

ARTÍCULO

NEUROCIENCIAS Y SU IMPORTANCIA EN CONTEXTOS DE APRENDIZAJE

MARÍA LAURA DE LA BARRERA
DANILO DONOLO

Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje

Resumen. El escrito intenta destacar la relevancia de la vinculación de las neurociencias con la educación. El término *cerebro* y sus implicancias se están haciendo presente, y cada vez con más frecuencia, en ámbitos educativos. Comenzó en sucesivas aproximaciones relacionadas con maduración y desarrollo en la niñez y con la educación inicial y primaria para actualmente avanzar en su preocupación por el estudio de la anatomía, el funcionamiento y las implicancias que de ello se desprende para las distintas edades evolutivas en su repercusión con el aprendizaje en general y los aprendizajes académicos en particular. Nuestro propósito es hacer consideraciones desde contextos de aprendizajes universitarios en relación con los últimos avances referidos a factores biológicos, genéticos y neurológicos.

La década de los 90 fue la década del cerebro; hoy se insiste en que este nuevo milenio se halla abierto a la consideración del cerebro en ambientes educativos.

Diversos investigadores sostienen que sólo a través de una conciencia de las diferencias y las similitudes entre la educación y las neurociencias, será posible lograr una fundamentación común necesaria para una ciencia integrada de la educación, el cerebro, la mente y el aprendizaje.

Palabras clave: Educación – Aprendizaje- Neurociencias- Neuropsicología- Transdisciplinariedad

Neurosciences and their importance in learning contexts

Abstract. The writing tries to highlight the relevance of the linking of the neuroscience with the education. The term brain and their implications are becoming present, and every time with more frequency, in educational environments. It began in successive approaches related with maturation and development in the childhood and with the initial and primary education it stops at the moment to advance in their concern for the study of the anatomy, the operation and the implications that of comes off it for the different evolutionary ages in their repercussion with the learning in general and the academic learning in particular. Our purpose is to make considerations from contexts of university learning in connection with the last advances referred to biological, genetic and neurological factors.

The decade of the 90 was the decade of the brain; today it is insisted in that this new millennium is open to the consideration of the brain in educational environments.

Diverse investigators allege that alone through a conscience of the differences and the similarities between the education and the neurosciences, it will be possible to achieve a necessary common foundation for an integrated science of the education, the brain, the mind and the learning.

Key Words: Education - Learning - Neurosciences - Neuropsychology - Transdisciplinarity

Neurociencias: una perspectiva desde el aprendizaje y la educación

Los estudios neurobiológicos de la conducta, que se llevan a cabo en nuestros días, cubren la distancia entre las neuronas y la mente. Existe una llana preocupación por cómo se relacionan las moléculas responsables de la actividad de las células nerviosas con la complejidad de los procesos mentales. Carnine (1995), hace algo más de diez años atrás, ya se aventuraba a pensar que la investigación sobre el cerebro tendría repercusiones directas en la educación y, basándose en el trabajo del Premio Nobel de Medicina de 1972, Gerald Edelman, sobre la capacidad del cerebro humano para categorizar, postuló que esta capacidad podía ser la clave para comprender las diferencias individuales.

La tarea central de las llamadas neurociencias es la de intentar explicar cómo es que actúan millones de células nerviosas individuales en el encéfalo para producir la conducta y cómo, a su vez, estas células están influidas por el medioambiente, incluyendo la conducta de otros individuos (Jessel, *et al.* 1997). Precisamente, las neurociencias están contribuyendo a una mayor comprensión, y en ocasiones a dar respuestas a cuestiones de gran interés para los educadores; por ejemplo, hay evidencias según lo muestran las investigaciones de que tanto un cerebro en desarrollo como uno ya maduro se alteran estructuralmente cuando ocurren los aprendizajes (Bransford, *et al.*, 2003).

Queremos destacar además la importancia del rol que juega la experiencia en la construcción de la estructura de la mente. El desarrollo no es solamente un despliegue, por decirlo de algún modo, de patrones preprogramados; hay convergencia en un conjunto de investigaciones sobre algunas de las reglas que gobiernan o dirigen el aprendizaje, una de las más simples, por ejemplo es que la práctica incrementa el aprendizaje: en el cerebro, hay una relación similar entre la cantidad de experiencia en un ambiente complejo y el monto de cambio estructural (Posner y Rothbart, 2005).

Las investigaciones han demostrado que durante el desarrollo de nuevas vías neurales (Doetsch, 2005 y Schinder, 2002), nuestras sinapsis cambian todo el tiempo y es así como recordamos una y otra experiencia o vivencia. Hay quienes hablan ya de *neuroeducación*, entendida como el desarrollo de la neuromente durante la escolarización (Battro, 2002a), no cómo un mero híbrido de las neurociencias y las ciencias de la educación, sino como una nueva composición original. Battro (2002b) señala que por razones históricas los caminos de la neurobiología y la educación tuvieron pocas ocasiones de encontrarse; por primera vez lo hicieron al buscar las causas de la debilidad mental y también en la indagación del talento excepcional. Lo interesante del asunto es que se afirma que la neuroeducación no ha de reducirse a la práctica de la educación especial solamente, sino que ha de constituirse en una teoría incipiente del aprendizaje y del conocimiento en general; y sobre todo, es una oportunidad de ahondar en la intimidad de cada persona y no una plataforma para uniformizar las mentes.

Hemos encontrado suficientes antecedentes de que tanto los neurotransmisores dopamina como acetilcolina incrementan los aprendizajes en los estudiantes. Cuando podemos ordenar una nueva información en una conexión ya existente, es decir, aprender algo nuevo, estos dos agentes no sólo refuerzan nuestra concentración, sino que proporcionan además satisfacción y, tal cual lo afirmaba Comenius, allá por el siglo XVII: todo aquello que nos produce complacencia, agrado o contento en nuestras instancias de aprendizaje, queda reforzado en nuestra memoria. Podemos remarcar entonces la importancia no solo de los conocimientos previos sino también de lo valioso que es estudiar algo que agrade.

La Neuropsicología, como disciplina que estudia las relaciones entre cerebro y conducta, se interesa más precisamente por las bases neuroanatómicas de los comportamientos superiores llamados *funciones corticales superiores* y las patologías que de ellas se derivan. Estas funciones son las que cualitativamente tienen un desarrollo mayor en los seres humanos: el lenguaje, la memoria, la orientación espaciotemporal, el esquema corporal, la psicomotricidad, las gnosias, las praxias y las asimetrías cerebrales. Lo cierto es que el cerebro tiene un funcionamiento global, y que si bien es viable que para determinadas funciones existen áreas cerebrales anatómicamente delimitadas, las funciones corticales superiores dependen en

mayor medida del procesamiento cerebral en su conjunto, en su totalidad; consecuentemente, cuanto mayor es la complejidad de una función cerebral, más áreas cerebrales estarían involucradas.

Desde una perspectiva actual de integración y diálogo, entre la educación y la investigación en neurociencia cognitiva, Ansari y Coch (2006) afirman que el campo emergente de lo que es educación, cerebro y mente debería caracterizarse por metodologías múltiples y niveles de análisis en contextos múltiples, ya sea en la enseñanza como en la investigación. Sostienen que solamente a través de una conciencia y comprensión de las diferencias y las similitudes en ambas áreas tradicionales de investigación, tanto en la educación como en la neurociencia cognitiva, será posible lograr una fundamentación común necesaria para una ciencia integrada de la educación, el cerebro, la mente y el aprendizaje.

Neuroimágenes

Munakata, *et al.*, (2004) muestran cómo el trabajo, en el área de las neurociencias, incluye todo tipo de métodos de disciplinas relacionadas, como pueden ser estudios de comportamiento, de neuroimágenes, de genética molecular, modelos computacionales, registro de células únicas, ensayos químicos, entre otros, que intentan destacar este énfasis que se está poniendo en métodos complementarios para evaluar múltiples aspectos o niveles de procesos del desarrollo, que van desde aquellos específicamente moleculares a niveles sistémicos en el desarrollo típico y atípico de los humanos y otras especies.

Con estos métodos, se busca investigar e intentar respuestas acerca de cómo la genética y los factores ambientales interactúan en el curso de conformación del cerebro, la mente y el comportamiento. Estos autores muestran que a través de modelos computacionales, por ejemplo, se ha puesto en evidencia que variaciones pequeñas en el procesamiento inicial de un ser humano que podrían primitivamente estar gobernadas genéticamente, consiguen posteriormente a través de la experiencia llevar a amplias diferencias en los resultados cognitivos (Oliver *et al.*, 2000 y O'Reilly y Jonson, 2002 en Munakata, *et al.*, 2004).

Las actuales y sofisticadas técnicas de neuroimágenes se constituyen en verdaderos aportes para el área de la educación (Goswami, 2004a y b, Munakata, *et al.*, 2004, Posner, 2004, Posner y Rothbart, 2005, Sereno y Rayner, 2000, Thirunavuukarasuu y Nowinski, 2003 y Voets y Matthews, 2005). Con la resonancia magnética funcional (fMRI), se puede marcar los cambios en la activación cortical que le siguen a una tarea de aprendizaje en un individuo, e incluso, por ejemplo, establecer comparaciones entre jóvenes y adultos.

Otros resultados de estudios que además de recurrir a la resonancia magnética funcional utilizan Tomografía de Emisión de Positrones (PET) y potenciales evocados de latencia tardía onda P300 en adultos, han revelado la implicación de áreas perisilvianas hemisféricas izquierdas en los procesos de lectura, incluyendo corteza visual extraestriada, regiones parietales inferiores, girus temporal superior y corteza frontal inferior. Habría ciertas variaciones en función de las tareas particulares relacionadas con la lectura, por ejemplo, el procesamiento de formas visuales de palabras involucraría regiones corticales posterior, sobre todo en el *cortex occisito* temporal y occipital; el procesamiento ortográfico ante todo implicaría regiones frontal y parietal inferiores, y temporal inferior. Los componentes léxicos-fonológicos, los subléxico fonológicos y los semánticos movilizan grandes regiones de corteza frontal inferior y temporal (Goswami, 2004a y b, Jane *et al.*, 2001 y Posner y Rothbart, 2005).

Como vemos, las diferentes técnicas que se combinan en las neurociencias son fundamentales para una comprensión más acabada acerca de qué es lo que ocurre en el cerebro en las diferentes tareas de

aprendizaje. Por ejemplo, algunos autores (Munakata, *et al.*, 2004) sostienen que combinar la resonancia magnética funcional con el electroencefalograma permite tener ventajas. Mientras que la primera de las dos técnicas ofrece precisiones sobre la resolución espacial identificando dónde están ocurriendo exactamente los cambios en la actividad del cerebro en un momento dado; la segunda de estas técnicas marca la resolución temporal capturando los cambios neurales vinculados a los cambios cognitivos que ocurren rápidamente en el cerebro. Los autores postulan además el llamado proceso de imágenes por tensor de difusión (DTI) como una herramienta relativamente nueva de imágenes, que provee un recurso o medio no-invasivo para evaluar la conectividad del cerebro.

Cerebro, motor del conocimiento

En párrafos anteriores destacamos la importancia de la experiencia y el aprendizaje como factores clave para modelar de alguna manera al cerebro. Sabemos que las condiciones cognitivas previas están genéticamente dadas sólo como una potencialidad, y que se desarrollan en una interacción con el entorno, es decir, por el aprendizaje y la educación (Koizumi, 2004), configurándose de esta manera lo que llamamos experiencia.

Los procesos de aprendizaje y la experiencia propiamente dicha van modelando el cerebro que se mantiene a través de incontables sinapsis; estos procesos son los encargados de que vayan desapareciendo las conexiones poco utilizadas y que tomen fuerza las que son más activas. Si bien las asociaciones entre neuronas se deciden, sobre todo, en los primeros quince años de vida, y hasta esa edad se va configurando el diagrama de las células nerviosas, las redes neuronales dispondrán todavía de cierta plasticidad. Las sinapsis habilitadas se refuerzan o se debilitan a través del desarrollo por medio de nuevos estímulos, vivencias, pensamientos y acciones; esto es lo que da lugar a un aprendizaje permanente.

La enseñanza y la formación en la niñez ofrecen estímulos intelectuales necesarios para el cerebro y su desarrollo, ya que permiten el despliegue de las capacidades cognitivas y hacen más viables los aprendizajes. Precisamente, entre los tres y los diez años el cerebro infantil es un buscador incesante de estímulos que lo alimentan y que el mundo ofrece. Y, a su vez, es un seleccionador continuo que extrae cada diminuta parte que merece ser archivada. Esta decisión se basa en los procesos de atención que hacen que, de entre la amplia gama de estímulos, los órganos de los sentidos seleccionen los que conviene elaborar conscientemente. A los niños les encantan las sorpresas y a sus cerebros también... un entorno cambiante y variado que cada día despierte la curiosidad hacia lo nuevo, lleva casi de modo automático a aprender (Friedrich y Preiss, 2003).

Algunas investigaciones (Yakovlev y Lecours, 1967, en Blakemore y Frith (2005) señalan que la corteza frontal sigue desarrollándose más allá de la niñez y que hay dos grandes cambios para destacar que se producen justamente después de la pubertad: uno es que a pesar de que el volumen total del tejido cerebral permanece estable, se da un incremento en la mielina de la corteza frontal después de la pubertad. La mielina se reconoce como un aislador e incrementa la velocidad de transmisión de los impulsos eléctricos entre neuronas. Mientras la sensibilidad, y las regiones motoras del cerebro se tornan totalmente mielinizadas en los primeros años de vida, la corteza frontal continúa con este proceso también en la adolescencia. Esto destaca que la velocidad de la transmisión entre neuronas de la corteza frontal puede llegar a ser mayor después de la pubertad.

Otros estudios postulan que se produce un recorte de sinapsis en la corteza frontal en ese período, lo cierto es que hay evidencias fuertes de que el desempeño de tareas de función ejecutiva mejora linealmente con la edad (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs y Catroppa, 2001 en Blakemore y Frith, 2005). Es posible que el exceso de sinapsis en la pubertad, que aún no han sido incorporadas dentro de sistemas funcionales, especializados, den como resultado un desempeño cognitivo pobre durante algún tiempo; solo después

de la pubertad se recortan los excedentes de sinapsis configurándose en redes eficientes y especializadas. Por lo tanto podemos afirmar que el cerebro sigue desarrollándose tanto en la educación secundaria como terciaria, por ende es adaptable y necesita ser moldeado y formado. Cualquier conjunto de estímulos que resultan de interés para el cerebro refuerza o causa nuevas conexiones y esta posibilidad se conserva a lo largo de la existencia (Goswami, 2004a y Rimmele, 2005).

Metacognición y aprendizaje

Blakemore y Frith (2005) afirman que tal vez el objetivo de la educación para los adolescentes debería cambiar e incluir un refuerzo de control interno, esto es, por ejemplo, un aprendizaje autorregulado, cierta evaluación crítica del conocimiento transmitido y habilidades de metaestudio.

Pensamos que es justamente esta serie de comportamientos los que han de enseñárseles a los alumnos que ingresan a la Universidad. Lo cierto es que sería óptimo comenzar a trabajar con estos recursos en instancias anteriores del sistema educativo, pero también es cierto que los niveles de educación terciaria y universitaria, requieren de un manejo específico de determinadas habilidades específicas relacionadas con las disciplinas y campus de conocimiento elegidos. En la Universidad, se necesitan ciertos conocimientos y destrezas que son propias de esta instancia del sistema educativo y de la disciplina elegida (Carlino, 2005, Rinaudo, 2005 y Vélez, 2004). Precisamente en relación con esto, algunos autores ya formulan una serie de interrogantes que habrán de responderse en sucesivas investigaciones futuras, tales como ¿Cómo puede la investigación de la neurociencia cognitiva del desarrollo participar del progreso y la mejora de estrategias de enseñanza y programas de recursos para el lenguaje, las matemáticas y otras destrezas o habilidades? Y aún van más allá, ¿Qué aspectos del cerebro y el desarrollo cognitivo son comunes a través de las especies y qué aspectos contribuyen a los desarrollos únicos de la especie humana? (Munakata, *et al.*, 2004).

Intentando rescatar las peculiaridades de la actividad humana en general, puestas en evidencia por la evolución de nuestra mente en las maneras y recursos con las que un sujeto se maneja al momento de aprender, es que queremos destacar aquí dos comportamientos típicamente humanos por excelencia: la capacidad de *monitoreo* y la de *autorreflexión* o *auto revisión* permanente. Ambas acciones posibilitan reflejar la complejidad de un sujeto que recibe la impronta de un contexto socio-histórico y, a su vez, cuenta con pensamientos propios de realidades objetivas. Schutz y DeCuir (2002) hacen referencia a esta idea cuando señalan que las percepciones desarrolladas a través de estos procesos reflexivos, conducen a entender o conocer acerca de la naturaleza de las experiencias subjetivas, de los objetos del mundo físico y de las realidades objetivas del pensamiento. Este conocimiento por parte del sujeto representaría la base a través de la cual se hacen las valoraciones y apreciaciones del mundo, tornándose éste el lugar desde donde emergen las emociones durante las transacciones de la persona con el mundo.

Por lo tanto, en un sentido más estricto, podríamos estar vinculando estas nociones con el término de *metacognición*. El concepto alude a dos dimensiones: una, vinculada al conocimiento sobre el propio aprendizaje, en relación con un sujeto que aprende, una tarea a cumplir y ciertas estrategias a utilizar para obtener el mejor rendimiento. Otra, se refiere a la regulación y supervisión sobre la propia cognición, esto es, la planificación de recursos, el control de la ejecución y la evaluación de los resultados (Mateos, 2002).

Estas cuestiones se relacionan con las capacidades de monitoreo y control, actividades plenamente concientes, por lo tanto, podemos pensar que tal concepto tiene su base en el funcionamiento de las áreas frontales y prefrontales de nuestro cerebro, puesto que estas estructuras implican comportamientos específicamente humanos y funciones determinadas relacionadas con el control de algunos tipos de comportamiento, como puede ser la elección de opciones de conducta para cada situación social o física (Jessel *et al.*, 1997 y Souchaya e Isingrini, 2004). Las áreas prefrontales y frontales evidencian ser

importantes para mantener las funciones mentales ejecutivas dirigidas hacia objetivos y, la elaboración del pensamiento también suele ser atribuida a ellas. Están implicadas en muchas funciones del cerebro que suelen asociarse con la inteligencia superior, como las capacidades de pronosticar, hacer planes para el futuro, considerar las consecuencias de las acciones motoras inclusive antes de que sean realizadas. “Dichos comportamientos, o funciones ejecutivas, favorecen la planificación estratégica, el control de impulsos, la búsqueda organizada, así como también la flexibilidad del pensamiento y la acción” (Welsh, Pennington y Groisser, 1991 en Willis. y Aspel, 1994).

Al respecto, algunos autores (Dietrich, 2004) sostienen que las investigaciones actuales en general conceptualizan a las funciones cognitivas como ordenadas *jerárquicamente* y, que la corteza cerebral, y en particular el lóbulo prefrontal, es el ápice de esta jerarquía, representando la base neural de las funciones cognitivas superiores y que históricamente al estudio de la conciencia se fueron aproximando desde estas concepciones también.

La evidencia desde los estudios de neuroimágenes y desde la neuropsicología sostiene que el córtex frontal puede ser importante para monitorear la metamemoria (Souchaya e Isingrini, 2004), pues podría decirse que habría un enlace directo entre funcionamiento frontal y metamemoria, y fundamentos certeros, de que todas las funciones de la metamemoria, estarían mediatizadas por el sistema neural que también sostienen las funciones ejecutivas. Estas estructuras son las que delimitan aspectos *específicamente humanos* y nosotros consideramos a la metacognición y a la metamemoria como tales.

Por lo tanto, y coincidiendo con el objetivo de la educación que planteaban Blakemore y Frith (2005) en un contexto donde se produce una experiencia de aprendizaje, las tareas deben enfatizar ambos aspectos: metacognición y metamemoria, sobre todo en ambientes universitarios donde el repensar y la reconstrucción de saberes consolidados debe ser primordial. Esto es: los alumnos deben auto-observarse continuamente para aprender significativamente los contenidos y hacerlo a través de procedimientos efectivos. El poder cuestionar, volver a pensar, pensarlo de otra manera, realizar aportes, reconstruir conceptos, son acciones que conllevan a un aprendizaje viable.

Emociones

Con gran relevancia, tenemos que destacar que el papel de las emociones en la educación es crucial (Barab y Plucker, 2002, Meyer y Turner, 2002 y Schutz y Lanehart 2002). La literatura actual muestra que tanto las emociones, como los sentimientos, pueden fomentar el aprendizaje en la medida en que intensifican la actividad de las redes neuronales y refuerzan, por ende, las conexiones sinápticas. Por lo tanto, la llamada *neurobiología* nos muestra evidencias de que se aprende mejor cuando un determinado contenido o materia presentan ciertos componentes emocionales. Consecuentemente es también muy importante un entorno educacional agradable. Pensamos entonces que, en gran medida, emoción y motivación dirigen el sistema de atención el cual decide qué informaciones se archivan en los circuitos neuronales y, por tanto, se aprenden (Posner, 2004 y Posner y Rothbart, 2005).

Por ello, si hablamos de formar alumnos con capacidad de toma de decisiones y de autonomía, no debemos olvidar que en esa toma de decisiones *racional*, por decirlo de alguna manera, las emociones son indispensables, y ayudan a entender ciertas conductas que desde otra perspectiva llega a ser imposible.

Damasio (1998) hace una consideración acerca del tratamiento que se le ha venido dando al concepto *emociones* en diversas investigaciones, y afirma que:

1.-Son expresiones directas de orden superior de biorregulación en organismos complejos, estos términos aluden a la relación entre el organismo y los aspectos más complejos de un ambiente: sociedad y cultura.

2.- Es crítico para la supervivencia en los organismos complejos que están equipados de la manera precisa para procesarlas.

3.- Juegan un rol en la memoria y en la comprensión de la memoria constituyéndose en una de las metas principales de la neurociencia y de la ciencia cognitiva.

4.-Juegan un rol en el razonamiento y en la toma de decisiones, desde las más simples a las más complejas que pueden llevar a cabo los seres humanos.

El autor señala que tomar sentido de los mecanismos que se hallan detrás de los desempeños mas distinguidamente humanos –como pueden ser la alta razón, la ética, las leyes, la creatividad tecnológica, científica y artística – no puede llevarse a cabo sin la comprensión de las emociones.

Esta es una idea acertada que supone que dentro de los contenidos educativos debería estar incluido el vérsela con las emociones al momento de tomar decisiones en general y en particular para aprender. Es una relación que generalmente no aparece clara, por lo que queremos retomar la manera en que Damasio define a las emociones y a su vez, las diferencia de los sentimientos.

Emoción: debería usarse para designar la colección de respuestas activadas desde partes del cerebro al cuerpo, y desde partes del cerebro a otras partes del cerebro, usando tanto la ruta neural como la humoral. El resultado final de la colección de tales respuestas es un *estado emocional*, definido por los cambios en el propio cuerpo (vísceras, entorno interno) y en ciertos sectores del cerebro (corteza somatosensorial, núcleos neurotransmisores del tronco cerebral)...Sentimiento: debería utilizarse para describir el *estado mental* complejo que resulta desde el estado emocional. Este estado mental incluye: a) la representación de los cambios que han ocurrido en el propio cuerpo e indican señales para las estructuras que representan al cuerpo en el sistema nervioso central (o han sido implementados completamente, en las estructuras somatosensoriales vía *as-if-body-loops*) y también incluye b) un número de alteraciones en el procesamiento cognitivo que son causadas por las señales secundarias de respuestas cerebro a cerebro, por ejemplo, desde el núcleo de neurotransmisores hacia sitios variados en el telencéfalo. (Damasio, 1998, p. 84)

Finalmente, el autor polemiza sobre las estructuras que se relacionan con el desarrollo de las emociones y los sentimientos y muestra su disconformidad con que *solamente* se las vincule con aquellas del sistema límbico ya que numerosas estructuras fuera del sistema límbico están también implicadas en el procesamiento de la emoción y el sentimiento como son la corteza prefrontal, especialmente en los sectores ventral y medio y, más ampliamente, en el sector orbital; también incluye la corteza somatosensorial (región rolándica y corteza insular), el núcleo monoamino de tronco cerebral, el periacueducto gris y otros núcleos, tanto del tronco cerebral como de la médula espinal implicados en la señalización tanto aferente como eferente de vísceras y entorno interior.

Goleman (1996), otro de los autores muy interesados en entender las emociones, afirma que el ser humano tendría actos de la mente racional y actos de la mente emocional; una que piensa y otra que siente. El caracteriza a la mente emocional como mucho más rápida que la racional, que se pone en acción sin detenerse ni un instante a pensar en lo que está haciendo. Pero a su vez señala que existe también una segunda clase de reacción emocional, más lenta que la respuesta rápida, que irrumpe primero en los pensamientos antes de conducir al sentimiento y que es más deliberada, siendo la persona típicamente consciente de los pensamientos que conducen a ella. En este tipo de reacción emocional existe una evaluación más extendida; los pensamientos – cognición – juegan el papel clave en la determinación de qué emociones serán provocadas.

Como podemos deducir, mente emocional y mente racional están absolutamente imbricadas; cada una refleja operaciones de un circuito distinto aunque interconectado del cerebro.

Las emociones en la educación

En relación con la educación específicamente, Goleman propuso el término de inteligencia emocional (IE), casi en contraposición con el de cociente intelectual (CI), y afirmó que si bien es cierto que tenemos de alguna manera dos mentes y dos clases diferentes de inteligencia, nuestro desempeño en la vida está determinado por ambas. Precisamente entiende a la inteligencia emocional como un conjunto de habilidades que permiten ser capaz de motivarse y persistir frente a las decepciones; controlar el impulso y demorar la gratificación, regular el humor y evitar que los trastornos disminuyan la capacidad de pensar; mostrar empatía y abrigar esperanzas. Y señala justamente que la llamada inteligencia académica no ofrece prácticamente ninguna preparación para los problemas o las oportunidades que acarrea la vida:

...lo que importa no es sólo el CI sino la IE. Pues el intelecto no puede operar de manera óptima sin la inteligencia emocional. Por lo general, la complementariedad del sistema límbico y la neocorteza, de la amígdala y los lóbulos prefrontales, significa que cada uno de ellos es un socio pleno de la vida mental. Cuando estos socios actúan positivamente, la inteligencia emocional aumenta, lo mismo que la capacidad intelectual...Uno de los secretos a voces de la psicología es la relativa incapacidad de las notas, del CI o las pruebas de actitud académica, para predecir de manera infalible quien tendrá éxito en la vida...Existen muchas excepciones a la regla de que el CI predice el éxito, más excepciones que casos que se adaptan a la misma. (Goleman, 1996, p. 54)

Otro precursor, como es Salovey, entiende a la inteligencia emocional como una inteligencia social que incluye la habilidad de supervisar y entender las emociones propias y las de los demás, discriminar entre ellas, y usar la información para guiar el pensamiento y las acciones propias (Mayer *et al.*, 2001 y Mayer y Salovey 1997; 1995). Su grupo de investigación desarrolló escalas que tienen por objetivo conseguir una apreciación personal sobre los aspectos reflexivos de la experiencia emocional. Estos autores han sido los primeros en elaborar medidas de IE basada en un acercamiento práctico y dirigido a medir niveles



actual es de IE de las personas a través de cuestionarios, tales como la *Multifactor Emotional Intelligence Scale* (MEIS) y su última versión depurada (MSCEIT) (Mayer *et al.*, 2001) que tienen como principal ventaja que los resultados obtenidos se basan en la capacidad actual de ejecución de la persona al realizar una tarea, y no sólo en sus creencias sobre tal capacidad.

Al respecto, Day y Leitch (2001) afirman que los sentimientos y las emociones tienen un rol *vital* en el desarrollo del aprendizaje, puesto que es a través de nuestro mundo emocional subjetivo que desarrollamos un constructo y significado personal de la realidad externa y otorgamos sentido a nuestras relaciones y a un eventual lugar en el mundo. Lo anterior se relacionan claramente con nuestras motivaciones y con la capacidad para prestar atención. LeDoux (1998) en Day y Leitch (2001) sostiene que el cerebro emocional puede actuar como un intermediario entre el cerebro que piensa y el mundo exterior; habría un interjuego entre *pensamiento* y *sentimiento*, entre *sentimiento* y *memoria*. Cuando los sentimientos son ignorados,

pueden actuar inadvertidamente y en consecuencia desconocer influencias positivas o negativas. Cuando hay un *desborde* de nuestro cerebro emocional, nuestro *cerebro de trabajo* puede tener poca capacidad de atención para tener en mente los hechos necesarios para terminar una tarea, la adquisición de un concepto o la toma de una decisión inteligente. Finalmente, se señala que poderosas emociones –ansiedad, amor, ira y placer – parecen capaces de crear una estática neural en la corteza prefrontal, por lo tanto pueden sabotear la capacidad de atender en la memoria de trabajo.

Neurociencias y ambientes de aprendizaje universitarios

Como ya venimos mencionando en el desarrollo de este escrito, hay coincidencia para sostener que patrones o modelos de actividad neural están en correspondencia con estados o representaciones mentales particulares (Goswami, 2004a y Johnson y Munakata, 2005). El aprendizaje esencialmente comprende cambios y conexiones: la liberación de neurotransmisores en la sinapsis puede alterarse, o las conexiones entre neuronas pueden reforzarse o debilitarse. El éxito de la enseñanza afecta directamente las funciones del cerebro modificando, variando las conexiones. Podríamos decir entonces que el ambiente afecta tanto la estructura del cerebro como su funcionalidad; un ambiente apropiado es esencial para conformar partes sustanciales del mismo. Y esta afirmación podríamos trasladarla con total confianza al ambiente de una clase y, aun, a una situación de aprendizaje más amplia.

Retomando las afirmaciones de LeDoux (2002) en Wilkinson (2004) el autor señala que la mayor parte del tiempo el cerebro lleva a cabo sus conexiones de una manera que podríamos llamar aceptable o satisfactoria, pero cuando las conexiones cambian, la personalidad también puede cambiar; si el yo puede desarmarse por las experiencias que modifican las conexiones, también puede volver a armarse por las experiencias que establece, o cambiar o renovar las conexiones.

No nos parece impropio pensar en que aquellos ambientes o contextos académicos donde impera realmente la preocupación de afianzar contenidos, recrearlos o incluso de instituir saberes que puedan estar ejerciendo este tipo de efectos en nuestros aprendices. No nos resulta para nada difícil creer en esta afirmación, si pensamos en el aprendizaje de niños que están en pleno desarrollo y crecimiento, ya que la curiosidad con la que se manejan les permite reforzar sus sinapsis, en circuitos o redes ora establecidos, ora nuevos. Pero en alumnos universitarios ¿nos atreveríamos a realizar semejante afirmación?

Sí, si pensamos que la plasticidad del cerebro habilita aprendizajes a lo largo de la vida. Si bien es cierto que en nuestros jóvenes y sobre todo en la adultez el desarrollo de nuevas neuronas no es tan común, ciertas investigaciones han demostrado que el desarrollo de nuevas vías neurales es más factible de lo que se piensa (Blakemore y Frith, 2005, Doetsch y Hen, 2005 y Schinder, 2002); nuestras sinapsis cambian todo el tiempo y es así como recordamos una experiencia, otra y otra.

No habría entonces un único período sensible; cualquier conjunto de estímulos ambientales específicos causan en el cerebro nuevas conexiones y esta habilidad se conserva en el transcurso de la vida (Rimmele, 2005). Por ello, es tan importante que los procesos de aprendizaje estén vigentes en ese transcurso; ya dijimos que son los desafíos y retos los que movilizan nuestras conexiones. Mc Robbie y Tobin (1997) afirman que las metas y objetivos que forjen nuestros estudiantes, estarán influenciadas por la naturaleza de las tareas académicas (constituyéndose en esos estímulos o *inputs* de los que hablábamos) de tal manera que cuando ellas sean más desafiantes, significativas, con sentido -según sus horizontes- o, interesantes, importantes y útiles, no solamente aportarán a aprender comprensivamente, sino a crear o reforzar nuevas conexiones en nuestro cerebro, constituyéndonos en seres saludables y *vivos* en el pleno sentido de la palabra.

Necesitamos entonces de docentes interesados en la construcción, por parte de los alumnos y con su ayuda, del significado y la comprensión de los contenidos que están aprendiendo; creando ambientes de aprendizaje que sean menos temibles y más desafiantes (Bauer, 1999) comprometiéndose los estudiantes

activamente y sumergiéndose en experiencias más complejas pero interesantes.

Lo cierto es que ante este planteo se necesita, y con fundamento, un tinte de mayor creatividad en la educación. Los tiempos que transcurren, el hoy de nuestro sistema educativo, obliga a un sin fin de cambios. Alumnos y docentes deben ser hábiles y creativos en sus maneras de resolver problemas, en sus tomas de decisiones, auto-generadas, producto de los vertiginosos cambios de nuestra sociedad. Por ello, opinamos que la creatividad se puede favorecer y creemos esencial que se haga. Más aún desde ámbitos universitarios, a los que día a día debemos entender como sedes propicias de construcción de conocimientos innovadores y no puros reproductores de saberes (sin olvidar que las dos cuestiones son importantes).

Beltrán Llera *et al.*, (2000) tras la revisión de diversos autores, concluyen su escrito afirmando que todos los alumnos tienen al menos cierto potencial para ser creativos, y las diferencias radican en el grado en que utilizan dicho potencial, y aquí es donde influye el estilo y la inteligencia, ingredientes básicos de la creatividad. Por lo tanto, coincidimos con estos autores en que los alumnos llegarán a ser sujetos creativos y autónomos en sus aprendizajes y en su desarrollo profesional, en la medida que se les enseñe desde cada área o desde cada disciplina, a desarrollar tres tipos de pensamiento esenciales: uno de tipo *analítico* en tanto enseñarles habilidades tales como analizar, juzgar, criticar, evaluar, comparar y contrastar; otro de tipo *creativo*, para que puedan llegar a descubrir, inventar, imaginar, elaborar hipótesis, suponer y; uno más de tipo *práctico*, apuntando a que aprendan a usar, aplicar, utilizar y practicar.

Investigación en educación y en neurociencia cognitiva: necesidad de fundamentos compartidos

Quizá mucho se ha dicho de la importancia de tomar los resultados de las investigaciones en neurociencias para incorporarlas y aprovecharlas en el campo de la educación. Lo cierto es que también es necesario retomar resultados de la investigación y la práctica en educación para nutrir al ámbito de las neurociencias, sobre todo la cognitiva.

Investigaciones recientes (Goswami, 2004a y Ansari y Coch, 2006), ofrecen algunas sugerencias para integrar los campos de la neurociencia cognitiva y la educación en lo que denominan una creación de *puentes sobre aguas problemáticas*. Estos puentes serían aquellos mecanismos que permitirán el encuentro e integración de ambas disciplinas y se dirigen, tanto a la capacitación o entrenamiento docente, como al de neurocientíficos cognitivos.

Por un lado, los autores afirman que es necesario que los docentes cuenten con cierta alfabetización científica y en neurociencia cognitiva, ya que se manifiesta como una carencia marcada en su formación; los cursos deberían ser especialmente diseñados de manera que permitan la investigación y discusión sobre cómo unir e integrar la investigación y la educación, apuntando a comprender el desarrollo de las mentes y los cerebros de los estudiantes; y descubrir cómo las conceptualizaciones del desarrollo, ofrecidas por la neurociencia cognitiva, pueden brindarle información y por lo tanto llevarlos a participar y reflexionar acerca de sus propias prácticas como docentes. Estos programas deberían ayudar a los educadores futuros a volverse lectores eficaces y evaluadores críticos de los hallazgos de las investigaciones; alentándolos a hacer preguntas cruciales; a interesarse en cómo hallar las respuestas; a establecer conexiones entre las diferentes fuentes de evidencia; y pensar acerca de cómo esa evidencia podría afectar la pedagogía (Ansari y Coch, 2006).

Por otro lado, se señala que la capacitación y el entrenamiento de los investigadores de neurociencia cognitiva debe revisarse también; han de ser formados en la comprensión de los procesos educacionales y las prácticas con todas las limitaciones que el mundo real conlleva, más allá del laboratorio, conformando día a día un vocabulario y conceptualizaciones en común con los educadores, para pasar a tratar cuestiones en común, desde un lenguaje común.

Vemos entonces cómo se sugiere desde estas investigaciones la posibilidad de que así como los programas de educación tradicional necesitan proporcionar amplia capacitación para la investigación científica, los programas de neurociencia cognitiva deberían integrar experiencias de clase dentro de sus programas:

...creemos que los educadores fortalecidos con el conocimiento de las bases conceptuales que subyacen a una intervención están probablemente más consolidados, y los investigadores fortalecidos con el conocimiento de las cuestiones de la vida real están más firmes para diseñar mejores experimentos. La manera más práctica de comenzar un diálogo podría incluir tareas y talleres en grupo sobre intereses mutuos, específicos, visitas a escuelas y clases de parte de los neurocientíficos, o visitas a laboratorios de parte de los educadores” (Ansari y Coch, 2006, p. 148)

En Argentina contamos con importantes centros donde se realiza investigación en relación con el aprendizaje, tales como la Unidad de Neurobiología Aplicada (UNA) y el instituto de Neurología Cognitiva (INECO) de los cuales conocemos algunos esfuerzos en acercarse a las aulas¹.

Creemos que la propuesta, tal como se la presenta es factible de concretarse y sabemos que es la manera más propicia de hacerlo. El desafío es, además, hacerlo en contextos de educación superior, donde aun queda mucho camino por recorrer para su concreción.

Así, la idea presentada por las investigaciones actuales en relación con la construcción de una ciencia del aprendizaje y la educación, se puede sintetizar en dos cuestiones claves: una, la necesidad de que los educadores utilicen los hallazgos y evidencias de la neurociencia cognitiva para su práctica generándose novedades y conocimiento científico relevante para la educación en general a través de un diálogo fluido y en colaboración con los investigadores. Otra, favorecer los desarrollos de los científicos para que puedan ser comunicados entre los educadores, colaborando en la generación de evidencias y de hallazgos neurocientíficos que pueda relacionarse con la educación y contribuyendo a la construcción y revisión de conocimientos básicos.

Pensamos que tal cual lo planteado, ambas cuestiones que los autores llamaron puentes sobre aguas inciertas o turbulentas, conducirán a la construcción de una ciencia de colaboración, integrada, multidisciplinaria del aprendizaje, la educación, el cerebro y la mente que redundará en beneficios para los estudiantes, los docentes y los investigadores.

Es en este sentido, tal cual lo presentamos en el próximo apartado, que nos atrevemos desde este escrito a ir un poco más allá de lo que se define como multidisciplinaria, ya que nos parece que el término no representa de manera clara lo que surge desde estos planteos. Queremos utilizar un término que signifique más que la suma de disciplinas, la formación de una nueva a partir del diálogo, integración y convergencia de metodologías diversas.

1 Pueden realizarse consultas para conocer de qué manera se está trabajando en <http://weblog.educ.ar/noticias/archives/001497.php>.

Transdisciplina y educación

En función de lo desarrollado hasta el momento, pensamos que ya en un nuevo siglo, en un nuevo milenio, los procesos de enseñanza-aprendizaje deben ser considerados sin lugar a dudas desde la *transdisciplinariedad*.

Koizumi (2004) pone de manifiesto que una verdadera transdisciplinariedad sólo ha de existir en un nivel jerárquico superior, produciéndose por los enlaces de disciplinas diversas en niveles jerárquicos inferiores:

La transdisciplinariedad incluye el concepto de conexiones y fusiones entre disciplinas completamente diferentes....por lo tanto necesitamos crear una nueva metodología y nuevas organizaciones, incluyendo un lenguaje común que haga posible trascender los límites que separan a las disciplinas. El concepto de transdisciplinariedad no es estático, sino absolutamente dinámico...la ciencia del aprendizaje y la educación podría tornarse uno de los campos más importantes del siglo 21. (Koizumi, 2004, p. 440).

Como ya mencionamos, ahora es posible, no solamente estudiar la anatomía funcional de las redes del cerebro sino también examinar, por ejemplo, cómo las diferencias genéticas podrían llevar o conducir a variaciones individuales en el potencial para usar estas redes en la adquisición y desarrollo de habilidades. Hoy es viable examinar el rendimiento individual en redes neurales específicas combinando los métodos de imágenes del cerebro con modernos estudios genéticos (Posner, 2004).

Por eso nos atrevemos a hablar de transdisciplinariedad, de trasplante neuronal, de educación y genética de manera cada vez más modelable. Y por ello también es que no podemos pensar en alumnos y docentes con formación de antaño. Sabemos que no es tarea fácil, pero sí sumamente necesaria y urgente.

La formación de docentes, psicopedagogos, psicólogos educacionales y todos aquellos profesionales que tengan una relación directa con la educación y los aprendizajes, deben recibir conocimientos en neurociencias y quienes trabajen en neurociencias deben tener contacto con los educadores en general. Parece imposible y hasta suena un tanto utópico, pero lo real es que los avances están cada vez más instalados en nuestra cotidianeidad...desde nuestras Universidades, tanto en el plano de docencia como en el de investigación habrá que atreverse y enfrentar este gran desafío.

Es el momento de comenzar a pensar a los contextos académicos universitarios como ámbitos apropiados para seguir moldeando cerebros, como sitios apropiados para contribuir al desarrollo permanente de una persona. Ya lo decía Mesulam, especialista en neurología cognitiva, en una entrevista periodística reciente: "el secreto del cerebro humano es la búsqueda de la diversidad. Sentimos una urgencia intrínseca de buscar lo novedoso...lo peor para el cerebro humano es el aburrimiento" (Bär, 2006). Levi-Montalcini, con sus casi 100 años y premio Nobel de Medicina, recomienda: "Mantén tu cerebro ilusionado, activo, hazlo funcionar, y nunca se degenerará. La clave es mantener curiosidades, empeños, tener pasiones..."

Lo importante es que se asuma el compromiso al menos de comenzar a considerar seriamente estos numerosos avances en el plano de la educación y de la neurociencia cognitiva, en los diversos niveles, y

porqué no, como profesores y profesionales ponerle día a día la pasión necesaria y el gusto por el quehacer permanente a nuestros desempeños cotidianos.

Referencias Bibliográficas

Ansari, D. y Coch, D. 2006 Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *TRENDS in Cognitive Sciences.*. Vol. 10. Nº 4.

Bär, N. 2006 “Lo peor para el cerebro es el aburrimiento” Diálogo periodístico con Marsel Mesulam. URL: http://www.lanacion.com.ar/cienciasalud/nota.asp?nota_id=790055&origen=premium. Consultado: 19/03/06.

Barab, S y Plucker, J. 2002 Smart People or Smart Contexts? Cognition, Ability, and Talent Development in an Age of Situated Approaches to Knowing and Learning. *Educational Psychologist*, 37 (3) 165-182.

Battro, A. 2002a Cerebro, mente y espíritu. Nota periodística. 20/01/02. URL: http://buscador.lanacion.com.ar/show.asp?nota_id=368026&high=neuropsicología 2002. Consultado: 04/10/02.

Battro, A. 2002b Qué es la neuroeducación. Nota periodística. 22/08/99. URL: http://buscador.lanacion.com.ar/show.asp?nota_id=150530&high=neurociencias 1999. Consultado: 04/10/02.

Beltrán Llera, J., Bermejo Fernández, V., Pérez Sánchez, L., Prieto Sánchez, M., Vence Baliñas, D. y González Blanco, R. 2000 *Intervención Psicopedagógica y Currículum Escolar*, Cap. 12. Ed. Psicología Pirámide.

Blakemore, S. y Frith, U. 2005 Target Article with commentaries: The learning brain: Lessons for education: a précis. *Developmental Science* 2005 8: 6, 459-471.

Bransford, J., Brown, A. y Cocking, R. 2003 *How People Learn*. En Brain, Mind, Experience, and School. National Academy Press

Bruer, J. 1999 In Search of...Brain-Based Education. Vol.80 No. 9 page 648 URL: <http://www.pdkintl.org> 1999. Consultado: 12/08/2005.

Carlino, P. 2005 *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de Cultura Económica.

Carnine, D. 1995 The professional context for collaboration and collaborative research. *Remedial & Special Education*. Vol. 16.

Damasio, A. 1998 Emotion in the perspective of an integrated nervous system. *Brain Research Reviews* , 26, 83-86.

Day, C y Leitch, R. 2001 Teachers’ and teacher educators’ lives: the role of emotion. *Teaching and Teacher Education*, 17, p. 403-415.

Dietrich, A. 2004 Neurocognitive mechanisms underlying the experience of flow. *Consciousness and Cognition*, Vol. 13, l 4, p. 746-761.

- Doetsch, F. y Hen, R. 2005 Young and excitable: the function of new neurons in the adult mammalian brain, *Current Opinion in Neurobiology* 2005 15, p. 121-128.
- Friedrich, G. y Preiss, G. 2003 Neurodidáctica. *Mente y Cerebro*, Vol. 1, N°4, p. 39-45
- Goleman, D *La Inteligencia Emocional* 1996. Vergara.
- Goswami, U. 2004a Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology*, 74, 1-14.
- Goswami, U. 2004b Neuroscience, education and special education. *British Journal of Special Education*. Vol. 31. N° 4.
- Jane, J., Noble, K. y Guinevere, E. 2001 The Neurobiological Basis of Reading. *Journal of Learning Disabilities*, Vol. 34, p.566
- Jessel, T., Kandel, E. y Schwartz, J. 1997 *Neurociencia y conducta*. Prentice Hall, Madrid.
- Johnson, M y Munakata, Y. 2005 Processes of change in brain and cognitive development. *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 9, 3, p. 152-158.
- Koizumi, H. 2004 The concept of 'developing the brain': a new natural science for learning and education. *Brain & Development*, 26, p. 434-444.
- Mateos, .M. 2002 *Metacognición y Educación*. Buenos Aires, Aique. Cap.1:19-37.
- Mayer, J. y Salovey, P. 1995 Emocional intelligence and the construcción and regulation of feelings. *Applied y Preventive Psychology*, 4: 197-208.
- Mayer, J. y Salovey, P. 1997 *What is Emocional Intelligence?* En P. Salovey y D. Sluyter (Eds.) *Emocional Development and Emocional Intelligence* New Cork: Basic Books.
- Mayer, J., Salovey, P., Caruso, D. y Sitarenios, G. 2001 Emocional Intelligence as a Standard Intelligence. *Emotion*, Vol. 1, N° 3, 232-242.
- Mc Robbie, C. y Tobin, K. 1997 Una perspectiva constructivista social sobre los ambientes de aprendizaje. *International Journal of Science Education*, Vol 19, n°2, 193-208.
- Meyer, D. y Turner, J. 2002 Discovering Emotion in Classroom Motivation Research. *Educational Psychologist*, 37 (2) 107-114.
- Munakata, Y., Casey, B. y Diamond, A. 2004 Developmental cognitive neuroscience: progress and potencial. *TRENDS in Cognitive Sciences*. Vol. 8, No. 3 , 122-128.
- Posner, M. y Rothbart, M. (2005) Influencing brain networks: implications for education. *Trends in cognitive Sciences*. 2005 Vol. 9. N° 3.
- Posner, M. 2004 Neural Systems and Individual Differences. *Teachers Colleges Record*. 2004. Vol. 106. N° 1. (24-30).

- Rimmele, U. 2005 Brain and Learning. URL: http://www.oecd.org/department/0,2688,en_2649_149353_97_1_1_1_1,00.html Consultado: 29/08/2005.
- Rinaudo, M. 2005 (in press) *Avances conceptuales en el estudio de las estrategias de aprendizaje*.
- Schinder, A. 2002 Develan una de las incógnitas del cerebro. Artículo periodístico de La Nación. URL: http://lanacion.com.ar/02/03/07/sl_378923.asp?... 2002. Consultado: 7/03/02.
- Schutz, P. y DeCuir, J. 2002 Inquiry on Emotions in Education. *Educational Psychologist*, 37 (2) 125-134.
- Schutz, P. y Lanehart, S. 2002 Introduction: Emotions in Education. *Educational Psychologist*, 37 (2) 67-68.
- Sereno, S. y Rayner, K. 2000 The When and Where of Reading in the Brain. *Brain and Cognition*, 42, 78-81.
- Souchaya, C. y Isingrini, M. 2004 Age related differences in metacognitive control: Role of executive functioning. *Brain and Cognition*, Vol. 56 Issue 1, p. 89-99.
- Thirunavuukarasuu, A y Nowinski, W. 2003 Radiology-based brain atlas for education. *Internacional Cingress Series*, 1256-1288.
- Vélez, G. 2004 *Estudiar en la Universidad. Aprender a partir de la lectura de los textos académicos*. Comité Editor de la Facultad de Ciencias Humanas. Serie Documentos de trabajo.
- Voets, N. y Matthews, P. 2005 Clinical Applications of Functional Magnetic Resonance Imaging. *Imagen Decisions*, 1.
- Wilkinson, M. 2004 The mind-brain relationship: the emergent self. *Journal of Analytical Psychology*, Vol. 49, p.83-101.
- Willis, W. y Aspel, A. 1994 Neuropsychological Models of Information Processing. A Framework for Evaluation. En *The Neuropsychology of Individual Differences*. Editado por Philip A. Vernon.

