y Vlaev, I. (2016). Diagnostic validity of behavioural and psychometric impulsivity measures: An assessment in adolescent and adult populations. *Personality and Individual Differences*, 90, 347-352. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.11.026>
- Kullberg-Turtiainen, M., Vuorela, K., Huttula, L., Turtiainen, P. y Koskinen, S. (2019). Individualized goal directed dance rehabilitation in chronic state of severe traumatic brain injury: A case study. *Heliyon*, 5(2), e01184. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01184>
- Maggio, M. G., De Luca, R., Molonia, F., Porcari, B., Destro, M., Casella, C., Salvati, R., Bramanti, P. y Calabro, R. S. (2019). Cognitive rehabilitation in patients with traumatic brain injury: A narrative review on the emerging use of virtual reality. *Journal of Clinical Neuroscience*, 61, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2018.12.020>
- McGrath, N. y Eloi, J. (2019). The Role of Neuropsychology in the Evaluation of Concussion. *Seminars in Pediatric Neurology*, 30, 83-95. <https://doi.org/10.1016/j.spen.2019.03.013>
- Oberle, E. y Schonert-Reichl, K. A. (2013). Relations among peer acceptance, inhibitory control, and math achievement in early adolescence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 34(1), 45-51. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2012.09.003>
- Op de Macks, Z. A., Bunge, S. A., Bell, O. N., Wilbrecht, L., Kriegsfeld, L. J., Kayser, A. S. y Dahl, R. E. (2016). Risky decision-making in adolescent girls: The role of pubertal hormones and reward circuitry. *Psychoneuroendocrinology*, 74, 77-91. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2016.08.013>
- Petrican, R. y Grady, C. L. (2019). The intrinsic neural architecture of inhibitory

- control: The role of development and emotional experience. *Neuropsychologia*, 127, 93-105. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.01.021>
- Roebuck-Spencer, T. y Cernich, A. (2014). Handbook on the Neuropsychology of Traumatic Brain Injury. En M. Sherer y A. M. Sander (Eds.). *Handbook on the Neuropsychology of Traumatic Brain Injury*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0784-7>
- Ryan, N. P., van Bijnen, L., Catroppa, C., Beauchamp, M. H., Crossley, L., Hearps, S. y Anderson, V. (2016). Longitudinal outcome and recovery of social problems after pediatric traumatic brain injury (ТБИ): Contribution of brain insult and family environment. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 49, 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2015.12.004>
- Sawyer, S. M., Afifi, R. A., Bearinger, L. H., Blakemore, S. J., Dick, B., Ezeh, A. C. y Patton, G. C. (2012). Adolescence: A foundation for future health. *The Lancet*, 379(9826), 1630- 1640. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60072-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60072-5)
- Sharp, D. J., Scott, G. y Leech, R. (2014). Network dysfunction after traumatic brain injury. *Nature Reviews Neurology*, 10(3), 156-166. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2014.15>
- Smith, A. C., Holden, R. C., Rasmussen, S. M., Hoane, M. R, y Hylin, M. J. (2019). Effects of nicotinamide on spatial memory and inflammation after juvenile traumatic brain injury. *Behavioural Brain Research*, 364, 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2019.02.024>
- Smith, E. B., Lee, J. K., Vavilala, M. S. y Lee, S. A. (2019). Pediatric Traumatic Brain Injury and Associated Topics. *Anesthesiology Clinics*, 37(1), 119-134. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2018.10.002>
- Smith, R., Chepishева, M., Cronin, T. y Seemungal, B. M. (2019). Diagnostic Approaches Techniques in Concussion/Mild Traumatic Brain Injury. En M. E. Hoffer y C. D. Balaban (Eds.), *Neurosensory Disorders in Mild Traumatic Brain Injury*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812344-7.00016-9>
- Smith, T. E. (2016). Adolescent Mild Traumatic Brain Injury in Primary Care. *Journal for Nurse Practitioners*, 12(1), 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2015.08.011>
- Soble, J. R., Critchfield, E. A. y O'Rourke, J. J. F. (2017). Neuropsychological Evaluation in Traumatic Brain Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 28(2), 339-350. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2016.12.009>
- Somerville, L. H., Jones, R. M. y Casey, B. J. (2010). A time of change: Behavioral and neural correlates of adolescent sensitivity to appetitive and aversive environmental cues. *Brain and Cognition*, 72(1), 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.07.003>

- Soto, C., Salinas, P. y Hidalgo, G. (2014). Aspectos fundamentales en la rehabilitación post TEC en el paciente adulto y pediátrico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(2), 306-313. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(14\)70042-2](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(14)70042-2)
- Starkey, N. J., Jones, K., Case, R., Theadom, A., Barker-Collo, S. y Feigin, V. (2018). Post- concussive symptoms after a mild traumatic brain injury during childhood and adolescence. *Brain Injury*, 32(5), 617-626. <https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1439533>
- Tau, G. Z. y Peterson, B. S. (2010). Normal development of brain circuits. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 147-168. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.115>
- van Praag, H., Kempermann, G. y Gage, F. H. (2000). Neural consequences of environmental enrichment. *Nature Reviews Neuroscience*, 1(3), 191-198. <https://doi.org/10.1038/35044558>
- Vara, A. S., Pang, E. W., Vidal, J., Anagnostou, E. y Taylor, M. J. (2014). Neural mechanisms of inhibitory control continue to mature in adolescence. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 10, 129-139. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.08.009>
- Vázquez, M. G., Villa, A. I., Sánchez, D. I., Vargas, J. de J. y Plascencia, I. (2013). Pronóstico del traumatismo craneoencefálico pediátrico Estudio de una cohorte dinámica. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 51(4), 372-377.
- Wright, W. G., McDevitt, J., Tierney, R., Haran, F. J., Appiah-Kubi, K. O. y Dumont, A. (2017). Assessing subacute mild traumatic brain injury with a portable virtual reality balance device. *Disability and Rehabilitation*, 39(15), 1564-1572. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1226432>
- Zamani, A., Mychasiuk, R. y Semple, B. D. (2019). Determinants of social behavior deficits and recovery after pediatric traumatic brain injury. *Experimental Neurology*, 314, 34-45. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2019.01.007>

ALCANCES CIENTÍFICOS Y CLÍNICOS DE LA ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA TRANSCRANEAL

Daniel Alvarez-Núñez
Jorge Hevia-Orozco

Introducción

El avance de la tecnología ha sido un factor primordial para el progreso en el estudio del cerebro, contribuyendo a la comprensión de aspectos importantes de su funcionamiento, brindando pautas elementales para la formulación de nuevas teorías que sustentan el desarrollo de nuevas investigaciones, pero sobre todo al uso de estas nuevas herramientas tecnológicas para su uso en el ámbito clínico. Sobre este último punto podemos mencionar, por ejemplo, las técnicas de imagen no invasivas, como la tomografía por emisión de positrones o la imagen por resonancia magnética funcional, las cuales permiten al clínico acercarse de mejor manera a la observación del cerebro en busca de patrones que sugieran algún tipo de alteración. O la técnica que estudia la actividad eléctrica cerebral (electroencefalografía) cuyo uso abarca el área clínica y de investigación.

En este capítulo el lector podrá acercarse al entendimiento de la estimulación magnética transcraneal, una técnica que probablemente sea menos conocida que las que se mencionaron anteriormente y cuyo uso en el área clínica abarca la rehabilitación. Para acercarnos al entendimiento de esta herramienta, transcribiremos una entrevista realizada al Dr. Jorge Carlos Hevia Orozco, quien es licenciado como Médico Cirujano por la Universidad Anáhuac Mayab y formado como neurocientífico en el Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara, realizando también una estancia posdoctoral en el Instituto de Neurobiología de la UNAM campus Juriquilla, en donde manejó técnicas de neuroimagen y neuromodulación.

Qué es y cómo surge la estimulación magnética transcraneal

Para empezar a entender sobre esta técnica le preguntamos al Dr. Hevia en qué consiste la estimulación magnética transcraneal (en adelante EMT). Su respuesta toma elementos de una definición realizada por Pascual-Leone y colaboradores en el 2000, definiendo a la EMT como una técnica de neuromodulación que permite modificar la actividad eléctrica cerebral a través de impulsos electromagnéticos que generan un campo de inducción magnético que inducirá una corriente en un medio conductor cercano.

Se hace referencia también a que esta técnica se basa en los principios de inducción electromagnética descubiertos por Faraday, quien generó un campo magnético mediante un pulso de corriente que pasaba a través de una bobina (la bobina la podemos entender como un grupo de cables enrollados por los cuales pasa electricidad), Faraday observó que los cambios que se producían en este campo magnético inducían una corriente secundaria en cualquier otro conductor de electricidad que estuviera cercano, sin que estos estén físicamente conectados.

Este principio es el que está detrás de la EMT, básicamente es electricidad que va corriendo en los dos circuitos que tiene la bobina y que van generando los bucles electromagnéticos. Basándonos en dicho principio es que se puede considerar a la EMT como una forma de “estimulación eléctrica no invasiva, sin electrodos, por inducción electromagnética” (Pascual-Leone y Tormos-Muñoz, 2008).

Con base en este principio es que Barker y colaboradores en 1984, estimularon de forma no invasiva algunas regiones de la medula espinal, se puede decir que él y su equipo diseñaron el primer estimulador magnético transcraneal. El objetivo inicial de la técnica fue realizar investigación en animales, luego se empezó a investigar con humanos y posteriormente se comenzó a utilizarla en el campo clínico. El Dr. Hevia nos comenta que en esta área Pascual-Leone es el autor más reconocido, se le considera el principal teórico y práctico en la técnica de la EMT.

Respecto al mecanismo de acción neural, el Dr. Hevia nos comenta que no se tiene un consenso claro, basándose en algunos reportes de investigación, explica que de forma general el campo magnético generado por la EMT puede tener suficiente magnitud y densidad para despolarizar las neuronas de manera directa a través del cono axonal o indirectamente por medio de interneuronas (Malavera et al., 2014). De igual manera un protocolo de EMT repetitiva, por ejemplo, se ha reportado que podría inducir cambios en diferentes sistemas de neurotransmisores y puede regular también la expresión de algunos genes importantes para la plasticidad sináptica (Malavera et al., 2014; Miniussi et al., 2010).

Aporte de la EMT en la clínica

Para entender de mejor manera el alcance que tiene la EMT en la clínica, continuamos la entrevista haciendo preguntas relacionadas con su uso y el tipo de patologías que se tratan con esta técnica, así como las consecuencias que puede tener.

Podemos considerar a la EMT como una técnica segura, no invasiva e indolora, por lo que, su uso en la clínica es cada vez más variado abarcando diversas patologías, sin embargo, se puede decir que inicialmente esta técnica se empezó a utilizar con pacientes psiquiátricos, específicamente en pacientes con depresión con quienes se han observado buenos resultados y, como se mencionó al inicio los protocolos de intervención empiezan a expandirse hacia otras patologías como el Alzheimer, trastornos del movimiento, síndrome de Tourette, evento cerebrovascular, afasias, traumatismo craneoencefálico, epilepsia, entre otros.

Los paradigmas de intervención que se utilizan van a variar dependiendo de la patología a tratar, el proceso empieza con el lugar de colocación de la bobina de estimulación, para hacer este proceso más exacto, el Dr. Hevia comenta que se puede hacer uso de una técnica de neuronavegación, la cual permite tener una mayor precisión sobre el área en la cual se desea realizar la estimulación, actualmente, nos comenta que se puede combinar una tarea que involucre resonancia magnética funcional con el fin de determinar la activación de la zona a estimular de forma aún más precisa. Sin embargo, dichas técnicas no son imprescindibles, ya que si no se cuenta con esa herramienta se hace uso del sistema internacional 10-20 para fijar la zona.

Por otro lado, el patrón de pulsos electromagnéticos a utilizar en la estimulación va a depender del protocolo diseñado para tratar alguna patología específica. De manera general, por ejemplo, podemos observar que en la estimulación magnética transcraneal repetitiva, si queremos inhibir una zona del cerebro el patrón de los pulsos será de baja intensidad, del orden de 1 Hz, pero presentados de forma muy constante y, por el contrario, si queremos excitar una zona, se aplicará un patrón de frecuencias más altas en el rango de los 20 Hz aproximadamente, seguidas de un silencio, formando así un bucle entre ambas condiciones (patrón de frecuencias y el silencio).

Algo importante a considerar es que la persona que realice la EMT debe de tener un conocimiento sobre la forma en cómo impacta la patología a tratar en las distintas zonas cerebrales, teniendo esas bases claras se podrá elegir un protocolo de inhibición o excitación. Por ejemplo, si sabemos que en la depresión hay áreas específicas del hemisferio izquierdo que presentan una disminución en su activación, el protocolo que debemos de elegir será uno de excitación y si, por el

contrario, sabemos que en la ansiedad algunas zonas del hemisferio derecho se encuentran hiperexcitadas, el protocolo a elegir será uno de inhibición.

El Dr. Hevia nos menciona que lo que se consigue con este tipo de protocolos es que un paciente alcance un comportamiento estable y típico. Nos comparte el caso de un paciente que padecía de depresión y como consecuencia de su padecimiento, la lavandería de la que era dueño estaba a punto de quebrar, debido a que no se presentaba a trabajar, sin embargo, después de las sesiones con EMT, el paciente logró retomar sus actividades laborales logrando mantener a flote su negocio.

Es importante aclarar que los resultados positivos a largo plazo dependerán de la participación de otros factores como el ambiental, la sensibilidad intrínseca de la persona hacia la EMT, el tratamiento adjunto que se tenga con algún fármaco, la edad del paciente, entre otros. Estos resultados de ninguna manera deberían asustar a otros profesionales, ya que, si un paciente toma un fármaco y acompaña su tratamiento con una EMT podrá presentar un mejor apego al tratamiento, esto debido a que con la misma dosis se observarán mejores resultados que los pacientes que no acompañan su tratamiento con una EMT.

Otro punto a favor que destaca el Dr. Hevia sobre esta técnica es que los efectos secundarios son mínimos, algunos pacientes refieren que sienten un pequeño dolor o malestar en el cuero cabelludo, a diferencia de otros tratamientos, como el farmacológico, que puede llegar a tener una variedad de efectos secundarios.

Por otro lado, un aspecto negativo que podemos considerar que tiene la EMT es que es una técnica cara, una sesión puede llegar a costar dos mil pesos aproximadamente, por lo que, lamentablemente hoy en día no es un tratamiento para todos y este factor hace que se convierta en una técnica poco conocida y por ende poco recetada por parte de los profesionales.

Finalmente, el Dr. Hevia menciona que al ser una técnica nueva es importante aclarar algunos puntos que pueden ser malinterpretados por algunas personas. Como se dijo anteriormente esta herramienta es segura e indolora, la aplicación de esta no producirá efectos como alopecia, acné u otros efectos dermatológicos. Nos comenta también que, al ser considerada una técnica "noble" la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA por sus siglas en inglés) la aprobó como tratamiento para la depresión. De igual manera es importante aclarar que esta técnica no cura los distintos trastornos, debemos entenderla como una herramienta más para el abordaje terapéutico con los pacientes.

Perspectiva a futuro de la EMT

Para el Dr. Hevia el futuro de esta técnica tiene que ir de la mano con la investigación multidisciplinaria, que fomente el trabajo colaborativo de distintas especialidades relacionadas con las neurociencias, con el fin de ofrecer formas cada vez más innovadoras en el uso de esta técnica. Dentro de esos objetivos podría estar el diseño de un estimulador magnético transcraneal más barato, ya que un equipo de este tipo puede estar costando un millón de pesos aproximadamente, sin embargo, lamentablemente él no ve que esto ocurra a corto plazo.

El Dr. Hevia considera que actualmente se debería buscar que las universidades inviertan en este tipo de herramienta, sostiene que allí está la clave, debido a que en la universidad convergen puntos importantes como el presupuesto que algunas instituciones manejan e invierten en investigación, la presencia de maestros investigadores, alumnos que puedan colaborar como sujetos de investigación o como parte de un laboratorio de investigación y el contacto que tiene la universidad con la comunidad. De esta manera esta técnica podría socializarse beneficiando a un mayor número de personas.

Finalmente, el Dr. Hevia recomienda a las personas que estén interesadas en el tema, empezar a leer autores como Pascual-Leone o Walter Paulus, que él considera referentes en la EMT.

Referencias

- Malavera, M., Silva, F., García, R., Rueda, L. y Carrillo, S. (2014). Fundamentos y aplicaciones clínicas de la estimulación magnética transcraneal en neuropsiquiatría. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 43(1), 32-39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=806/80631555006>
- Miniussi, C., Ruzzoli, M. y Walsh, V. (2010). The mechanism of transcranial magnetic stimulation in cognition. *Cortex*, 46(1), 128-130. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2009.03.004>
- Pascual-Leone, A. y Tormos-Muñoz, J. M. (2008). Estimulación magnética transcraneal: fundamentos y potencial de la modulación de redes neurales específicas. *Revista de Neurología*, 46(Supl. 1), S3-S10. doi: 10.33588/rn.46S01.2008081
- Pascual-Leone, A., Walsh, V. y Rothwell, J. (2000). Transcranial magnetic stimulation in cognitive neuroscience – virtual lesion, chronometry, and functional connectivity. *Current Opinion in Neurobiology*, 10(2), 232-237. [https://doi.org/10.1016/s0959-4388\(00\)00081-7](https://doi.org/10.1016/s0959-4388(00)00081-7)

ACERCA DE LOS AUTORES

DANIEL N. ALVAREZ NÚÑEZ. Doctor en Ciencias del comportamiento (opción neurociencias) por el Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara, maestro en Diagnóstico y Rehabilitación Neuropsicológica por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y licenciado en psicología por la Universidad Católica de Santa María en Arequipa, Perú. Actualmente es profesor de tiempo completo en la Escuela de Psicología de CETYS Universidad, campus Mexicali, en donde también coordina la Maestría en Neuropsicología.

MARINA ALVELAIS ALARCÓN. Doctora en Ciencias del Comportamiento opción Neurociencias por la Universidad de Guadalajara (UDG). Directora de los Programas de Psicología de licenciatura y posgrado de CETYS universidad, campus Tijuana. Docente e investigadora. Fue presidenta del congreso Cerebro y Mente (2021) que organiza la Asociación Latinoamericana de Neuropsicología (ALAN), de la cual es miembro. Es fundadora del programa del Posgrado en Neuropsicología de CETYS Universidad y titular del laboratorio de neuropsicología en la misma institución.

JESÚS CACHO GUTIÉRREZ. Es doctor en medicina. Ex Jefe del Servicio de Neurología del Hospital Clínico Universitario de Salamanca. Creación de la Unidad de Ictus del Hospital Clínico Universitario de Salamanca. Actualmente es neurólogo del Hospital de la Santísima Trinidad y responsable de la Unidad de Demencias; director Médico de la Clínica de Neurología y Memoria de Salamanca; así como profesor del Máster de Neuropsicología de la Universidad de Salamanca.

DIEGO OSWALDO CAMACHO VEGA. Doctor en Estudios del Desarrollo Global por la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Realizó un posdoctorado en el Laboratorio de Informática de París VI de la Facultad de Ciencias de la Sorbonne Université, campus Pierre et Marie Curie, en París. Su trabajo de investigación actual se centra en el uso de las tecnologías y su impacto en el aprendizaje en STEM y en Salud. Ha publicado más de 20 artículos científicos y capítulos de libros en editoriales nacionales e internacionales. Actualmente es profesor-investigador en la Facultad de Medicina y Psicología de la UABC donde coordina la Maestría en Psicología de la Salud. Además, coordina el Centro de Educación Abierta y a Distancia de la misma facultad. Es fundador y dirige el Laboratorio de Ciencia Cognitiva y Aprendizaje en UABC. También es profesor de asignatura de la Maestría en Neuropsicología de CETYS Universidad, siendo docente de esta institución desde 2006.

LUIS A. CASTRO. Doctor en Informática por la Universidad de Manchester, Reino Unido. Profesor Investigador Titular en el Departamento de Computación y Diseño del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Fue presidente de la Asociación Mexicana de Interacción Humano-Computadora (AMEXIHC) del 2013 al 2021. Es miembro regular de la Academia Mexicana de Computación, así como miembro profesional de la Association for Computing Machinery (ACM).

LIZBETH DE LA TORRE LÓPEZ. Maestría en Neuropsicología, CETYS Universidad. Estancia de investigación académica en Unidad de Detección del Deterioro Cognitivo Leve, Facultad de Psicología, Universidad Pontificia de Salamanca, España. Becaria Comisión SNTE/SEP Gobierno Federal de México para estudios de posgrado en el extranjero 2019/2021.

ANDRÉS FAJARDO CUÉLLAR. Máster en Psicología General Sanitaria por la Universidad Pontificia de Salamanca. Psicólogo en Protección Internacional de Salamanca (YMCA) y Terapeuta en adicciones (ahora psicoterapia). Actualmente cursa el Máster en Terapias de Tercera generación.

JESÚS FAVELA VARA. Maestro en doctor en Ciencias por el Massachusetts Institute of Technology (MIT), en donde trabajó como asistente de investigador en el Intelligent Engineering Systems Laboratory. Licenciado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente es Investigador titular del Departamento de Ciencias de la Computación del Centro de Investiga-

ción Científica y de Educación Superior (CICESE) en donde dirige el Laboratorio de Cómputo Móvil y Ubicuo. Fue presidente de la Sociedad Mexicana de Ciencias de la Computación en el periodo 2003-2005. Sus áreas de interés incluyen: Computación Ubicua, Interacción Humano-Computadora e Informática Médica.

LUZ MARÍA FERNÁNDEZ-MATEOS. Doctora en psicología por la Universidad Pontificia de Salamanca (Premio Extraordinario). Profesora Encargada de Cátedra en la Facultad de Educación de la Universidad Pontificia de Salamanca (España).

BIANCA FOX. Egresada de la carrera de Leyes de la Spiru Haret University, Bucharest, Rumania, así como la carrera de Filología en la Facultad de Letras en la Universidad de Bucarest, Rumania. Es maestra y doctora en Estudios de Medios y Comunicación por la misma universidad en donde también ha trabajado como profesora asistente, realizando una estancia doctoral en la Universidad de Westminster en Londres en Reino Unido. Actualmente labora como Senior Lecturer en la Nottingham Trent University en donde es líder de la Academic Professional Apprenticeship and the Postgraduate Certificate in Learning and Teaching in Higher Education. Además, es profesora invitada en el Department of Digital Humanities en el King's College London.

ARIANA ELIZABETH FUENTES VALENZUELA. Maestra en Neuropsicología por CETYS Universidad. Realizó una estancia de investigación en el Laboratorio de Neurofisiología Clínica del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara. Se ha desempeñado como docente de nivel licenciatura y maestría en diferentes instituciones educativas del Estado. Además, se desempeña como neuropsicóloga clínica brindando atención a trastornos del neurodesarrollo, dificultades de aprendizaje y daño cerebral adquirido en niños y niñas, principalmente pertenecientes a grupos en situación de vulnerabilidad. Ha colaborado con diferentes organizaciones no gubernamentales nacionales y binacionales brindando atención neuropsicológica y colaborando con el desarrollo de programas en pro del desarrollo de la niñez. Ha participado como tutora de proyectos terminales y ha sido invitada a participar como ponente en diferentes foros e instituciones.

IBZA AMERICA GARCÍA LEÓN. Maestría en ciencias del comportamiento, opción neurociencias por el Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara (UDG). Coordinadora de la maestría en Psicología y Gerontología Social en CETYS Universidad, Campus Mexicali. Cuenta con publicaciones de artículos científicos y de

divulgación, así como la publicación de capítulos de libros en temas relacionados con la victimización infantil y sus consecuencias psicológicas. Sus áreas de interés son el estudio de la memoria, emociones, trastorno por estrés postraumático y abuso sexual infantil.

MAURICIO GARCIA-BARRERA. Originario de Medellín, Colombia, donde fue miembro del Grupo de Neurociencias de Antioquia. Máster y doctorado en Psicología por la Universidad de Georgia, Estados Unidos. Su trabajo doctoral se concentró en el desarrollo de pruebas psicométricas y en neuropsicología del desarrollo. Desde 2008 es Profesor Asociado en el Departamento de Psicología de la Universidad de Victoria (Canadá). Allí creó el laboratorio CORTEX, con un grupo de investigadores dedicados al estudio del concepto de función ejecutiva, sus bases anatómicas y funcionales, y las variables que afectan su curso desde la adolescencia hasta la vejez. Es Editor Asociado de la revista de la APA *Psychological Assessment* y Presidente saliente de la Asociación Latinoamericana de Neuropsicología (ALAN).

ROSALÍA GARCÍA GARCÍA-PATINO. Doctora en Neuropsicología. Actualmente es neuropsicóloga del Hospital Santísima Trinidad y Unidad de Demencias, así como de la Clínica de Neurología y Memoria de Salamanca. Es Profesora Asociada de la Facultad de Psicología de la Universidad de Salamanca, en el Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología de las Ciencias del Comportamiento.

JORGE CARLOS HEVIA OROZCO. Egresado de la Universidad Anahuac Mayab, estudió la maestría y el doctorado en el Laboratorio de Correlación Electroencefalográfica y Conducta del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara (UDG). Realizó una estancia posdoctoral en el Laboratorio de Imagen Funcional en el Instituto de Neurobiología de la UNAM, campus Juriquilla, usando técnicas como resonancia magnética funcional y estimulación magnética transcraneal. Actualmente es maestro de la Escuela de Psicología de la Universidad Anáhuac Mayab y responsable del laboratorio de Neurociencias de la Escuela de Psicología. Experto en la neuromodulación. Línea de investigación: toma de decisiones sociales, adolescencia, corteza prefrontal, empatía.

MANUEL ALEJANDRO MEJÍA RAMÍREZ. Maestro en Ciencias en Neuropsicología Cognitiva Humana, por la Universidad de Edimburgo, Reino Unido. Cursa el doctorado en Ciencias Básicas Biomédicas, realizando investigación en el Centro de Neurociencias de Cuba, bajo la supervisión de la Dra. Antonieta Bobes, desarrollando una

línea de investigación sobre las bases cerebrales del procesamiento no consciente de caras familiares, cruzando perspectivas de la neurociencia cognitiva, la neuropsicología cognitiva y la psicometría. Profesor de Tiempo Completo en la Escuela de Psicología y de la Maestría en Neuropsicología en CETYS Universidad, campus Tijuana. Ha publicado investigaciones en revistas como *Quality & Quantity*, *Frontiers in Psychology*, *Journal of Clinical Medicine*, *Acta de Investigación Psicológica*, y en congresos como el de la Asociación Latinoamericana de Neuropsicología, el Congreso Mexicano de Psicología, y el Annual Meeting de la Psychonomic Society. Fue presidente del Consejo Directivo 2019-2020 del Colegio de Psicólogos de Baja California, A. C.

ANTONIO SÁNCHEZ CABACO. Doctor en Psicología. Premio Huarte de San Juan del Colegio Oficial de Psicólogos (CopCyl) por su contribución al desarrollo de la profesión del psicólogo/a. Catedrático de Percepción, Atención y Memoria en la Facultad de Psicología de la Universidad Pontificia de Salamanca (España).

ALBA VILLASÁN RUEDA. Doctora internacional en Ciencias Humanas y Sociales por la Universidad Pontificia de Salamanca y Máster en estudios avanzados del cerebro y la conducta especialidad en investigación neuropsicológica de la Universidad de Sevilla. Recibió el Premio fin de carrera por la Universidad de Sevilla en el 2016 y la Beca de investigación iberoamericana del Banco Santander en 2018. Ha publicado diversos artículos coescritos en revistas académicas. Actualmente es profesora contratada en la Facultad de Psicología de la Universidad Católica de Ávila, España.

MARINA WOBBEKING SÁNCHEZ. Doctora en Psicología por la Universidad Pontificia de Salamanca. Profesora Contratada en la Universidad Católica de Ávila, Profesora Asociada en el Universidad de Salamanca y Terapeuta en el Servicio de Asistencia Psicológica en la Universidad Pontificia de Salamanca.