

LA PRÁCTICA NEUROPSICOLÓGICA ASISTIDA POR COMPUTADORA:

Un escenario para el diálogo interdisciplinario entre la
tecnología y las neurociencias*

COMPUTER ASSISTED NEUROPSYCHOLOGICAL PRACTICE: An interdisciplinary dialogue setting between technology and neuropsychological science

Liliana Calderón Delgado

Psicóloga, Coordinadora del Laboratorio de Psicometría y Docente de la Facultad de
Psicología de la Universidad CES.

Correspondencia:
lcalderon@ces.edu.co

Diego Alveiro Restrepo Ochoa

Psicólogo. Magíster en Psicología, Universidad de San Buenaventura-Medellín.
Docente y Coordinador de investigaciones. Grupo de Investigación Psicología
Salud y Sociedad, Facultad de Psicología, Universidad CES.

RESUMEN

La práctica neuropsicológica (evaluación - rehabilitación) asistida por computadora constituye un escenario para la investigación interdisciplinaria en la que convergen la tecnología informática y las neurociencias. El propósito del presente artículo es revisar los alcances, limitaciones y posibilidades de las prácticas neuropsicológicas asistida por computadora. Se presenta una breve reseña histórica de la evaluación neuropsicológica y de la introducción de las computadoras en dicho proceso, así como su uso en los programas de rehabilitación, y finalmente se presentan los principales beneficios, dificultades y perspectivas de la introducción de las computadoras en los procedimientos de medición, evaluación e intervención en neuropsicología.

Palabras clave: Neuropsicología, rehabilitación neuropsicológica, evaluación neuropsicológica, tecnología.

* Revisión de tema.

ABSTRACT

Computer assisted neuropsychological practice (assessment -rehabilitation) is a setting for interdisciplinary research in which technology and neurological science are connected. The purpose of this article is to review the scope, limitations and possibilities of computer assisted neurological practice. Also, a brief historical overview about neurological assessment and the implementation of computers in the above mentioned process are included, as well as their use in rehabilitation programs. Finally, this paper presents, the main benefits, difficulties and perspectives of computer implementation in procedures of measurement, assessment and intervention in neuropsychology.

Key words: Neuropsychology, Neuropsychological assesment, Neuropsychological rehabilitation, Technology.

INTRODUCCION

Ante la complejidad de los problemas que hoy ocupan a la ciencia y a los científicos, y en aras de las condiciones que exhibe el escenario postmoderno, se hace no solo conveniente sino necesario el encuentro prolijo entre las diferentes disciplinas que haga posible el desarrollo de un conocimiento pertinente y de aplicaciones prácticas que logren responder a las poliédricas realidades de un mundo globalizado y tecnificado.

De acuerdo con Martínez (2003) la investigación interdisciplinaria se refiere a la participación de investigadores de diversas disciplinas en un proyecto común, quienes tienen en cuenta los procedimientos y trabajo de otros con miras a una meta compartida que define la investigación. Se trata entonces de compartir diversos lenguajes, diversas modalidades de racionalidad y diversas metodologías,

que hagan posible definir y compartir supuestos comunes en aras de una auténtica integración de resultados.

Las prácticas neuropsicológicas computarizadas (particularmente la evaluación) se han integrado lentamente en la investigación y el quehacer profesional desde la introducción de la computadora personal en la década de 1970 (Cernich, Brenna, Barker & Bleiberg, 2007) trayendo consigo el desarrollo de versiones basadas en computador de aquellas pruebas que hasta entonces solo podían realizarse mediante versiones electromecánicas, y de lápiz y papel (Schlegel & Gilliland, 2007).

Si bien la mayoría de los psicólogos y neuropsicólogos están de acuerdo en conceptos básicos de medición relacionados con la confiabilidad, la validez y el desarrollo de pruebas, no existe dicho consenso con relación a las consideraciones que trae consigo la

implementación de la medición asistida por computadora (Kane, 2007), ni siquiera en nuestros días en los que los avances en la informática y su incursión en la mayoría de los ámbitos de la vida académica, profesional y cotidiana resultan indudables.

En la documentación existente con relación a la evaluación neuropsicológica asistida por computadora se pueden encontrar dos grandes revisiones: la primera de ellas realizada por Kane y Kay en 1992 y la segunda publicada en el suplemento No 1 del volumen 22 del Journal "Archives of Clinical Neuropsychology".

En la publicación de Kane y Kay (1992) se examinaron 13 baterías de pruebas automatizadas y se describieron 63 tareas de nueve categorías generales de evaluación que fueron utilizadas en sistemas de evaluación computarizada. En este mismo informe, Kane y Kay afirman que los avances de aquel entonces constituían una revolución en el campo de la medición en neurociencias, pero que, no obstante, estos avances no recibieron la suficiente atención y reconocimiento y su difusión no fue muy extendida entre los neuropsicólogos (Kane, 2007).

Por su parte, en el suplemento del journal "Archives of Clinical Neuropsychology", editado por McCaffrey (2007), se exponen los principales avances, retos y perspectivas en la evaluación neuropsicológica asistida por computadora, haciendo énfasis en el desarrollo del la ANAM test system (Automated Neuropsychological Assessment Metrics).

De acuerdo con Schlegel y Gilliland

(2007), los núcleos temáticos más estudiados con relación a las baterías de evaluación basadas en computadora pueden resumirse en: a) el uso de estas baterías para investigar variables personales y ambientales que moderan el desempeño humano; b) la comparación relativa de distintas baterías de evaluación asistidas por computadora; c) la estructura interna y la integridad de estas baterías; d) las propiedades psicométricas; e) el entrenamiento requerido y d) el establecimiento de datos normativos.

Al mismo tiempo que estas investigaciones mostraban las grandes utilidades y potencialidades de la evaluación neuropsicológica asistida por computadora tanto para la investigación como para la práctica clínica en distintas áreas, también se evidenciaban sus limitaciones y problemas, tales como las deficiencias en el diseño, las deficiencias en las instrucciones para la instalación y el uso, deficiencias en la administración y presentación de datos y errores de programación (Schlegel & Gilliland, 2007; American Psychological Association, 1986).

Y son precisamente estas limitaciones, posibilidades, retos y perspectivas las que nos convocan para reflexionar en torno a las consideraciones teóricas, tecnológicas, técnicas y éticas de la práctica neuropsicológica asistida por computadora, no solo para avanzar en el conocimiento del tema, sino para promover el desarrollo de nuevas investigaciones que puedan dar lugar a nuevos programas y dispositivos que permitan avanzar en esta importante tarea con la debida rigurosidad y sistematicidad.

Este artículo tiene como propósito avanzar en la fundamentación de este “nuevo” ámbito de investigación interdisciplinaria, a partir de la revisión histórica de la evaluación y rehabilitación neuropsicológica, y de la progresiva introducción de los sistemas computarizados en dicho proceso.

La práctica neuropsicológica asistida por computadora

“El cometido de la neurociencia es comprender los procesos mentales merced a los cuales percibimos, actuamos, aprendemos y recordamos” (Kandel, Schwartz y Jessell, 2001). Para comprender el pensamiento y comportamiento humano desde esta línea científica, distintas disciplinas han unificado sus esfuerzos, contribuyendo a desarrollar una perspectiva que integre los elementos de la biología molecular, el conocimiento del funcionamiento del sistema nervioso humano, la lógica de las operaciones mentales y las representaciones internas, junto con el conocimiento adquirido del comportamiento social y categorial.

A la luz de este conocimiento, una de las disciplinas que más desarrollo ha tenido en los últimos años es la neuropsicología, una nueva rama del conocimiento científico y de la praxis clínica que surgió de la neurología clásica y que se ha desarrollado con el aporte de las neurociencias y de la psicología contemporánea. Su objetivo esencial es estudiar las relaciones existentes entre la actividad cerebral y las funciones psicológicas superiores (atención, lenguaje, memoria, función

ejecutiva, gnosias, praxias y, más recientemente, emoción) o como diría Lezak (2004) “...es una ciencia aplicada que estudia la expresión conductual de la disfunción cerebral” (p. 3).

Si bien el interés del hombre por comprender el funcionamiento del cerebro se remonta a la época de los antiguos egipcios, solo hasta hace poco logró consolidarse como una disciplina científica. De hecho, el término neuropsicología fue aplicado por primera vez en 1913 y solo hasta 1949, con el trabajo de Hebb denominado “La organización de la conducta: Una teoría neuropsicológica”, se hace un primer intento por comprender los fundamentos de esta disciplina (Etchepareborda, 1999).

En un primer momento, los estudios neuropsicológicos se diseñaron con el fin de identificar a pacientes con disfunciones cerebrales atribuibles a algún tipo de enfermedad orgánica (trastorno cerebral) y no a “alteraciones funcionales” asociadas con la conducta. Inicialmente, se pensaba que era posible crear una sola prueba para detectar una lesión cerebral, y establecer un punto de corte que separara a los pacientes con lesiones cerebrales de los que no lo tenían; sin embargo, con el tiempo se demostró que esta era una tarea imposible (Kolb, 2006).

Progresivamente, se desarrollaron procedimientos más sofisticados, especialmente en Europa y Estados Unidos, y para el año 1980, la neuropsicología no estaba limitada a laboratorios especializados, sino que, se comenzó a introducir en clínicas y hospitales. De aquí en adelante dos

aspectos influyeron el desarrollo de la práctica neuropsicológica: por un lado los estudios por imágenes funcionales, que permitieron identificar cambios en el funcionamiento cerebral y de esta manera una variedad de trastornos neurológicos y conductuales; y por el otro, la neurociencia cognitiva que dio soporte al diseño de tareas y perfiles (Kolb, 2006).

Actualmente, la neuropsicología es una de las disciplinas con mayor auge y desarrollo en el ámbito de las neurociencias; su enfoque está sustentado en buena medida en la identificación de procesos básicos del funcionamiento cerebral y en el desarrollo de instrumentos de evaluación de dichos procesos de manera relativamente independiente.

Al respecto, Luria (1970, citado por Ardila y Ostrosky, 1992) señala que uno de los objetivos de la neuropsicología consiste en delimitar las lesiones cerebrales causantes de las alteraciones conductuales específicas, y poder así desarrollar métodos de diagnóstico tempranos, con el fin de establecer acciones de tratamiento oportunas.

En la búsqueda de técnicas de evaluación capaces de revelar perfiles y patrones consistentes de funcionamiento cognitivo, la neuropsicología entró en contacto con las ciencias cognitivas surgidas a partir de la asunción del modelo de procesamiento de la información como representación de la estructura y de la dinámica de las funciones cognitivas. La hipótesis fundamental de este modelo es que existe un sistema o maquinaria mental que produce el patrón de ejecución que se observa cuando una

persona ejecuta cualquier comportamiento que requiere procesamiento cognitivo (Rapp y Caramazza, 1991).

Con base en este enfoque, la neuropsicología ha centrado sus esfuerzos en dos direcciones: la primera encaminada a diseñar instrumentos de evaluación confiables que permitan dar cuenta de la forma en que la estructura y la dinámica de las funciones cognitivas está representada en los pacientes con daño neurológico, y la segunda, orientada a diseñar y validar programas de rehabilitación cognitiva que permitan el restablecimiento de dichas funciones.

Con respecto a la primera dirección, Milner (1986) plantea que las tareas o test que se emplean en neuropsicología cognitiva para trazar los perfiles o patrones de ejecución se caracterizan por su simplicidad estructural y por el hecho de que, además de los criterios de precisión o calidad de la ejecución usados habitualmente para juzgar el estado de una función o de sus operaciones componentes, se les puede aplicar el criterio de velocidad de procesamiento. Estas dos, entre otras características de orden metodológico, han facilitado y estimulado que el diseño y la administración de las tareas neuropsicológicas tiendan hoy, cada vez con más frecuencia, a ser computarizadas.

Dos de las primeras baterías diseñadas en computadora para la evaluación de pacientes fueron: la Prueba de Vocabulario Gráfico (The Peabody Picture Vocabulary Test) Space L, (1975, citado por Schatz y Browndyke, 2002) y el Test de Matrices Progresivas

de Raven (Raven's Coloured Progressive Matrices) Waterfall (1979, citado por Schatz y Browndyke, 2002). Asimismo, la evaluación original del WAIS fue sistematizada en 1969, usando la metodología original de presentación de estímulos y registro de respuestas. En las últimas décadas, esta prueba ha sido empleada en evaluaciones psicológicas y neuropsicológicas igual que sus formas evolucionadas WAIS-R Hartlage L.C. y Telzrow CF. (1980) y WAIS III, Lees-Haley P.R., Smith H.H., Williams C.W., Dunn J.T. (1996). En 1980 el WAIS fue nuevamente actualizado en la adaptación sistematizada y las versiones de papel y lápiz han sido revisadas en 1980 y 1999. Es de anotar que esta forma temprana de evaluación sistematizada, ha producido excelentes resultados en las pruebas de test y redes, comunes y validadas con la administración manual.

Otra de las pruebas que ha sido ampliamente utilizada en la evaluación neuropsicológica, es el test de clasificación de tarjetas de Wisconsin (WCST) Berg EA. (1948 citado por Schatz y Browndyke, 2002). Existen numerosas versiones computarizadas que son comúnmente usadas, sin embargo autores como Fortuny y Heaton (1996) y Tien, Spevack, Jones, Pearlson, Schlaepfer y Strauss (1996), han planteado la inexistencia de estudios que demuestren la equivalencia psicométrica con la versión manual.

Con respecto a la segunda dirección, el uso de técnicas basadas en herramientas de computadora para la rehabilitación de pacientes con problemas relacionados a déficit cognitivos de la atención, memoria,

lenguaje, función ejecutiva, y en tratamientos de algunos trastornos como el de pánico, la agorafobia, depresión y los alimentarios, entre otros, se constituye en un instrumento importante en el tratamiento y en la recuperación de las funciones alteradas. Sin embargo, los escasos recursos, los costos elevados, los equipos de manejo complejos, el poco personal capacitado, son algunos de los aspectos que dificultan su aplicación.

Gracias al trabajo conjunto de diferentes disciplinas históricas y actuales como la ingeniería biomédica, biomecánica, las tecnologías educacionales computarizadas, tecnologías cognitivas, psicométricas, la neuroingeniería, neuropsicología adaptativa y neuropsicología informática, se han desarrollado nuevos dominios de la investigación y práctica aplicado a la rehabilitación tanto cognitiva como física (Chute, 2002).

Esta integración de disciplinas ha permitido la creación de más experiencias ecológicamente válidas como la realidad virtual (RV), una nueva modalidad tecnológica de interacción entre el hombre y la computadora. Una de las áreas de aplicación, más trabajadas desde sus comienzos, ha sido los programas de rehabilitación de procesos de funciones cognitivas comprometidas como la atención, memoria, el lenguaje, las habilidades visoespaciales, funciones ejecutivas, entre otras (Chute, 2002). Vale la pena indicar que ya desde los años cincuenta 50, B.F. Skinner desarrolló máquinas de aprendizaje, con las cuales se desarrollaron la mayor parte de los fundamentos sobre los que se basan muchos de los programas de

entrenamiento cognitivo usados hoy en día en computadoras personales.

Estos pacientes con déficit o lesiones cognitivas (frontales, prefrontales, sujetos con demencia, enfermedad de Alzheimer y trastornos de la atención e hiperactividad, entre otros) pueden hacer uso de la RV, como una herramienta de rehabilitación de fácil manejo y con resultados favorables para los usuarios, pues les permite mejorar el desempeño en las diferentes tareas, además de ser una herramienta de alto potencial cognitivo y motivacional, gracias a la presencia de estímulos variados y refuerzos que se incluyen en las diferentes tareas cognitivas (Broeren, Bjorkdahl, Pascher y Rydmark, 2002; Campbell, 2002; Merians et al., 2002; Tarr y Warren, 2002; Zhang et al., 2001; citados por Castelnuovo, Gaggioli y Mantovani, 2002).

Así mismo, la RV ha sido utilizada con éxito en el tratamiento de diversos problemas psicológicos, especialmente la fobia. La exposición por medio de esta tecnología genera en el individuo reacciones y emociones similares a las que experimenta en una situación amenazante en el mundo real; la ventaja de esta simulación es que se realiza bajo condiciones de control terapéutico.

Aunque las aplicaciones de la tecnología en el campo de la neuropsicología, han sido de gran aporte y desarrollo a la investigación de nuevas técnicas de uso clínico, se plantean interrogantes con relación a la validez y los aspectos éticos implicados en el trabajo con seres humanos.

Al respecto, es necesario señalar que se

deben tener precauciones especiales para garantizar la seguridad y el bienestar del paciente cuando se hace uso de estas nuevas tecnologías. Esto implica tener en cuenta las condiciones personales y de salud del paciente, además de verificar que no se encuentren bajo efectos del alcohol o sustancias psicoactivas, que puedan afectar su desempeño o minimizar los efectos del programa de rehabilitación. Además, cada paciente requiere un plan de tratamiento que se base en unos principios generales, pero que sea estructurado de forma individualizada, por cuanto los usuarios, como tales, son seres complejos que requieren intervención integral que se centre, no solo en los aspectos patológicos del trastorno, sino también en aspectos familiares, sociales, laborales y personales, entre otros.

De igual forma, se deben considerar aspectos particulares de acuerdo al tipo de tecnología empleada. En el caso concreto de la RV, varios trabajos, entre ellos los de Cromby (1996) y Lewis (1997), citados por Moreira da Costa y Vidal (2005), discuten los aspectos éticos relacionados con su uso en la rehabilitación cognitiva, y se plantean algunos cuestionamientos relacionados con las técnicas de inmersión; uno de ellos tiene que ver con los aspectos técnicos de equipamiento y construcción del ambiente, y otro se refiere a las características propias del usuario. Así por ejemplo, a los pacientes se les debe garantizar su seguridad en todo momento y los equipos deben ser contruidos de tal forma que se minimicen efectos secundarios como mareos o alteraciones perceptuales que puedan confundir al paciente.

En este sentido, la realidad virtual o el uso de diferentes instrumentos tecnológicos se presenta como una herramienta complementaria que facilita el aprendizaje de tareas complejas o de situaciones de riesgo para el individuo, por lo que se debe considerar como un soporte al tratamiento mas no como sustituto del mismo.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se puede afirmar que existe una tendencia cada vez mayor a emplear las herramientas computacionales en ámbitos propios de la psicología en general y la neuropsicología en particular como la evaluación, la rehabilitación y el apoyo terapéutico. Su uso ha abierto un campo promisorio de investigación, ofreciendo ventajas que tienen que ver con la aplicación de criterios rigurosos asociados al alto grado de control sobre la estructura de las pruebas, la disminución de errores asociados a la manipulación de variables por parte del terapeuta y su administración. Permite también realizar simultáneamente la evaluación neuropsicológica y el registro de correlatos neurofisiológicos de la actividad cerebral (potenciales evocados, flujo sanguíneo cerebral, entre otros) (Manual de usuario DIANA, 1996). Finalmente, da la posibilidad de realizar medición de múltiples dimensiones de ejecución (latencia, fortaleza, control de respuesta) con un nivel de precisión mucho mayor que el que puede tener un observador.

Un uso prometedor de estas nuevas tecnologías lo constituye su aplicación en los procesos terapéuticos. Tradicionalmente, en terapia se ha recurrido a “simulaciones de la

realidad” por medio de la imaginación o juego de roles. Con el uso de técnicas como la RV se ofrece la posibilidad de presentarle al paciente un escenario donde es posible realizar una “simulación cibernética”, en la que cada uno de los elementos, y eventos que suceden en la misma, están bajo el control total del terapeuta. Esta característica le ofrece al paciente la idea de encontrarse en un ambiente seguro, donde puede explorar y experimentar sin consecuencias directas, es decir, practicar las destrezas aprendidas en un ambiente protegido para poder aplicarlas después en el ambiente natural (Baños, Dickson, y Greer, 2001).

En el campo de los programas de rehabilitación, permite seleccionar tareas de creciente dificultad, de acuerdo a las características del paciente. Asimismo, el paciente puede tener información de retroalimentación que le ayude a corregir sus respuestas erróneas, en los casos en los cuales dicha retroalimentación pueda ser favorable o necesaria para la intervención. Para algunos pacientes (como en el caso de pacientes con autismo) puede resultar particularmente atractivo el uso del computador en las sesiones de evaluación y tratamiento.

Un aporte importante lo constituye el desarrollo de las neuroimágenes, las cuales en su conjunto prometen hacia el futuro el diseño de procedimientos de rehabilitación producto de la integración de tecnologías neuropsicológicas, en los que la neuroimagen funcional permite de manera casi simultánea identificar los correlatos anatómicos de diversas

actividades del día a día. Actualmente, se está trabajando en procedimientos de realidad virtual conectados a equipos de neuroimagen con lo cual se combina la capacidad de crear ambientes ecológicos seguros con la capacidad de procesamiento para responder a demandas adaptativas. Cada día la neuroimagen se volverá el núcleo principal de las herramientas del profesional de rehabilitación cuando la tecnología en imágenes cerebrales no sea tan costosa y movable, y posibilite ir mas allá de lo que vemos actualmente.

En un futuro cercano será posible integrar las posibilidades de internet con dispositivos móviles que faciliten el diagnóstico a través de imágenes funcionales tomadas desde el hogar del paciente. Del mismo modo, los programas de rehabilitación podrán ser monitoreados en el consultorio sin que el paciente tenga que desplazarse de su ambiente natural. Esto permitirá, entre otras cosas, estructurar actividades cotidianas de forma particular para cada paciente, con lo cual se dará una mayor validez ecológica a las intervenciones realizadas.

Finalmente, se deben tener en cuenta algunas limitaciones y consideraciones en el uso de las nuevas tecnologías de aplicación en el campo de la neuropsicología, por cuanto se está aún en una fase incipiente de desarrollo en

donde se hace necesario la validación y estandarización de software, equipos y protocolos de aplicación para garantizar unos estándares de calidad mínimos.

Por otro lado, los datos obtenidos por la interpretación computarizada no deben ser usados como producto final; deben ser analizados e interpretados por un psicólogo con una sólida formación en neuropsicología y con experiencia en el manejo de este tipo de pacientes.

A manera de conclusión, se puede afirmar que si bien se ha avanzado de manera significativa en este nuevo campo de investigación a nivel técnico y tecnológico gracias a los aportes de las ingenierías y de las neurociencias, es preciso avanzar en el desarrollo de nuevos estudios que posibiliten el perfeccionamiento de las características técnicas de las pruebas e instrumentos sistematizados para la práctica neuropsicológica. Igualmente, se hace necesario trazar unos lineamientos más efectivos para su implementación, de modo que los procesos de evaluación e intervención sean cada vez más confiables, eficientes y eficaces, en concordancia con los estándares actuales de los sistemas de administración de la salud y de los profesionales que prestan el servicio en los diferentes contextos hospitalarios, clínicos, educativos, jurídicos, y en la práctica particular.

REFERENCIAS

- American Psychological Association. (1986). *Guidelines for Computer-Based Tests and Interpretations*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Ardila, A. y Ostrosky, F. (1992). *Diagnóstico del Daño Cerebral: Enfoque Neuropsicológico*. Trillas: México.
- Baños, J., Dickson, A. & Greer, T. (2001). A computer-assisted administration of the continuous visual memory test. *The Clinical Neuropsychologist*, 15 (4), 551- 55.
- Botella, C., García-Palacio, A., Baños, R.M. y Quero, S. (2007). Realidad Virtual y tratamientos psicológicos *Rev. Medicina psicosomática y psiquiatría de enlace*, 82, 17-31
- Castelnouvo G., Gaggioli A., & Mantovani F., (2002). Mundos virtuales para generar experiencias reales: El uso de la "Tercera Vía" en Psicoterapia y rehabilitación Cognitiva. *Interpsiquis*. Consultado en abril 2008 www.psiquiatria.com/articulos/psicologia/1007
- Cernich, A., Reeves, D., Sun, W. & Bleiberg, J. (2007). Automated Neuropsychological Assessment Metrics sport medicine battery. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (suppl. 1), S101-S114.
- Cernich, A., Brenna, D., Barker, L. & Bleiberg, J. (2007). Sources of error in computerized neuropsychological assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (suppl. 1), S39-S48.
- Chute. (2002). Neuropsychological Technologies in Rehabilitation. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17(5), 369-377.
- Dunn, L. (1965). *Peabody Picture Vocabulary Test*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Etchepareborda, M.C. (1999). Neuropsicología Infantil en el próximo milenio. *Revista de Neurología*, 28 (suppl. 2), 70-76.
- Fortuny, L.A. & Heaton R.K. (1996). Standard versus computerized administration of the Wisconsin Card Sorting Test. *Clinical Neuropsychology*, 10, 419-424.
- Hartlage, L.C. & Telzrow, C.F. (1980). The practice of clinical neuropsychology in the US. *Arch Clin Neuropsychol*, 2, 200-202.
- Kandel, E., Schwartz, J. y Jessell, T. (2001). *Principios de Neurociencia*. 4a ed. Madrid España: Mc Graw Hill.

- Kane, R. (2007). Introduction to the Archives of Clinical Neuropsychology Supplement. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (suppl. 1), S3-S5.
- Kane, R., Roebuck-Spencer, T., Short, P., Kabat, M. & Wilken, J. (2007). Identifying and monitoring cognitive deficits in clinical populations using Automated Neuropsychological Assessment Metrics (ANAM) tests. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (suppl. 1), S 115-S126.
- Kane, R. & Kay, G. (1992). Computerized assessment in neuropsychology. A review of test and test batteries. *Neuropsychology Review*, 3 (1), 1-117.
- Kolb, B. (2006). *Neuropsicología Humana*. 5ª ed. Editorial médica Panamericana: Bogotá, Colombia.
- Lees-Haley, P. R., Smith, H.H., Williams, C.W. & Dunn, J.T. (1996). Forensic neuropsychological test usage: an empirical survey. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 11, 45-51.
- Lezak, M.D. (2004). *Neuropsychological Assessment*. 4a ed. New York EEUU: Oxford Press.
- Manual de usuario DIANA, (1996). Diagnóstico Neuropsicológico automatizado. versión 1.0, Neuronica.
- Martinez, M. (2003). Transdisciplinariedad: un enfoque para la complejidad del mundo actual. *Concienciactiva*, 1, 107-146.
- McCaffrey, R. (Ed.). (2007). DoD contributions to computerized assessment: The ANAM Test System [Suplemento]. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (suppl. 1).
- Milner, D. (1986). Chronometric analysis in neuropsychology. *Neuropsychologia*, 24 (1), 115-128.
- Moreira da Costa, R. M. y Vidal, L. A. (2005). La Ética en el uso de la Realidad Virtual en la rehabilitación cognitiva. *Informática Médica N°9* consultado el 26 de febrero de 2009 en http://www.care.org.ar/doc_etica.htm
- Rapp B. & Caramazza, A. (1991). Cognitive Neuropsychology. From impair performance to normal cognitive structure. En R. Lester & H. Wingartner (Eds) *Perspective on Cognitive Neuroscience*. New York: Oxford Press
- Roebuck-Spencer, T., Sun, W., Cernich, A., Farmer, K. & Bleiberg, J. (2007). Assessing change with Automated Neuropsychological Assessment Metrics (ANAM): Issues and challenges. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (suppl. 1), S79-S87.
- Reeves, D., Winter, K., Bleiberg, J. & Kane, R. (2007). ANAM genogram: historical perspectives, description, and current endeavors. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (suppl. 1), S15-S37.

- Schatz P. & Browndyke J. (2002). Applications of Computer-based Neuropsychological Assessment. *Journal of Head trauma Rehabilitation*, 17 (5), 395-410.
- Short, P., Cernich, A., Wilken, J. & Kane, R. (2007). Initial construct validation of frequently employed ANAM measures through structural equation modeling. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (suppl. 1), S63-S77
- Schlegel, R. & Gilliland, K. (2007). Development and quality assurance of computer - based assessment batteries. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22 (suppl. 1), S49-S61.
- Tien AY, Spevack TV., Jones DW., Pearlson GD., Schlaepfer TE & Strauss ME. (1996). Computerized Wisconsin Card Sorting Test: comparison with manual administration. *Kaohsiung J.* 12: 479-485.

Artículo recibido: Agosto de 2008
Artículo aceptado: Agosto de 2008