

NEUROEDUCACIÓN

Introducción

Neuroeducación es la nueva interdisciplina o transdisciplina que promueve una mayor integración de las **ciencias de la educación** con aquellas que se ocupan del desarrollo neurocognitivo del ser humano. Interdisciplina en tanto es la intersección de muchas neurociencias relacionadas con el aprendizaje y la enseñanza en todas sus formas, transdisciplina en cuanto es una nueva integración, absolutamente original de aquellas en una nueva categoría conceptual y práctica. Ello implica la formación de “neuroeducadores” con aquellos docentes interesados por la **investigación** en neurociencias y con los neurocientíficos interesados en la educación, es decir la neuroeducación abre la puerta a una nueva profesión y a un nuevo tipo de expertos.

El **cerebro** humano es un **órgano** de una complejidad asombrosa y es el fruto de una historia evolutiva que resulta crucial a la hora de proceder a su estudio, por eso las investigaciones comparadas de los procesos de aprendizaje entre diferentes especies son imprescindibles y, a su vez, resaltan el valor excepcional del ser humano. Los niños pequeños son ya capaces de enseñar a otros, y enseñando aprendemos, como decían los antiguos maestros, “docendo discimus” (Strauss, 2005). Pero es preciso explicitar las funciones neurocognitivas propias tanto del aprendizaje como de la enseñanza con el mayor detalle posible. Hoy la neuroeducación cuenta con recursos de alta tecnología como las imágenes cerebrales, las pruebas genéticas y las **simulaciones computacionales**. Mucho se está haciendo con ayuda de estas técnicas especialmente en el campo de las discapacidades y trastornos del aprendizaje, dislexia, discalculia, autismo, defectos de atención, etc. El desafío actual estriba en que la neuroeducación se extiende más allá de los estudios habituales de la patología del aprendizaje y es capaz de explorar los más variados temas de importancia educativa.

Terminología y significado.

La adopción del término neuroeducación, (que también se puede escribir neuro-educación o NeuroEducación) es muy reciente y merece ser analizado con algún detalle. En primer lugar, neuroeducación sugiere un encuentro entre las ciencias de la educación y las neurociencias, por eso se usan también expresiones como “neurociencias educativas” (educational neurosciences) y otras semejantes con el mismo propósito de integrar las ciencias del cerebro, de la mente y de la educación. John T. Bruer (1997, 2002) advierte sobre el largo camino que nos falta

por recorrer antes de poder establecer puentes sólidos entre las disciplinas. Ciertamente la neuroeducación es una mezcla con muchos componentes y, además, se encuentra apenas en sus comienzos. Basta recorrer Internet para comprobar que hay decenas de referencias muy dispares (algunas decididamente estrafalarias) con ese nombre. La construcción de modelos y la búsqueda rigurosa de confirmación experimental en el caso de la neuroeducación debe ser prioritaria (Battro, 2000). Pero conviene prestar la máxima atención a la agenda científica puesto que no todo lo que se “puede hacer” se “debe hacer”. Estos criterios apuntan al campo de los valores, en particular a la ética de los métodos neurobiológicos aplicables a la enseñanza y al aprendizaje. Algunos métodos podrían vulnerar el principio de prudencia, otros el de responsabilidad civil o el derecho a la intimidad, para mencionar sólo ciertos obstáculos morales y legales que podrían presentarse. En este sentido, una **“neuroética”** comienza a perfilarse como necesaria en el siglo XXI y se está convirtiendo en tema de reflexión y debate (Marcus, 2002; Illis, 2005). Su aporte será decisivo para el futuro de la neuroeducación (Sheridan, Zinchenko & Gardner, 2005). En este sentido, una iniciativa importante es la del Centro de Ciencias del Cerebro y de la Sociedad (Instituto de Ciencia y Tecnología del Japón) que ha creado un grupo de investigación dedicado a temas específicos de **neuroética** (Koizumi, 2005).

El estudio del cerebro en la escuela

En la práctica la mayoría de las investigaciones neurocognitivas ligadas a la educación se realizan por el momento fuera de la escuela, en ambientes controlados, en hospitales y laboratorios experimentales, con equipos de alta complejidad de imágenes funcionales del cerebro (fMRI, MEG, EEG, NIRS, PET, etc.). Con estos instrumentos podemos investigar el cerebro que aprende conceptos de física (Fugelsang y Dunbar, 2005) y de matemáticas (Dehaene, 1997, Butterworth, 1999) o el cerebro bilingüe entre otros muchos temas de las artes y de las ciencias con resultados de considerable valor para la neuroeducación.

Por otra parte, la neuroeducación aspira también a estudiar en el aula misma los procesos neurocognitivos de aprendizaje y de enseñanza durante el diálogo entre maestros y alumnos aunque ello por ahora no es fácil por razones técnicas tanto como culturales. Comprobamos, por ejemplo, que no hay por el momento estudios con imágenes funcionales del cerebro que enseña y esta carencia es un signo evidente de la asimetría de las investigaciones actuales y de la complejidad del tema. Todo conduce, sin embargo, a pensar que las tecnologías de imágenes cerebrales se irán perfeccionando y simplificando, bajarán sus costos, serán portátiles y tendrán mayor resolución espacial y temporal que las actuales, y

se podrán usar en la escuela. Cuando esto suceda será posible contar con imágenes cerebrales de maestros y alumnos en interacción. Estas intervenciones deberán respetar los valores propios de la cultura local y los principios universales de la moral y de la ética que guían toda acción humana. Para ello será necesario crear comités de neuroética en las escuelas, en analogía con los comités de “bioética” en los hospitales.

Los estudios de neurociencias en el mundo.

El mayor desafío de la neuroeducación es la integración de las muy variadas disciplinas, prácticas y tecnologías que deben incorporarse al nuevo campo de estudio y de acción. Un primer paso ha sido dado recientemente por algunas universidades que ofrecen cursos integrados de postgrado en ciencias neurocognitivas y educación. Desde 2002 la Escuela de Educación de la **Universidad de Harvard** brinda un curso anual sobre mente, cerebro y educación. Otras universidades como el Centro de Neurociencias en Educación de Cambridge y el Centro de Transferencia para las Neurociencias y el Aprendizaje de Ulm en Europa desarrollan programas similares. Algunos hitos de la historia reciente de la neuroeducación merecen citarse. En 1988 la American Educational Research Association AERA creó el grupo SIG The Brain, Neurosciences and Education para promover estos estudios. En 2004 se fundó en los Estados Unidos IMBES, The International Mind, Brain and Education Society www.imbes.org cuya primera escuela de verano sobre “El cerebro educado” tuvo lugar en el Centro Ettore Majorana de Cultura Científica de Erice, Italia, en 2000. Esta misma sociedad publica la revista Mind, Brain and Education que se propone la difusión sistemática de estos temas. Podemos mencionar además las conferencias sobre Mind, Brain and Education (Pontifical Academy of Sciences, 2003), Building Usable Knowledge in Mind, Brain and Education (Harvard, 2004), Brain-Science and Education (Center for Research on Brain-Science and Society, Japón, 2005), Sciences cognitives et éducation, (Académie des Sciences /OECD/CERI, París, 2006). La lista de proyectos, conferencias y publicaciones se extiende aceleradamente. El programa CERI de la OECD Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico ofrece un panorama actualizado de los proyectos de neuroeducación en marcha en el mundo.

La característica común de todos estos proyectos neuroeducativos es el trabajo en equipo, internacional e interdisciplinario. Una increíble variedad de disciplinas y conocimientos, de personalidades y motivaciones se entrelazan y fecundan en una tarea educativa que pocos pudieron imaginar hace apenas una

década. Pero tal vez lo decisivo haya sido que los educadores y los investigadores han comenzado a conocerse mejor, a trabajar juntos, a enriquecerse mutuamente.

Las alianzas más variadas se construyen por encima de las fronteras tradicionales y se van extendiendo a culturas diferentes de manera sistemática. Esto es importante pues la educación es a su vez semilla y fruto de la cultura. La novedad es que hoy podemos estudiar cómo se incorpora la cultura en el cerebro (Paulesu et al, 2000). La exploración de este campo apasionante apenas ha comenzado pero ya promete resultados que transformarán muchas ideas y prácticas educativas.

Referencias

Battro A.M. (2000) Half a brain is enough. The story of Nico. Cambridge: Cambridge University Press.

Bruer, J.T. (1997). Education and the brain: a bridge too far. Educational Researcher. 2-26(8): 1-13.

Bruer, J.T. (2002) Avoiding the pediatrician's error: how neuroscientists can help educators (and themselves). Nature Neuroscience, Nov 5, Suppl:1031-3.

Butterworth, B. (1999). The mathematical brain. London: Macmillan.

Dehaene, S. (1997). The number sense: How the mind creates mathematics. Oxford: Oxford University Press.

Fischer, K.W., Holmes Bernstein, J. & Immordino-Yang, M.E. (Eds.) (2006). Mind, brain and education in reading disorders. Cambridge: Cambridge University Press.

Fugelsang, J., Dunbar, K. (2005). Brain based mechanisms underlying complex causal thinking.. Neuropsychologia, 43, 8, 1204-1213

Illis, J. (Ed.). (2005). Neuroethics in the 21st century. Defining the issue in theory, practice and policy. Oxford: Oxford University Press.

Koizumi, H. (2005). Brain-Science & Education" programs at the Japan Science and Technology Agency (JST). In Brain , science and education. Saitama: Japan Science and Technology Agency.

Marcus, S.J. (Ed.) (2002). Neuroethics: Mapping the field. New York: Dana Press.

Paulesu, E., McCrory, E, Fazio, F., Menoncello, L., Brunswick, N., Cappa, S.F, Cotelli, M,, Cosu, F., Corte, F., Lorusso, M., Pesenti, S., Gallaher, A., Perani, D, Price, C., Frith C.D., Frith, U. (2000). A cultural effect on brain function. Nature Neuroscience. 3, 91-96.

Sheridan, K., Zinchenko, E., Gardner, H. (2005) Neuroethics in education. In J. Illis (Ed.) Neuroethics in the 21st century. Defining the issue in theory, practice and policy. Oxford: Oxford University Press.

Strauss, S. (2005). Teaching as a natural cognitive ability: Implications for classroom practice and teacher education. In D. Pillemer and S. White (Eds.), Developmental psychology and social change. Cambridge: Cambridge University Press.

¿QUÉ ES LA NEUROEDUCACIÓN?

¿Qué es esta nueva disciplina? Es mucho más que la combinación de las neurociencia y de las ciencias de la educación. Por razones históricas, los caminos de la neurobiología y de la educación tuvieron pocas ocasiones de encontrarse, sus puntos de encuentro fueron en el campo de la patología y no tanto en el de la normalidad.

Uno de los primeros encuentros fue en los intentos de buscar las causas de la debilidad mental y también en la investigación de las personas superdotadas. También se unieron para crear una prótesis para resolver un problema de rehabilitación, como en el caso del implante coclear en la persona sorda. Pero la neuroeducación no se reduce a la práctica de la educación especial. Es también una teoría elemental del aprendizaje y del conocimiento en general.

En estos últimos tiempos la inquietud de establecer puentes entre las ciencias biológicas y psicológicas se ha hecho evidente. Más aún, algunos filósofos, como los esposos Paul y Patricia Churchland, de la Universidad de California, han

comenzado incluso a explorar la posibilidad de una "neurofilosofía", es decir de una reflexión sistemática sobre grandes temas como los de la libertad y de la verdad a partir de las bases neuronales de la mente humana. La novedad reside tanto en el método que proponen como en el objetivo.

Se debe reconocer que el enorme progreso de las neurociencias ha hecho poca mella en la educación. Es hora de abrir la "caja negra" que ha sido el cerebro para la mayoría de sus "usuarios". Se podría comprender este llamado como la necesaria contrapartida biológica de la imperiosa globalización.

Felizmente algo está cambiando. Este año la Universidad de Harvard lanzó un programa de posgrado con el título "Mente, cerebro y educación". Su coordinador, **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.** , se ha distinguido como uno de los pioneros del estudio del desarrollo del cerebro y las habilidades mentales desde el punto de vista educativo. Para algunos educadores, el desafío está claramente planteado, pero llevará tiempo para tomar conciencia de que el cerebro crece con la experiencia y madura con el ejercicio siguiendo algunas pautas precisas y controlables.

La especie humana comparte un mismo tipo de cerebro, pero cada individuo habla una lengua que no ha sido programada en sus cromosomas sino que fue transmitida por su cultura. La adquisición y dominio de un idioma es tema de intensa búsqueda científica y los hallazgos recientes sobre el cerebro conducen a creer que la identidad biológica no excluye la diversidad personal, sino que la potencia.

No se trata de reducir lo mental a lo neuronal, pero sí de "comprender mejor cómo se da el proceso de comprensión" con el cerebro que cada uno tiene y que de cierta manera va "esculpiendo" mediante su historia personal. La neuroeducación es una oportunidad de ahondar en la intimidad de cada persona, no una plataforma para uniformizar las mentes. Es una nueva frontera que merece ser investigada y que ofrecerá muchas sorpresas.

NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN

Carlos Ruiz Bolívar, PhD

Coordinador General de Investigación UPEL-IPB

Resumen

En este trabajo se discuten los enfoques de la neurociencia representada por Sperry (1973), MacLean (1978) y Herrmann (1989). Sperry y colaboradores confirmaron la especialización de los hemisferios cerebrales. Sus investigaciones permitieron establecer que la capacidad de hablar, escribir, leer y razonar con números, es fundamentalmente una responsabilidad del hemisferio izquierdo; mientras que la habilidad para percibir y orientarse en el espacio, trabajar con tareas geométricas, elaborar mapas conceptuales y rotar mentalmente formas o figuras, son ejecutadas predominantemente por el hemisferio derecho. MacLean presenta un modelo del cerebro formado por tres elementos interrelacionados, estos son: el cerebro reptiliano, el sistema límbico y la neocorteza; ellos controlan la vida instintiva, emocional e intelectual, respectivamente. Herrmann, por su parte, ha propuesto el modelo del cerebro total, formado por cuatro cuadrantes, que determinan estilos diferentes de procesamiento de información en los individuos, aun cuando se admite que el cerebro funciona como una totalidad integrada. Estos hallazgos tienen implicaciones para el rediseño del currículo de la carrera de formación docente, para la planificación de programas de entrenamiento para docentes en servicio, al mismo tiempo que permiten fundamentar el diseño de estrategias instruccionales, atendiendo a distintos estilos de aprendizaje y al desarrollo de la creatividad.

Palabras claves: *Neurociencias, neuroeducación, neuroaprendizaje*

Introducción

Una de las explicaciones más recientes que se ha intentado sobre el comportamiento inteligente ha sido formulada desde la perspectiva de la neurociencia (Beauport y Díaz, 1994); es decir, la disciplina que se encarga del estudio interdisciplinario del cerebro humano, lo que ha derivado en una mayor comprensión acerca de la relación entre el funcionamiento del cerebro y la conducta.

Tal vez, uno de los resultados más relevantes de los trabajos de investigación que se han realizado sobre este órgano consiste en haber descubierto que sus dos hemisferios difieren significativamente en su funcionamiento. La naturaleza de esta diferencia ha sido intensivamente estudiada desde la década de los años 50, particularmente por biólogos, psicólogos, neurólogos y cirujanos.

Uno de los trabajos pioneros en esta área ha sido realizado por Gazzaniga y colaboradores (Gazzaniga, Bogen y Sperry, 1965; Gazzaniga y Sperry, 1967). De igual forma, ha sido importante la contribución de autores tales como MacLean (1978) y Herrmann (1989) entre otros.

Tales investigaciones han dado origen a diferentes interpretaciones acerca del funcionamiento del cerebro. A continuación se presenta una síntesis de los hallazgos más relevantes que al respecto reporta la literatura y se analizan sus implicaciones para la educación.

La Investigación sobre los Hemisferios Cerebrales

Hasta mediados del Siglo XIX los investigadores todavía no habían advertido la especialización de los hemisferios cerebrales. Los primeros hallazgos, en este sentido, se deben al médico francés Paul Broca y al neurofisiólogo alemán Carl Wernicke (citado por Herrmann, 1989; Wittrock, 1977; VerLee, 1986), quienes a partir de sus observaciones clínicas en pacientes con daños cerebrales llegaron a la conclusión de que había una relación directa entre el daño de ciertas zonas del

cerebro y la pérdida de la capacidad de hablar. Específicamente, Broca observó, en 1861, que las lesiones en cierta zona de la parte izquierda del cerebro producían, casi invariablemente, trastornos en el habla, en tanto que ello no corría con las lesiones en la misma zona del hemisferio derecho.

Posteriormente, en 1874, Wernicke identificó otra región, diferente a la ya descubierta por Broca, relacionada con otro tipo de dificultad en el habla. De nuevo, constató que el lenguaje sólo era afectado por una lesión en el hemisferio izquierdo. En ambos casos, los investigadores determinaron que la incapacidad no estaba relacionada con los músculos productores del habla, sino que cada zona intervenía en su proceso mental básico necesario para la producción de un lenguaje articulado y con significado.

Los hallazgos anteriores no sólo permitieron confirmar la diferenciación funcional de los dos hemisferios cerebrales, sino que hicieron pensar en el cerebro izquierdo además, de ser diferente, era también superior al derecho, por el hecho mismo de estar asociado con la capacidad de hablar. Así surgió la teoría de la dominancia cerebral. Esta teoría parecía estar respaldada por el hecho de que en la mayoría de las personas la mano derecha (controlada por el hemisferio izquierdo) es la dominante, lo cual llevó a pensar que el hemisferio derecho no jugaba ningún papel importante en el pensamiento.

Fue después de la Segunda Guerra Mundial que se llegó a determinar, en soldados con lesiones cerebrales, que el daño de ciertas zonas del hemisferio derecho producía dificultades en ciertas funciones del organismo. VerLee (1986) ha resumido tales hallazgos en los términos siguientes:

Si bien los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho conservan su capacidad verbal, a menudo experimentaban una extrema distorsión espacial; muchos tenían gran dificultad en encontrar los lavados (cuarto de baño) o bien eran incapaces de hallar la sala de estar. Les costaba vestirse solos y era frecuente que se pusieran prendas al revés o que metieran una extremidad en la manga o pierna que no le correspondía. Los dibujos también denotaban serios problemas con las relaciones espaciales, demostrando una gran desorganización y distorsión de relaciones entre diversos elementos (p.26).

Los estudios revelaron, además, que el hemisferio derecho era superior al izquierdo en la discriminación entre colores y formas, lo cual ocurría no sólo con el campo visual sino también con los demás sentidos; por ejemplo, los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho tenían dificultad para discriminar cuál de dos presiones en el cuerpo era más intensa o para saber con exactitud donde había sido pinchados con un alfiler (discriminación táctil). También tenían problemas para familiarizarse con laberintos cuando se les vendaban los ojos (VerLee, 1986). Los hallazgos antes reportados sobre la especialización de los hemisferios cerebrales quedaron confirmados con los resultados de las investigaciones de Roger Sperry y colaboradores (Sperry, Gazzaniga y Bogen, 1969; Sperry, Bogen y Vogel, 1970; Sperry, 1973; Gazzaniga, Bogen y Sperry, 1962, 1963, 1965, citados por Wittrock, 1977) del Instituto Tecnológico de California, quienes en la década de los años 60 diseñaron la técnica de la comisurotomía (corte del cuello caloso) y la aplicaron, por primera vez, con gatos para estudiar el funcionamiento de los dos hemisferios por separado. Los resultados de tales investigaciones le permitieron a Sperry ganar un premio Nobel de Medicina en 1981.

Al aplicar la técnica anterior con sujetos epilépticos crónicos encontraron que la comisurotomía no alteraba la conducta de los pacientes; es decir, los sujetos mantenían su comportamiento habitual o normal. Esto se explica porque en la mayor parte de sus experiencias cotidianas, los dos hemisferios reciben el mismo tipo de información. Sin embargo, cuando los investigadores manipularon la presentación de información de modo que esta llegase sólo a un hemisferio, fue cuando se pudo explorar la diferencia en el funcionamiento de los dos lados del cerebro.

Los resultados de estas investigaciones permitieron conocer muchos aspectos relacionados con el control de la conducta, por ejemplo, que el lado izquierdo del cuerpo esté controlado principalmente por el hemisferio derecho, y que el lado derecho esté controlado, sobre todo, por el izquierdo. Por consiguiente, los estímulos a partir de la mano, la pierna y el oído derecho son procesados primordialmente por el hemisferio izquierdo y viceversa. No obstante, los estímulos visuales son procesados simultáneamente por los dos hemisferios, ya que cada ojo envía información a ambos lados del cerebro.

Otras investigaciones (Ver Gazzaniga, Bogen y Sperry, 1962, citado por Wittrock, 1977) estuvieron orientadas a determinar el intercambio de información entre los dos hemisferios. El primer resultado importante fue que tal intercambio quedaba completamente interrumpido una vez efectuada la comisurotomía. Sin embargo, se encontró que la información sensorial (visual, táctil, auditiva, olfativa) presentada a un hemisferio podía ser procesada en esa mitad del cerebro, aun cuando cada uno de tales procesos fueron realizados fuera del campo consciente del otro lado del cerebro. Esta observación confirmó los resultados preliminares obtenidos con sujetos animales por Sperry y Col (1962, citado por Wittrock, 1977), pero estos resultados fueron más dramáticos, puesto que es en el hemisferio izquierdo donde normalmente se procesa el lenguaje natural y los mecanismos del discurso. Todos los procesos que se llevan a cabo en este hemisferio pueden ser en forma verbal fácilmente descritos por los pacientes; mientras que la información presentada al hemisferio derecho es indescriptible. En consecuencia, fue sólo a través del uso de técnicas especiales de evaluación desarrollados por estos investigadores con tal propósito, que se pudo describir que el hemisferio derecho tiene una rica e independiente vida mental y que es capaz de experimentar la mayoría de las actividades mentales que desarrolla el lado izquierdo del cerebro (Gazzaniga, 1977).

En uno de los experimentos realizados con personas sanas se proyectó la palabra "Spoon" (cuchara) en el campo visual izquierdo (hemisferio derecho); y cuando se le preguntó al sujeto qué estaba viendo, no pudo responder. Sin embargo, usando la mano izquierda, él fue capaz de identificar el objeto con referencia ("Spoon") dentro de un grupo constituido por diferentes elementos, sin necesidad de ver dichos elementos, simplemente fue capaz de reconocer la forma del objeto a través de la sensación táctil. No obstante, cuando se le preguntó qué objeto tenía en la mano, su respuesta fue: "no lo sé", lo cual llevo a la conclusión de que el hemisferio derecho si bien es capaz de reconocer una palabra, en este caso el término "cuchara" y de encontrar una cuchara real, pero no es capaz de describir su funcionamiento con palabras.

Los resultados del experimento anterior apoyan el modelo de funcionamiento hemisférico sugerido por los estudios de pacientes con lesiones cerebrales. La mano derecha comunica con el hemisferio izquierdo verbal, y así el

sujeto puede describir verbalmente su contenido. La mano izquierda comunica con el hemisferio derecho, pero puesto que la capacidad verbal de éste es limitada, el sujeto no puede dar una respuesta verbal. Ello pone en evidencia que la falta de una respuesta verbal no indica una carencia de conocimientos sino tan sólo una dificultad para expresar dicho conocimiento verbalmente. Estos resultados sugieren que mientras el hemisferio izquierdo presenta una mayor capacidad para procesar información verbal que el hemisferio derecho, éste es superior al primero en el manejo de las relaciones espaciales.

En resumen, se podría decir que a través de las investigaciones en el área de la neurociencia se ha podido establecer que muchas de las habilidades mentales específicas son lateralizadas; es decir, son llevadas a cabo, son apoyadas y coordinadas en uno u otro de los dos hemisferios cerebrales. Así tenemos que la capacidad de hablar, escribir, leer y de razonar con números es fundamentalmente una responsabilidad del hemisferio izquierdo en muchas personas. Mientras que la capacidad para percibir y orientarse en el espacio, trabajar con tareas de geometría, elaboración de mapas mentales y la habilidad para rotar mentalmente formas o figuras son ejecutadas predominantemente por el hemisferio derecho.

La diferencia de procesamiento de los dos hemisferios puede ser establecida de la manera siguiente: por una parte, el hemisferio izquierdo procesa secuencialmente, paso a paso. Este proceso lineal es temporal, en el sentido de reconocer que un estímulo viene antes que otro. La percepción y la generación verbales dependen del conocimiento del orden o secuencia en el que se producen los sonidos. Este tipo de proceso se basa en la operación de análisis. Es decir, en la capacidad para discriminar las características relevantes, para reducir un todo a sus partes significativas.

El hemisferio derecho, por otra parte, parece especializado en el proceso simultáneo o de proceso en paralelo; es decir, no pasa de una característica a otra, sino que busca pautas y gestalts. Integra partes componentes y las organiza en un todo. Se interesa por las relaciones. Este método de procesar tiene plena eficiencia para la mayoría de las tareas visuales y espaciales y para reconocer melodías musicales, puesto que estas tareas requieren que la mente construya una sensación del todo al percibir una pauta en estímulos visuales y auditivos.

De acuerdo con VerLee (1986), lo que fundamentalmente diferencia a los dos hemisferios cerebrales, en cuanto a las funciones que realizan, es su estilo de procesamiento de información. En este sentido, ella aclara que el hecho de que el estilo de procesamiento del hemisferio izquierdo sea más eficiente cuando trata de un tipo de información temporalmente organizada, como el lenguaje, no significa que el lenguaje este situado en el lado izquierdo del cerebro. De la misma manera señala que el pensamiento viso-espacial no radica en el hemisferio derecho, sino que éste se especializa en una modalidad de proceso que percibe y construye pautas; en consecuencia, es más eficiente en las tareas viso-espaciales.

La Teoría del Cerebro Triuno

La teoría del cerebro triuno propuesta por MacLean (1978, 1990) presenta otra visión del funcionamiento del cerebro humano y sus implicaciones para la educación. Sin embargo, esta conceptualización no es opuesta a la de la dominación cerebral; por el contrario, la complementa y amplía. Esta teoría ha sido desarrollada a partir de estudios fisiológicos realizados con animales. MacLean considera que el cerebro humano está formado por tres cerebros integrados en uno. Estos cerebros son: (a) el reptiliano; (b) el sistema límbico; y (c) la neocorteza. Cada una de estas áreas del cerebro ejerce diferentes funciones que, en última instancia, son responsables por la conducta humana.

El Cerebro Reptiliano

Esta parte del cerebro está formada por los ganglios basales, el tallo cerebral y el sistema reticular. Es el responsable de la conducta automática o programada, tales como las que se refieren a la preservación de la especie y a los cambios fisiológicos necesarios para la sobrevivencia. Algunas veces, es denominado complejo reptiliano porque es típico de los reptiles y tiene un papel muy importante en el control de la vida instintiva.

En consecuencia, este cerebro no está en capacidad de pensar, ni de sentir; su función es la de actuar, cuando el estado del organismo así lo demanda.

Desde un punto de vista evolutivo, el cerebro reptiliano es el más primario y está muy relacionado con la piel y con los poros. Esta área del cerebro controla las necesidades básicas y la reacción de "luchar o volar", la cual se refiere a los cambios en el funcionamiento fisiológico que acompañan al estrés o a la amenaza.

El complejo reptiliano, en los seres humanos, incluye conductas que se asemejan a los rituales animales como el anidarse o aparearse. La conducta animal está en gran medida controlada por esta área del cerebro. Se trata de un tipo de conducta instintiva programada y poderosa y, por lo tanto, es muy resistente al cambio.

En el cerebro reptiliano se procesan las experiencias primarias, no-verbales, de aceptación o rechazo. Aquí se organizan y procesan las funciones que tienen que ver con el hacer y el actuar, lo cual incluye: las rutinas, los valores, los hábitos, la territorialidad, el espacio vital, condicionamiento, adicciones, rituales, ritmos, imitaciones, inhibiciones y seguridad. En síntesis, este cerebro se caracteriza por la acción.

El Sistema Límbico

De acuerdo con Maclean, el segundo cerebro está representado por el sistema límbico, cuya función principal es la de controlar la vida emotiva, lo cual incluye los sentimientos, el sexo, la regulación endocrina, el dolor y el placer. Anatómicamente está formado por los bulbos olfatorios, el tálamo (placer-dolor), las amígdalas (nutrición, oralidad, protección, hostilidad), el núcleo hipotalámico (cuidado de los otros, características de los mamíferos), el hipocampo (memoria de largo plazo), el área septal (sexualidad) y la pituitaria (directora del sistema bioquímico del organismo). Puede ser considerado como el cerebro afectivo, el que energiza la conducta para el logro de las metas. El desbalance de dicho sistema conduce a estados agresivos, depresiones severas y pérdida de la memoria, entre otras enfermedades.

La investigación en esta área parece apoyar la noción de que toda la información que penetra al organismo es supervisada y controlada por el sistema límbico, lo cual constituye una función vital para la sobrevivencia (Ver Restqak, 1984).

La Neocorteza

El tercer cerebro está constitutivo por la neocorteza, la cual está conformada por los dos hemisferios en donde se llevan a efecto los procesos intelectuales superiores. De allí que la neocorteza se la identifique, también, como el cerebro que rige la vida intelectual.

La neocorteza se convierte en el foco principal de atención en las lecciones que requieren generación o resolución de problemas, análisis y síntesis de información, del uso del razonamiento analógico y del pensamiento crítico y creativo.

Las dos características básicas de la neocorteza son: (a) la "visión", la cual se refiere al sentido de globalidad, síntesis e integración con que actúa el hemisferio derecho; y (b) el análisis, que se refiere al estilo de procesamiento del hemisferio izquierdo, el cual hace énfasis en la relación parte-todo, la lógica, la relación causa-efecto, el razonamiento hipotético y en la precisión y exactitud.

La Teoría del Cerebro Total

Herrmann (1989), basado en los estudios previos sobre la dominancia cerebral (Sperry, 1973) y en la teoría del cerebro triuno (MacLean, 1978); así como en los resultados de sus propias investigaciones, utilizando equipos de retroalimentación biológica (biofeedback) y de electroencefalografía, ha replanteado el problema de la dominancia cerebral (Ruiz-Bolívar y Cols., 1994). El ha propuesto la teoría del cerebro total que se expresa en un modelo que integra la neocorteza (hemisferios derecho e izquierdo) con el sistema límbico. Concibe esta integración como una totalidad orgánica dividida en cuatro áreas o cuadrantes, a partir de cuyas interacciones se puede lograr un estudio más amplio y completo de la operatividad del cerebro y sus implicaciones para la creatividad y el aprendizaje.

Cada una de las áreas cerebrales o cuadrantes realiza funciones diferenciadas. Así, el lóbulo superior izquierdo (Cuadrante A) se especializa en el pensamiento lógico, cualitativo, analítico, crítico, matemático y basado en hechos concretos. Por su parte, el lóbulo inferior izquierdo (Cuadrante B), se caracteriza por un estilo de pensamiento secuencial, organizado, planificado, detallado y controlado; el lóbulo inferior derecho (Cuadrante C) se caracteriza por un estilo de pensamiento emocional, sensorial, humanístico, interpersonal, musical, simbólico y espiritual. Finalmente, el lóbulo superior derecho (Cuadrante D), se destaca por su estilo de pensamiento conceptual, holístico, integrador, global, sintético, creativo, artístico, espacial, visual y metafórico.

Las cuatro áreas antes señaladas se recombinan y forman, a su vez, cuatro nuevas modalidades de pensamiento, estas son: (a) realista y del sentido común formado por las áreas A y B (hemisferio izquierdo); (b) idealista y kinestésico, constituido por las áreas C y D (hemisferio derecho); (c) pragmático o cerebral, conformado por los cuadrantes o áreas A y D; y (d) instintivo y visceral formado por las áreas B y C (sistema límbico).

Herrmann llega a la validación de su modelo a partir del análisis factorial de las respuestas de un cuestionario aplicado a una muestra de más de 100.000 ciudadanos norteamericanos. Dicho cuestionario estaba formado por ítemes que representaban las diferentes funciones cerebrales que típicamente utilizan los individuos en situaciones académicas, laborales, de recreación y de la vida diaria. En cada caso, se le pide al sujeto indicar su preferencia por tal o cual función, a objeto de identificar cuál es la tendencia de su dominancia con respecto a cada cuadrante.

La muestra estudiada por Herrmann indica que el 6% de los sujetos tenían una dominancia simple, es decir, su estilo de pensamiento estaba claramente enmarcado en uno de los cuatro cuadrantes; el 60% tenía una dominancia doble; o sea que su estilo de pensamiento se ubica por igual en algunas de las siguientes posibles combinaciones: A-B; C-D; A-D; A-C y B-C. El 30% tenía dominancia triple; es decir, su estilo de pensamiento era múltiple y caía en algunas de las siguientes posibilidades: A-B-C; B-C-D; C-D-A y D-A-B; mientras que sólo el 3%

tenía cuádruple dominancia. De acuerdo con esta estadística, el 94% de los sujetos tenía dominancia en más de un área de pensamiento.

En una de las aplicaciones del modelo del cerebro total se ha encontrado que existe una relación claramente definida entre el tipo de dominancia y la preferencia ocupacional. Al respecto, Herrmann ha reportado que las personas que tienen dominancia primaria en el cuadrante A, tienden a seleccionar ocupaciones tales como: ingeniero, médico, abogado, banquero, físico, químico, biólogo y matemático, entre otras.

Las personas que tienen dominancia en el cuadrante B, prefieren ocupaciones tales como las de: planificador, administrador, gerente y contador. Los del cuadrante C, se ubican en ocupaciones como: maestro, comunicador social, enfermero y trabajador social; mientras que quienes tienen dominancia en el cuadrante D, se deciden más por las siguientes ocupaciones: arquitecto, pintor, literato, compositor, diseñador gráfico, escultor y músico.

Hasta aquí se ha presentado una descripción breve de las características más resaltantes de los tres modelos de funcionamiento cerebral reportados en la literatura (bio-hemisférico, cerebro triuno y cerebro total). A continuación se discutirá la importancia que los hallazgos reportados en la literatura de la neurociencia tienen para la educación.

Implicaciones Educativas

Lateralidad y Aprendizaje

Uno de los aprendizajes que emergen de la presentación anterior es que existen dos modalidades de pensamiento: una verbal y otra no-verbal, representadas por los hemisferios cerebrales izquierdo y derecho respectivamente. No obstante, los sistemas educativos de la mayoría de las sociedades occidentales tienden a privilegiar el desarrollo del hemisferio izquierdo. Esta tendencia puede ser claramente observada cuando se constata que las áreas curriculares que tienen mayor énfasis en la escuela elemental son las de: lectura, escritura y aritmética; dejando de esta manera la otra mitad de la potencialidad del individuo con una posibilidad de desarrollo bastante limitada, por decir lo menos.

En general, la noción de que existen dos modalidades laterizadas de pensamiento sugiere que la enseñanza, ya sea a través de conferencia o de la imitación, afecta primariamente a uno de los dos hemisferios. Por lo tanto, el aprendizaje de cualquier área de contenido será más afectivo en la medida en que se activen ambas modalidades, mediante la presentación diversificada de dicho contenido y a través de la utilización de un currículo que estimule el desarrollo de ambos hemisferios de manera balanceada.

El sobre-énfasis del sistema educativo en el desarrollo del área lógico-verbal ha hecho aparecer, erróneamente, a dicha área como la determinante en el aprendizaje escolar; sin embargo, esta aparente superioridad del hemisferio izquierdo en el área lógico-verbal, no implica necesariamente superioridad en otras áreas, como la viso-espacial, por ejemplo. De hecho existen individuos que, por diferentes razones, están más orientadas hacia un tipo de procesamiento de información verbal; mientras que otros son más eficientes cuando trabajan con información no-verbal.

Estimulación del Hemisferio Derecho

Una de las enseñanzas que los educadores deben aprender, de los hallazgos reportados sobre la investigación en el área de la neurociencia, es que la efectividad de la instrucción aumenta en la medida en que el contenido se presenta no sólo en la modalidad verbal tradicional (estímulo al hemisferio izquierdo) sino también en la modalidad no verbal o figural (gráfica, imaginal, pictórica u otra), lo cual contribuirá a estimular el hemisferio derecho.

Lo anterior lleva a plantear la necesidad de utilizar en el aula de clase una estrategia instruccional mixta que combine las técnicas secuenciales, lineales, con otros enfoques que permitan a los alumnos ver pautas, hacer uso del pensamiento visual y espacial, y tratar con el todo, además de las partes. Al respecto, se podría utilizar las siguientes estrategias de enseñanza: el pensamiento visual, la fantasía, el lenguaje evocador, metáfora, la experiencia directa, el aprendizaje multisensorial y la música (ver VerLee, 1986).

Cerebro Triuno y Educación

Como ya se ha señalado, MacLean (1978, 1990) en su teoría del cerebro triuno interpreta el cerebro como un sistema formado por tres subsistemas: el reptiliano, el límbico y la neocorteza, los cuales interactúan permanentemente para la producción de la conducta. Esta conceptualización enfatiza una visión holísticas del comportamiento en términos de sus procesos determinantes; de allí que considere que no es apropiado un estudio de dicho comportamiento a partir de los procesos parciales cognitivos o motivacionales que lo producen, sino como una totalidad. En consecuencia, comprender esta conceptualización del funcionamiento del cerebro tiene importantes implicaciones para la educación, por cuanto le puede servir al docente como base teórica para una interpretación más adecuada del proceso interactivo que ocurre en el aula de clase y para desarrollar un sistema de instrucción integrado que tome en cuenta las diferentes áreas del cerebro.

Para ilustrar el planteamiento anterior, Nummela y Rosengren (1986) plantean que se puede dar el caso de que un niño pudiera estar vivenciando un sentimiento de ira debido a una pelea con uno de sus compañeros, al mismo tiempo que podría estar tratando de comprender una instrucción compleja para la realización de una tarea. Este tipo de situación no es nueva; sin embargo, en el pasado su tratamiento era generalmente por separado; por ejemplo, el área afectiva era tratada independientemente de la dimensión cognitiva y viceversa.

Numera y Rosengren consideran que toda nueva información, o aprendizaje en general, envuelve un contenido emocional o está asociado con algún contexto emocional. De allí que cuando un docente quiere que un alumno aprenda algo, el sentimiento del estudiante hacia el educador, la escuela y la materia, interactúan con su habilidad para procesar la nueva información.

Por ejemplo, un estudiante que perciba el ambiente o clima de la clase como inseguro, hostil o amenazante, en lugar de estimulante, exitante o retador, experimentará una interferencia emocional en su intento por aprender.

Por su parte, Lozanov (1978) ha señalado que existen barreras para aprender, las cuales actúan como filtros emocionales que determinan la aceptación

o rechazo de la nueva información por parte del estudiante. Estas barreras actúan como alarmas que se activan automáticamente, con un propósito de autoprotección y están relacionadas con fuentes externas de estímulos o con los estímulos propiamente dichos.

Lozanov piensa que la barrera surge cuando el estudiante percibe una falta de confianza en el docente: (a) como persona o como autoridad; (b) en cuanto a la habilidad intelectual y dominio del contenido de la lección; o (c) en relación con cualquiera pregunta que pueda estar reñida con cuestiones religiosas o morales o con sistemas de creencias. El considera que estas barreras existen en forma permanente, tanto a nivel consciente como inconsciente, y cuando un estudiante las vivencia el foco de la atención se desplaza desde la lección y el profesor, hacia los sentimientos y fantasías internas.

La investigación en esta área parece apoyar la noción de que los sentimientos y el aprendizaje son inseparables, lo cual plantea la necesidad de que los docentes sean más sensibles a las barreras emocionales del aula de clase que potencialmente amenaza la calidad de la instrucción. En consecuencia, los docentes deben propiciar un clima psicoafectivo agradable, armónico y emocionalmente cálido que haga propicia una efectiva interacción docente-alumnos, y alumno-alumnos.

La enseñanza principal que los educadores deben derivar de esta teoría del cerebro triuno es la conveniencia de desarrollar estrategias instruccionales integradas, basadas en una nueva conceptualización del proceso de enseñanza-aprendizaje, que tome en cuenta que el alumno puede vivenciar el aprendizaje a diferentes niveles al mismo tiempo, incluyendo el nivel inconsciente, y que estos procesos están en permanente actividad; es decir, los tres cerebros (reptiliano, límbico y neocorteza) influyen complementariamente en la efectividad del aprendizaje.

Cerebro Total y Educación

Del modelo de Herrmann se pueden deducir tres implicaciones principales para la educación. En primer lugar, el mismo podría ser utilizado como criterio para diseñar e instrumentar políticas de selección de estudiantes para la carrera de

formación docente. Ello permitiría admitir alumnos mejores dotados para el estudio y desarrollo de la profesión de educador.

En segundo lugar, como criterio para la administración del currículo en la carrera de formación docente. Esto permitiría formar teórica y metodológicamente en este campo, a los estudiantes de formación docente.

En tercer lugar, como criterio para fundamentar programas de entrenamiento de docentes en servicio; de esta manera los educadores se capacitarían para orientar el diseño y la práctica instruccional, de acuerdo con los postulados de este modelo, lo cual contribuiría a mejorar la calidad de la enseñanza y del aprendizaje.

Conclusión

De la exposición anterior se derivan dos conclusiones básicas, ellas son:

- A. La neurociencia constituye un nuevo paradigma que permite analizar y explicar el comportamiento humano inteligente, desde tres perspectivas teóricas diferentes, pero que, al mismo tiempo, son complementarias. La característica más destacada en cada uno de los modelos presentados es la holonomía.

Esta condición se expresa en el mecanismo de funcionamiento del cerebro en el cual relaciona las partes con el todo; es decir, existen hemisferios, áreas o cuadrantes que cumplen funciones específicas, que caracterizan el comportamiento humano, pero éste, a su vez, requiere de todo el cerebro, para operar de manera óptima.

- B. Los hallazgos de la neurociencia tienen implicaciones para la teoría y la práctica educativa. En el primer caso, al ofrecer explicaciones novedosas que permiten profundizar en el conocimiento acerca de las condiciones bajo las cuales el aprendizaje puede ser más efectivo.

Desde el punto de vista de la práctica educativa, porque permitiría fundamentar el diseño de estrategias instruccionales no convencionales dirigidas a atender las diferentes dimensiones y el desarrollo de la creatividad.

Referencias

1. Austin de Beauport, E., y Díaz de Melasecca, A. (1994). Las tres caras de la mente. Caracas: Galac, S.A.
2. Gazzaniga, M. (1977). Review of the split brain. En M.C. Wit-trock (Ed.) The Human brain. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc.
3. Gazzaniga, M., y Sperry, R. (1967). Language after section of the cerebral commissure. *Brain*, 90, 131.
4. Herrmann, M. (1989). The creative brain. Búfalo: Brain books.
5. Lozanov. G. (1978). Suggestology and suggestopedia. Ponencia presentada en la II Conferencia Internacional sobre Aprendizaje y Enseñanza Acelerada por Sugestopia. Iowa, USA.
6. MacLean, P. (1978). Education and the brain. Chicago: Chicago Press.
7. MacLean, P. (1990). The triune brain evolution. New York: Plenum Press.
8. Nummela, R., y Rosegreen, T. (1986). The triune brain: A new paradigm for education. *Journal of Humanistic Education and Development*, 24, 3 98-102.
9. Restak, R. (1984). The brain. New York: Bantam books.
10. Ruiz-Bolívar, B., Gardié, O., Ismayel, A., Mendoza, Y., Monasterios, G., y Richter. (1994). Adaptación y validación de la encuesta de HBDI para evaluar la dominancia cerebral: Un estudio preliminar.
11. Sperry, R. (1973). Lateral specialization of cerebral function in the surgically separated hemispheres. en F.J. McGuigan (Ed.). *The Psychophysiology of the thinking*. New York: Academic Press.
12. Sperry, R., Bogen, J., y Vogen, P. (1970). Syndrome of hemisphere deconnection. En P. Bailey and R.L. Fial (Eds.). *Proceeding American Psychologist*, 23, 10, 344-346.
13. Sperry, R., Gazzaniga, M., y Bogen, J. (1969). Interhemispheric relationships: The neocortical commissures, syndromes of hemisphere disconnection. *Handbook of Clinical Neurology*, 4, 273-290.
14. VerLee, W.L. (1986). Aprender con todo el cerebro. Barcelona (España): Martínez-Roca.
15. Wittrock, M.C. (1977). The human brain. Englewood Cliffs (New Jersey): Printice-Hall, Inc.

When and How Neuroscience Applies To Education

While he agrees with Eric Jensen that the findings of neuroscience are relevant to education, careful speculation about how they actually apply leads Mr. Willingham to offer a more sober estimate of their value.

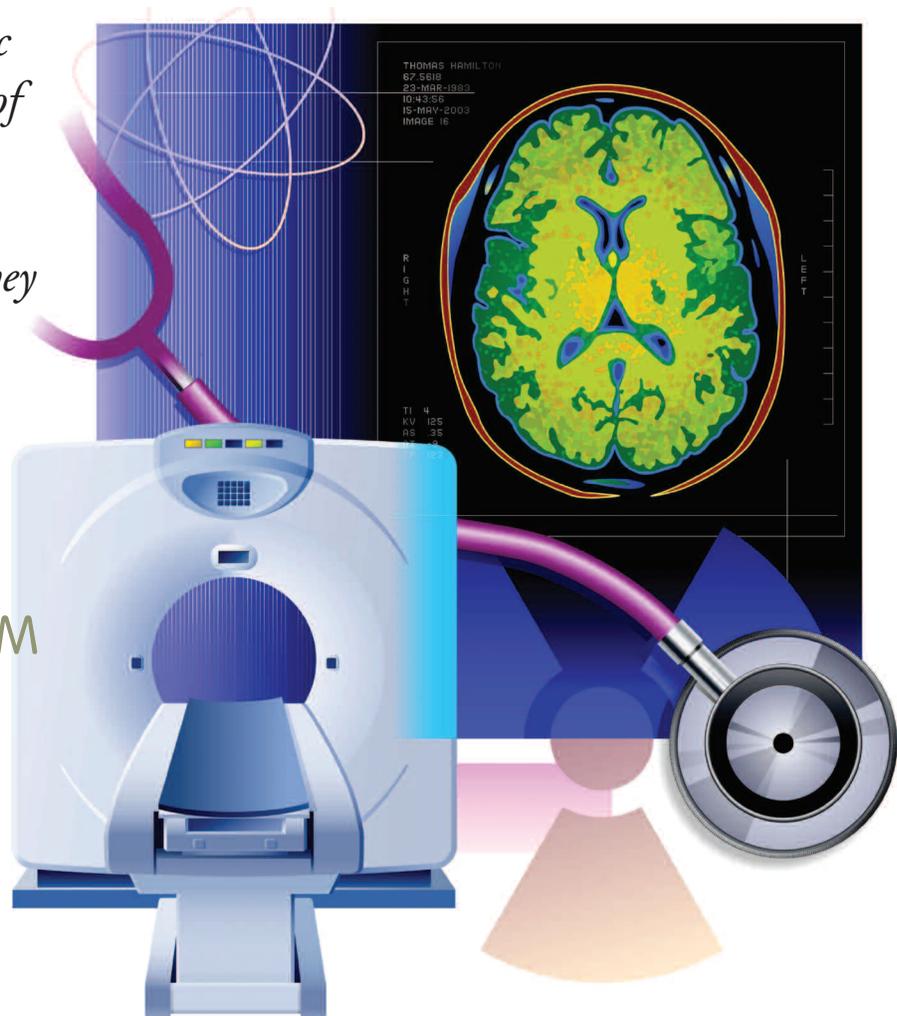
BY DAN WILLINGHAM

I AGREE WITH Eric Jensen on several important points, among them: that neuroscientific data are relevant to educational research, that these data have already proved useful, and that neuroscience alone should not be expected to generate classroom-ready prescriptions.

I sharply disagree with him, however, on the prospects for neuroscience to make frequent and important contributions to education.

I set two criteria for a “contribution” to education: the data must tell us something that we did not already know, and that something must hold the promise of helping teachers or students. For example, I ex-

■ DAN WILLINGHAM is a professor of psychology at the University of Virginia, Charlottesville.



pect that most teachers know that students do not learn well if they are hungry or uncomfortably warm. What then does an understanding of the neurobiology of hunger and its effect on cognition add to a teacher’s practice?

One might argue that teachers should understand *why* they do what they do, for example, why they ensure that the room is comfortable. I disagree. All of us make use of technologies that we do not understand, and we do so without concern because understanding

or ignorance wouldn't change practice. I don't understand what my computer hardware is doing as I type this reply, but if I did, that knowledge would not change how I typed or what I wrote. Thus, while it might be rewarding for a teacher to understand some neurobiology, I argue that education has not moved forward unless that knowledge improves his or her teaching.

So under what conditions do neuroscientific findings improve education? How do we integrate neuroscientific data with educational theory and practice? It's not enough to say that "the brain is intimately involved in and connected with everything educators and students do at school," which is Jensen's premise. That statement is true, but trivially so, because the brain is intimately involved in *anything* related to human affairs. The question is how we leverage what we know about the brain to help us better understand the processes of education. Jensen relies too heavily on his intuition that, because education relies on the brain, knowledge of the brain is *bound* to help.

But knowledge of the brain is not bound to help. This is where the problem of levels of analysis proves vital. Let's set neuroscience aside for a moment and consider how the levels problem plays out in cognitive psychology, using a simple example.

We know that memory is more enduring if you "overlearn" material — that is, continue studying it after you've mastered it.¹ So why not apply that knowledge to the classroom? Why not have students rehearse important facts (for example, multiplication tables) and not quit even when they have mastered them? Any classroom teacher knows that it's not that simple, because continuous practice will be purchased at considerable cost to motivation. So here's the rub: for the sake of simplicity, cognitive psychologists intentionally isolate one component of the mind (e.g., memory or attention) when they study it. But in the classroom, all of the components operate simultaneously. So a principle from the cognitive lab might backfire when it's put into the more complex classroom environment. That's the problem of levels of analysis. Cognitive psychologists study one level — individual components of the mind — but educators operate on a different level — the entire mind of the child. (Or, better put, the mind of the child in the context of a classroom, which complicates things still further.)

Now, how can we add neuroscientific data to this picture? Parts of the brain don't map onto the cognitive system, one for one. There is not a single part of the brain for "learning" and one for "attention." Each of those cognitive functions is served by a network of brain structures. "Memory" relies on the hippocampus,

entorhinal cortex, thalamus, and frontal cortex, at the least. Suppose I take an observation about the hippocampus — which I know contributes to memory — and try to draw a classroom application from that. In so doing, I'm assuming that whatever happens in the hippocampus is a reliable guide to what is happening in the memory system as a whole, even though the hippocampus is just one part of that system. And on top of that, I'm still making the other assumption — that if I do something known to benefit memory when the memory system is isolated (as in the laboratory), it will still benefit memory when applied to the mind taken as a whole in the classroom.

But, of course, Jensen never advocated going straight from hippocampus to classroom! He explicitly emphasized that brain-based learning must be multidisciplinary. He's simply arguing that neuroscience should have a place at the table, so to speak. What I argue, in turn, is that the levels-of-analysis problem greatly reduces the likelihood that neuroscience will offer educators much of a payoff. Educators should use these data, by all means, but they should also expect that they won't find occasion to do so very often. As one gets more distant from the desired level of analysis (the child in the classroom), the probability of learning anything useful diminishes. That's true because the interactions between components at one level of analysis make it difficult to predict what's going to happen at the next level of analysis. That is, if you care about whether a child is learning, knowing conditions that make the memory system in isolation operate more efficiently (which is what a cognitive psychologist might contribute) is no guarantee that you will know whether the child in the classroom will learn more quickly. And knowing whether conditions are right for neurogenesis (which is what a neuroscientist might contribute) is no guarantee that you know that the child's memory system will operate more efficiently.

Let's further consider Jensen's example — that exercise is correlated with neurogenesis. It is perfectly plausible that a daily exercise period would benefit learning. But it's just as plausible that exercise would, at the same time, have a negative effect on attention or on motivation. We wouldn't know until we examined the effect of exercise in a real-life school setting. Jensen agrees. And presumably if we couldn't detect a positive effect of exercise on educational outcomes, we would conclude that, neurogenesis notwithstanding, the cognitive system as a whole does not benefit from exercise. Likewise, if careful behavioral research indicated that exercise *did* help in a school setting and neuroscientists protested that it ought not to, we would consider

the data from the classroom to be decisive.

So what has neuroscience done for us? In this case, not much, because it's the classroom data that really matter. In principle, neuroscientists might suggest something that we could try in the classroom, and then we would decide — by behavioral (not neuroscientific) measures — whether it works or doesn't work. That would be a valuable contribution, but I don't believe that there will be many such situations — that is, one in which neuroscientists say, "Hey, maybe you should try this at school," and educational researchers say, "Never thought of that!" The notion that exercise helps cognition, for example, is hardly new.

Still, there are other, more indirect, ways that neuroscience can illuminate educational theory. Although space limitations preclude a thorough treatment, I will mention three techniques.²

First, there are times when two well-developed behavioral theories make very similar predictions, making them difficult to separate with behavioral data. But at the neural level, it might be possible to make different predictions. For example, the nature of dyslexia was, for some time, controversial. Although some behavioral research indicated that it had a phonological basis,³ other researchers argued that phonology was not the fundamental problem in the disorder. Behavioral data were not conclusive.⁴ Brain-imaging data showed dyslexics to have decreased activation in brain regions known to support phonological coding,⁵ thus providing support to the phonological theory.

Second, neuroscientific data can show us that there is diversity where there appeared to be unity, or unity where one might suspect diversity. That is, we might discover that what seemed like a single type of behavior (e.g., "learning") is actually supported by two anatomically distinct brain systems. That indicates (but doesn't prove) that what we thought was a single function is in fact two different functions, operating in different ways. The study of learning and memory was

revolutionized in the 1980s by such observations.⁶ Neuroscientific data might also support the opposite conclusion. That is, we might suspect that two cognitive functions are separate but find that they rely on the same anatomical circuit. For example, although dyslexics show some diversity of behavioral symptoms across cultures and languages, the anatomical locus is quite consistent (at least in alphabetic languages), which indicates that the disorder is the same.⁷

Third, neuroscientific data might prove useful for the diagnosis of some learning disabilities. Researchers know that dyslexic readers show patterns of brain activity on electroencephalograms that differ from those of average readers.⁸ Several laboratories are attempting to discern whether abnormal brain activity is measurable *before* reading instruction begins, and there have been some promising results.⁹ Early diagnosis would allow early intervention, which could be an enormous advance.

In summary, I agree with Jensen that neuroscientific data can be of use to education. Indeed, they already have been. However, careful specification of how neuroscientific data and theory would actually apply to educational affairs leads to a more sober estimate of their value. The path to the improvement of education has proved steep and thorny. Neuroscience offers an occasional assist, not a significant shortcut.

1. Thomas F. Gilbert, "Overlearning and the Retention of Meaningful Prose," *Journal of General Psychology*, vol. 56, 1957, pp. 281-89.

2. For more details, see Daniel T. Willingham and Elizabeth Dunn, "What Neuroimaging and Brain Localization Can Do, Cannot Do, and Should Not Do for Social Psychology," *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 85, 2003, pp. 662-71; and Daniel T. Willingham and John W. Lloyd, "How Can Brain Imaging Research Help Education?," paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, 2007.

3. Richard K. Wagner and Joseph K. Torgesen, "The Nature of Phonological Processing and Its Causal Role in the Acquisition of Reading Skills," *Psychological Bulletin*, vol. 101, 1987, pp. 192-212.

4. For a review of theories, see Peggy McCardle, Hollis S. Scarborough, and Hugh W. Catts, "Predicting, Explaining, and Preventing Children's Reading Difficulties," *Learning Disabilities Research & Practice*, vol. 16, 2001, pp. 230-39.

5. Judith M. Rumsey et al., "Failure to Activate the Left Temporoparietal Cortex in Dyslexia: An Oxygen 15 Positron Emission Tomographic Study," *Archives of Neurology*, vol. 49, 1992, pp. 527-34.

6. For a review, see Daniel B. Willingham, "Memory Systems in the Human Brain," *Neuron*, January 1997, pp. 5-8.

7. Eraldo Paulesu et al., "Dyslexia: Cultural Diversity and Biological Unity," *Science*, vol. 291, 2001, pp. 2165-67.

8. Gal Ben-Yehudah, Karen Banai, and Merav Ahissar, "Patterns of Deficit in Auditory Temporal Processing Among Dyslexic Adults," *Neuroreport*, vol. 15, 2004, pp. 627-31.

9. Kimberly A. Espy, Dennis L. Molfese, and Victoria J. Molfese, "Development of Auditory Event-Related Potentials in Young Children and Relations to Word-Level Reading Abilities at Age 8 Years," *Annals of Dyslexia*, June 2004, pp. 9-38. **KK**

Copyright of Phi Delta Kappan is the property of Phi Delta Kappa International and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.

Neuroscience and Education

Text: John Hall

The SCRE Centre, University of Glasgow

This report is based on a review of brain-based learning and what is currently known of its implications for learning. It gives a brief overview of the neuroscientific literature, and considers some of the facts, assumptions and 'neuromyths' which have arisen from this approach.

Educationalists are becoming increasingly aware of the advances in understanding that neuroscience is making, and are looking for insights it can offer to improve their practice. In recent years this interest has resulted in a number of publications aimed at a general readership, including parents and teachers. Some of what has been written has been extremely enthusiastic about the possibilities for education opened up by advances in the neurosciences. There has also, however, been an almost inevitable backlash from sceptics who claim that the enthusiasts have over-simplified neuroscientific research and over-interpreted its findings, generating a number of 'neuromyths' in the process (eg Bruer, 1997; Davis, 2000; OECD, 2002).

Neuroscience, psychology and education

In 1997 John Bruer published an influential statement in which he distinguished between 'neuroscience', 'cognitive science', and 'education'. The boundaries between these three distinctive types of study can become fuzzy, and there is growing interest in the links between them, but a crude characterisation of them would be to say that:

- At the first level, scientists are concerned with the inner workings of the brain. This is the level of 'neuroscience' where various aspects of biology, physiology, and chemistry are concerned with the structure, organisation and development of the brain as a physical organism;
- At the second level, the brain is thought of as a 'black box', studied experimentally

from outside. This is the level of 'psychology', particularly in its experimental and cognitive forms, and is interested in the behavioural impact of various types of input applied in specified contexts;

- At the third level we are dealing with the practical application of knowledge about human behaviour to promote effective teaching and learning. This is the realm of 'education' which is as much a social endeavour as a scientific one.

Of course, neuroscience has implications for psychology, just as psychology has for education and Bruer argued that it was possible to bridge the gap between neuroscience and cognitive science, and between cognitive science and education. But he argued that the overall gap between neuroscience and education was too wide to bridge in one span (Bruer, 1997) and the above distinctions are a useful reminder that it is a very long journey from a discovery about the physiology or organisation of the brain to a practical application in a classroom.

There has also, however, been an almost inevitable backlash from sceptics who claim that the enthusiasts have over-simplified neuroscientific research and over-interpreted its findings, generating a number of 'neuromyths' in the process.

Byrnes and Fox (1998) note that one difficulty in bridging the gap arises from methodological problems with scientists' research methods. An example is the difficulty of extrapolating from animal studies to possible implications for human learning. Another is with brain scanning and measuring techniques (such as EEG, MRI and PET scans) that, according to Posner et al (2001), are limited in terms of the generalisability of findings by the resolution that they can achieve and by questions about the suitability of different techniques for

different types of subject.

Having noted these cautions, we will now look at what we know of the brain, how we know it, and what some important neuroscientific studies have to suggest about the brain and learning.

Neurons and synapses

The average adult human brain weighs around one and a quarter kilograms and contains somewhere in the region of 100 billion active nerve cells, known as neurons, which are responsible for all our mental activity. The neurons form the 'grey matter' of the brain. Alongside them there are also many billions (possibly 1000 billion) 'glial cells' which form a supporting structure, but do not contribute directly to mental activity. Each neuron consists of a cell nucleus, a 'tail' known as an axon which functions as the route for the transmission of electrical messages from the neuron, and a large number of smaller branching structures, known as dendrites, which act as receptors for messages from other neurons. Messages between neurons do not seem to operate in a binary fashion – ie it is not the case that a neuron is switched 'on' or 'off' like part of a computer circuit – but rather the level of activation of neurons appears to be continuously variable. The connection between neurons – the point at which a dendrite receives a message from an axon – is known as a synapse. In this way any one neuron may be connected to many thousands of other neurons. While the total number of neurons in the human brain remains relatively constant from birth, the number of synaptic connections between neurons undergoes significant changes, and much of neuroscience has been concerned with studying these changes.

It is now believed that almost all the neurons which will eventually comprise the mature human brain are formed while in the womb and are present from birth (although it has recently been reported that some parts of the brain have been found to generate new neurons (OECD, 2002: 67)). What changes most dramatically is the growth of axons, and dendrites, and the number of synapses connecting neurons. This process is known as synaptogenesis and seems to occur in different parts of the brain at different times.

Somewhat counter-intuitively, it also results in the developing brain having far more synapses than will be present in the adult brain: one part of brain development consists not of growth, but of 'pruning' of the number of synaptic connections between neurons, a process which appears to be a variety of 'fine tuning' of the brain in response to environmental stimuli, and results in the reduction of the number of synapses to adult levels. As development continues a process known as 'myelination' takes place. This involves an increase in the coating of the axon of each neuron which improves its insulation and therefore makes the established connections more efficient. The ability of the brain to change as a result of learning, or in response to environmental changes, is known as 'plasticity' and is particularly apparent in, but not confined to, infants in the early years of development.

The educational implications of what is known about synaptogenesis, pruning and plasticity are significant. In particular, the implications of continued plasticity should be reassuring for all proponents of lifelong learning – it is, put simply, never too late to learn. Brain research in the area of ageing tends to concentrate on the study of pathologies and diseases and their effects, but what it tells us about normal healthy brains is optimistic in that it suggests that old dogs can indeed learn new tricks.

It is rare to find an article written by a neuroscientist in the educational literature

The idea that there are 'critical' periods for brain development derives principally from sensory deprivation studies on animals and is therefore problematic on several counts: namely, the fact that such studies relate only to the sensory system, and the question of whether synaptogenesis follows the same pattern in humans. Furthermore, the assumption that the period of maximum synaptogenesis corresponds with the period of maximum learning – and that more synapses mean more brainpower – has simply not been demonstrated by research. Consequently, neuroscientists have now shied away from the term 'critical periods', identifying only 'sensitive periods' when the brain seems to be primed for particular types of input. Such periods are not confined to the early years of childhood, and they are not as dramatically critical as some proponents originally believed. The idea that it is a case of 'use it or lose it' appears to be an exaggeration of the truth.

Skills and abilities which are naturally

evolved in humans appear to be more prone to sensitive periods of development than culturally transmitted knowledge. The former ('experience expectant' learning) has been conditioned by our evolutionary development and occurs where the brain expects certain kinds of input (eg visual, tactile or auditory stimulus) to which it will adapt itself. It is a response to our environment which allows the brain to fine-tune itself, and it may be subject to 'sensitive periods' when the brain is particularly ready to respond to these stimuli, which are ever-present in the environment. 'Experience dependent' learning, by contrast, does not have these constraints. It is the type of learning which will only occur if the need arises for it, and tends to be of the sort which features in culturally transmitted knowledge systems.

There are no grounds for believing, then, in the supreme importance of the first three years, nor in the efficacy of any form of infant 'hot housing'. Any normally stimulating human environment will be (in neuroscientific terms) sufficient for normal human infant development. What is important at this stage is that any sensory or motor impairment should be identified as soon as possible in order that remediation can begin. This is because the main sensitive periods in early childhood appear to concern sensory and motor development and those skills and abilities which humans are conditioned to develop by their evolution (including spoken language). The sooner remediation of any deficit begins, the greater chance there is of overcoming the deficit. There is less certainty about any later sensitive periods, although it does appear that some skills, such as learning a musical instrument, or learning a second language, will benefit from learning which takes place before the age of around 12 or 13. Some recent research may suggest that there is a possibility of another sensitive period for reasoning and problem solving abilities in the teenage years, but this is at present still speculative.

Localisation of functions

Byrnes and Fox (1998) outline the history of a long-standing argument between proponents of the view that specific cognitive functions are localised in particular areas of the brain (the 'localists'), and those who believed that 'all regions [of the brain] have an equal ability to perform different tasks' (the 'globalists'). The arguments in favour of the localists derived from studies of brain injuries or lesions in particular areas of the brain which result in loss of specific functions, while the globalists drew on data which showed that injuries in different parts of the brain can result in the same deficit,

and animal studies which showed that large parts of rat brains could be removed without any apparent deficit.

As might be expected, the current view is more complex, and to some extent accommodates both views. It is now thought that almost any cognitive function is composed of the combined action of a number of smaller 'elementary' functions, at least some of which are localised. These elementary functions may be widely distributed across the brain, may be performed in parallel, and may involve an element of 'redundancy' so that the brain can perform complex functions even with the failure of some elementary ones. Such functions may also work by 'probabilistic action', meaning that certainty does not need to be achieved for a function to be performed.

It is also increasingly clear that the synaptic connections within the brain can change and re-form throughout life as a result of learning, or in response to injury or environmental change (Goswami, 2004), so that 'the brain retains its plasticity over the life-span' (OECD, 2002).

Perhaps the most well known fact of brain geography is that it is split into two hemispheres, the left and the right, which are connected by a mass of nerve fibres carrying messages between the two. There is a popular assumption about the implications of research on brain laterality which has somehow become established as common belief, but which is not justified by the research (a 'neuromyth': OECD, 2002). This is the idea that the two halves of the brain work in fundamentally different ways: the 'left brain' usually being characterised as the logical half of the brain, concerned with reasoning, problem-solving, and language, while the 'right brain' is the intuitive and creative side, concerned more with images than words. Popular accounts based on this notion have been around for many years, and still appear within the literature, but are unfortunately based on a gross oversimplification which is not supported by the brain research literature (Bruer, 1999; OECD, 2002). It was based largely on studies of 'split brain' patients who had the corpus callosum (which connects the two hemispheres) severed as a treatment for epilepsy. This is a highly abnormal circumstance which results in disruption of communication between the two halves of the brain. In the normal, healthy adult human brain such gross characterisations of 'laterality' do not hold.

Enriched environments

This neuromyth is based on an extrapolation from studies of rats brought up in either

'enriched' or 'deprived' environments: rats brought up in the 'enriched' environment were found to have greater synaptic density in their brains. Commentators have extrapolated from this that young children should be brought up in an 'enriched' environment in order to enhance their learning potential. There is no evidence in humans linking synaptic densities and improved learning; and there is no evidence relating synaptic densities in early life with those in later life. The reasoning has also been criticised on the grounds that the so-called 'enriched' environment for the rats was, in fact, much closer to a normal rat environment, so that what the study showed was the detrimental effects of an artificially 'deprived' environment. There is some human evidence to support this second conclusion.

The original rat studies also went on to show that the effects of environment (whether 'enriched' or 'deprived') were evident in rats of all ages, and not just young rats. They were providing, in fact, evidence for the continued plasticity of the brain. A final problem is that, as John Bruer has put it, " 'enriched', when applied to early education for humans, is very much in the eye of the beholder, often reflecting the beholder's cultural and class values" (Bruer, 1997), and this preference is definitely not supported by neuroscience.

There is some evidence of other myths coming into circulation. In particular, ideas about the 'gendered brain' and 'implicit learning' are appearing (Goswami, 2004). The notion that there are identifiable differences between males and females in brain structure and organisation is occasionally encountered and may have some basis in fact (Blakemore & Frith, 2000), although the OECD notes that any implications for education are, at present, 'equivocal' (OECD, 2002).

'Implicit' learning is said to occur when the brain absorbs information which is not consciously being attended to (Blakemore & Frith, 2000; OECD, 2002). It is certainly an important factor to bear in mind when trying to avoid distractions from learning. However, experiments which have investigated implicit learning have tended to concentrate on perceptual learning tasks rather than cognitive tasks, and there is some doubt as to whether implicit learning is applicable to cognitive tasks (Goswami, 2004).

Striving for consensus

It seems clear that the sceptics are right to criticise some of the wilder claims that have been made for the place of neuroscience in education. Some educationalists have been keen to appropriate neuroscientific research to promote their own views, in which respect

some are on firmer ground than others, and some owe at least as much to the psychological literature as to the neuroscientific literature. It is noticeable that there is less traffic in the other direction, so that "it is rare to find an article written by a neuroscientist in the educational literature" (Bruer, 1998).

It is also fair to say, however, that the case made by the 'enthusiasts' has not been entirely dismissed. What has faded slightly is the belief that some grand scheme of 'brain based education' can be made instantly available to transform learning and teaching. In its place is a more cautious and incremental approach which acknowledges that our current state of knowledge is incomplete and may be, in some aspects, inaccurate. It is also being increasingly acknowledged that any account of how education works which makes any claim to being complete, coherent, and scientific, will need to be entirely congruent with what we know about how the brain works. Attempts are being made to link neuroscientific research, cognitive psychology, and education by a more careful and realistic drawing out of the implications of neuroscientific research, but also by using the insights of education and psychology to guide neuroscience towards new areas of research. A cautious new synthesis is beginning to emerge and something approaching a consensus can be discerned in the more recent literature.

There are grounds for some optimism: neuroscientific findings are beginning to shed some helpful light on a few particular areas of learning, including language learning, literacy, numeracy, dyslexia, and the link between emotion and learning.

References and further reading

- Blakemore, S.-J. & Frith, U. (2000) 'The implications of recent developments in neuroscience for research on teaching and learning.' London: Institute of Cognitive Neuroscience.
- Bruer, J.T. (1997) 'Education and the brain: A bridge too far.' *Educational Researcher*, 26(8): 4-16.
- Bruer, J.T. (1998) 'Let's put brain science on the back burner.' *National Association of Secondary School Principals (NASSP) Bulletin*, 82(598): 9-19.
- Bruer, J.T. (1999) 'In search of ... brain-based education.' *Phi Delta Kappan*, 80(9): 648-654.
- Byrnes, J.P. & Fox, N.A. (1998) 'The educational relevance of research in cognitive neuroscience.' *Educational Psychology Review*, 10(3): 297-342.
- Davis, S.M. (2000) 'Look before you leap: Concerns about "brain-based" products and approaches.' *Childhood Education*, Winter 2000/01: 100-101.
- Geake, J. & Cooper, P. (2003) 'Cognitive neuroscience: Implications for education?' *Westminster Studies in Education*, 26(1): 7-20.
- Goswami, U. (2004) 'Neuroscience and education.' *British Journal of Educational Psychology*, 74(1): 1-14.
- Hansen, L. & Monk, M. (2002) 'Brain development, structuring of learning and science education: Where are we now? A review of some

recent research.' *International Journal of Science Education*, 24(4): 343-356.

Posner, M., Rothbart, M., Farah, M. & Bruer, J.T. (eds.) (2001) *The developing human brain*. *Developmental Science*, 4(3) [Special issue].

OECD (2002) 'Understanding the brain: Towards a new learning science.' Paris: OECD.

New director

The National Foundation for Educational Research has selected a replacement for its soon to retire director, Seamus Hegarty. NFER's Board of Trustees, chaired by Dick Bunker, formerly county education officer of West Sussex, has appointed Mrs Sue Rossiter.

She comes from an LEA background. Her present post is acting deputy director of children's services with Norfolk County Council, having been deputy director of education in the county for the past three years.

She has a degree in mathematics from St Anne's College, Oxford, and an MSc in operational research from Sussex University. Her previous experience spans the private sector with Capita, central government where she spent a short time working in the Treasury, and local government.

While she has worked in the Research and Intelligence Unit of Oxfordshire County Council, her research background is thin. She is not, by profession, a researcher and her appointment will cause some surprise in the research community. On the other hand she does have a local authority background and the Local Government Association is one of NFER's biggest customers.

Her appointment is a commercial one rather than rooted in the groves of academe. Her experience is in the fields of policy from an LEA perspective and education leadership. NFER clearly wanted someone close to their customer base rather than the research community. This is wise. NFER's research reputation is already excellent. Yet research excellence alone is not enough, as the demise of SCORE as an independent research institution demonstrated. To survive and prosper, NFER needs to be commercially successful as a business as well as highly regarded in the research community. This appointment strikes the necessary balance.

During her career Mrs Rossiter has worked on data and IT systems, introducing pupil performance data collection; in strategic and resource management; and in school improvement. She has served on a number of central/local government working groups and is currently working on a joint project on the development of an index of achievement.

Copyright of Education Journal is the property of Education Publishing Company Ltd. and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.

CUANDO Y COMO LA NEUROCIENCIA APLICA A LA EDUCACION

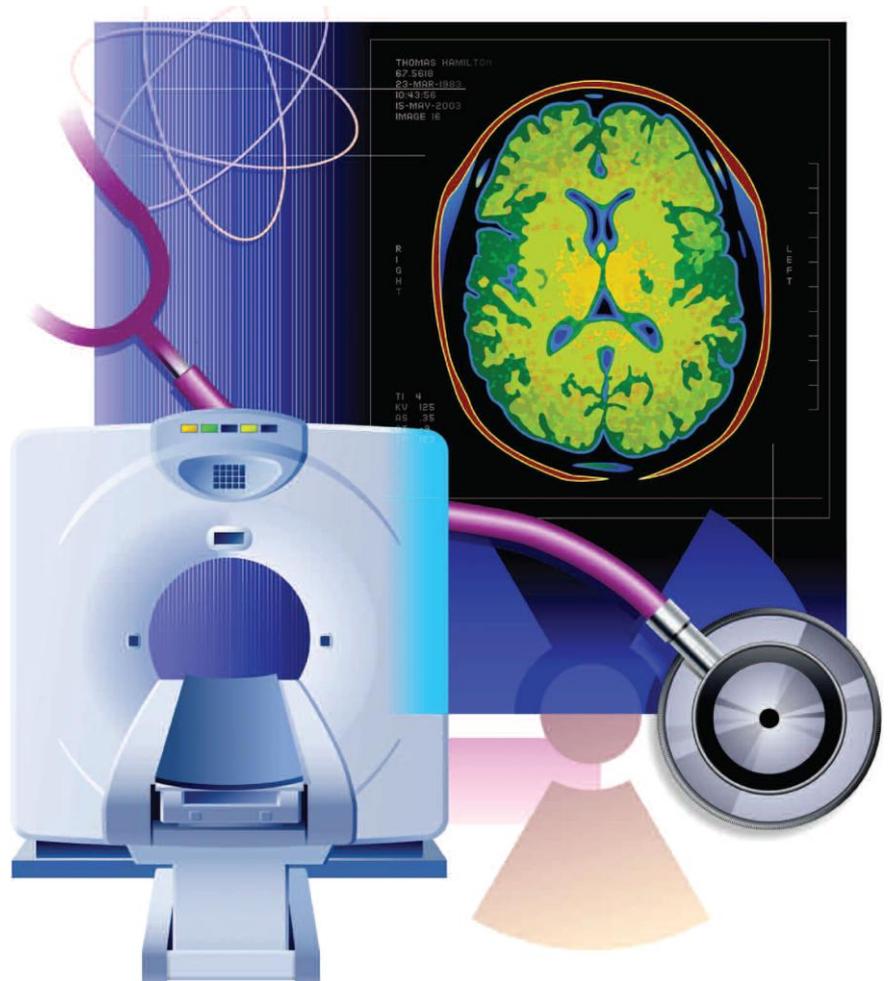
Mientras él esta de acuerdo con Eric Jensen que los resultados de la neurociencia son relevantes a la educación, cuidadosa especulación sobre como ellos aplican conduce el Sr. Willingham para ofrecer una estimación más sobrio de su valor.

Por Dan Willingham

De acuerdo con Eric Jensen en varios importantes puntos, entre ellos: que los datos neurocientíficos son relevantes para la investigación en la educación, que estos datos ya han demostrado su utilidad, y que la neurociencia en si no debe ser esperado que genere recetas aula-listo. Yo fuertemente estoy desacuerdo con él, sin embargo, sobre las perspectivas de la neurociencia a que hagan contribuciones frecuentes e importantes a la educación.

Puse dos criterios para una “contribución” a la educación: los datos deben de decirnos algo que aún no sabíamos y ese algo debe de mantener la promesa de ayudar a los profesores o estudiantes. Por ejemplo: Yo espero que la mayoría de los profesores sepan que los estudiantes no aprenden bien si tienen hambre o si el calor incómoda. ¿Entonces, que da un comprensión de la neurobiología de hambre y su efecto en la cognición agregada a la práctica del profesor?

Uno podría argumentar que los maestros deben de entender porque hacen lo que hacen, por ejemplo, por qué aseguran que el cuarto es cómodo. Yo estoy en desacuerdo. Todos nosotros hacemos uso de tecnologías que no entendemos, y lo hacemos sin ninguna preocupación porque el entendimiento o la ignorancia no cambiarían la práctica. No entiendo lo que el hardware de mi computadora mientras yo tecleo esta respuesta, pero si lo hiciera, ese conocimiento no cambiaría como lo he teclado o escrito. Por lo tanto, si bien puede ser gratificante para un profesor a comprender alguna neurobiología, yo sostengo que la educación no se ha avanzado al menos que ese conocimiento mejora la enseñanza de él o ella.



Así que, ¿bajo qué condiciones los hallazgos neurocientíficos mejoran la educación? ¿Cómo integramos datos neurocientíficos con la teoría y práctica educativa? No es suficiente decir “que el cerebro es íntimamente involucrado y conectado con todo lo que hacen en la escuela los educadores y estudiantes”, lo cual es la premisa de Jensen. Este enunciado es cierto, pero es trivial, porque el cerebro es íntimamente involucrado en todo lo relacionado con los asuntos humanos. La pregunta es podemos aprovechar lo que sabemos sobre el cerebro para que nos ayude mejor comprender el proceso de la educación. Jensen se basa demasiado en su intuición que, porque la educación se base en el cerebro, el conocimiento del cerebro es obligado a ayudar.

Pero el conocimiento del cerebro no está obligado a ayudar. Aquí es donde el problema de los niveles de análisis prueba ser vital. Vamos a poner la neurociencia de lado por un momento y considerar cómo el problema de los niveles desempeña un cognitivo psicológico, usando un simple ejemplo.

Sabemos que la memoria es más duradero si “sobre aprendes” el material- es decir, continua estudiándolo después de haberlo dominado. 1. Entonces, ¿por qué no aplicar ese conocimiento al salón de clases? ¿Por qué no hacer a los estudiantes ensayar importantes hechos (por ejemplo, las tablas de multiplicar) y no darse por vencido, incluso cuando lo han dominado? Cualquier maestro de aula sabe que no es tan fácil, ya que la práctica continua será comprada a un considerable costo de motivación. Así que aquí esta el problema: en áreas de sencillez, psicólogos cognitivos intencionalmente aíslan un componente de la mente (por ejemplo, memoria o atención) cuando lo estudian. Pero en un aula, todos los componentes operan simultáneamente. Así que desde un principio un laboratorio cognitivo puede ser contraproducente cuando un salón de clases es puesto en un medio ambiente más complejo. Este es el problema de niveles de análisis. Psicólogos cognitivos estudian un nivel – los componentes individuales de la mente- pero educadores operan en un diferente nivel- la totalidad de la mente la niño. (O, mejor dicho, la mente del niño en el contexto de un salón de clases, el cual complica las cosas aún más.)

Ahora, ¿cómo podemos añadir los datos neurocientíficos a esta imagen? Partes del cerebro no se asignan a un sistema cognitivo, una por una. No hay una sola parte del cerebro para el “aprendizaje” y una para la “atención.” Cada de esas funciones es reservado por una red de estructuras cerebrales. “Memoria” se base en el hipocampo, corteza entorrinal, el tálamo, y la corteza frontal, por lo menos. Suponemos que tomo una observación sobre el hipocampo- el cual sé que contribuye a la memoria- y con esto trato de dibujar una aplicación del aula. Al hacerlo, estoy asumiendo que lo que suceda en el hipocampo es una guía confiable para lo que esta sucediendo en el sistema de la memoria como un todo, aunque el hipocampo es nada más una parte de ese sistema. Y sobre eso, todavía estoy haciendo la otra suposición- que si hago algo que se sabe que beneficiaría a la memoria cuando el sistema de la memoria es aislado (como en el laboratorio), esto todavía beneficiaría la memoria cuando es aplicada a la mente en su conjunto en la aula.

Pero, por supuesto, ¡Jensen nunca abogó por ir recto desde el hipocampo al salón de clase! Él explícitamente hizo hincapié en que el cerebro basado en aprendizaje debe de ser multidisciplinario. El simplemente argumento que la neurociencia debe tener lugar en la mesa, por así decirlo. Lo que yo argumento, en gire, es que el problema de

los niveles de análisis en gran medida reduce la probabilidad de que la neurociencia ofrezca a los educadores gran parte de la recompensa. Educadores deberían de usar estos datos, por todos los medios, pero también deben de contar con que no van a encontrar la ocasión de hacerlo muy a menudo. Como uno se vuelve más distante desde un nivel de análisis deseable (el niño en el salón de clases), la probabilidad de aprender algo útil disminuye. Esto es cierto, porque las interacciones entre componentes a un nivel de análisis hacen difícil predecir lo que va a pasar en el siguiente nivel de análisis. Es decir, si se preocupa si un niño está aprendiendo, sabiendo que las condiciones hacen que el sistema de memoria en aislamiento opere más eficiente (lo cual sería lo que un psicólogo cognitivo podría contribuir) no es garantía que usted sabría que el niño en un salón de clase aprenderían más rápido. Y sabiendo si las condiciones son adecuadas para la neurogénesis (lo cual sería lo que un neurocientífico podría contribuir) no hay garantía de que sabría que el sistema de memoria de un niño funcionaría más eficiente.

Vamos a volver a considerar el ejemplo de Jensen- ese ejercicio es correlacionado con la neurogénesis. Es perfectamente plausible que en un periodo de ejercicio diario se beneficiaría el aprendizaje. Pero es igualmente plausible que el ejercicio sería, al mismo tiempo, tendría un efecto negativo en atención o en motivación. No sabríamos hasta que analizaremos el efecto del ejercicio en un ambiente escolar de la vida real. Jensen está de acuerdo. Y presumiblemente si no pudiéramos detectar un positivo efecto de ejercicio sobre resultados educativos, concluiríamos que, a pesar de la neurogénesis, el sistema cognitivo en su conjunto no se beneficiaría del ejercicio. Asimismo, si la investigación del comportamiento cuidadoso indicara que el ejercicio sí ayudó al ambiente de una escuela y los neurocientíficos protestaran que no debería ser, podríamos considerar que los datos del salón de clase serían decisivos.

Entonces, ¿qué ha hecho por nosotros la neurociencia? En este caso, no mucho, porque son los datos del salón de clase lo que realmente importa. En principio, neurocientíficos podrían sugerir algo que podríamos intentar en el aula y luego decidiríamos- por medidas de comportamiento (no neurocientífico)- si funciona o no funciona. Esto sería una valiosa contribución, pero no creo que habría muchas de tales situaciones- es decir, una en la cual los neurocientíficos dirían, “Hey, tal vez deberías intentar esto en la escuela”, y dirían los investigadores educativos, “¡Nunca pensé en eso!” La noción que el ejercicio ayuda a la cognición, es por ejemplo, nada nuevo.

Sin embargo, hay otras formas, más indirectas, en la cual la neurociencia puede iluminar la teoría educativa. Aunque las limitaciones del espacio impiden un tratamiento completo, yo mencionaré dos técnicas.

En primer lugar, hay veces cuando dos teorías de comportamiento bien desarrolladas hacen predicciones muy similares, dejándolos difíciles de separar con datos de comportamiento. Pero en nivel neuronal, podría ser posible hacer diferentes predicciones. Por ejemplo, la naturaleza de la dislexia fue, por un tiempo, controversial. Aunque algunas investigaciones de comportamiento indicaban que tenía una base fonológica, otros 3 investigadores argumentaron que la fonología no fue el problema fundamental en este trastorno. Datos de comportamiento no eran conclusivos. 4 datos de imágenes del cerebro mostraron que en disléxicos disminuyó la activación en regiones del cerebro conocidas para apoyar en la codificación fonológica, 5 por lo tanto proporcionaron soporte a la teoría de la fonología.

En Segundo lugar, datos neurocientíficos nos puede mostrar que hay diversidad en donde parecería haber unidad, o unidad donde uno sospecharía la diversidad. Es decir, que podríamos descubrir que lo que parece ser un solo tipo de comportamiento (por ejemplo: "aprendizaje") es en realidad apoyado por dos anatómicamente distintos sistemas del cerebro. Esto indica (pero no prueba) que lo que pensábamos que era una sola función es de hecho dos diferentes funciones, operando en diferentes maneras. El estudio de aprendizaje y la memoria fue revolucionado en los años 1980 por ciertas observaciones. 6 datos neurocientíficos puede también que apoye la opuesta conclusión. Es decir, podemos sospechar que dos funciones cognitivas están separados pero encuentras que se basan en el mismo circuito anatómico. Por ejemplo, aunque los disléxicos muestran alguna diversidad de síntomas conductuales a través de culturas y lenguas, el lugar anatómico es muy coherente (por lo menos en idiomas alfabéticos), que indica que el desorden es el mismo.

En tercer lugar, datos neurocientíficos pueden probar ser útil para el diagnóstico para algunos problemas de aprendizaje. Los investigadores saben que lectores disléxicos muestran patrones de la actividad del cerebro en los electroencefalogramas que difieren de los lectores medios. 8 Varios laboratorios están tratando de discernir si la actividad anormal del cerebro es medible antes de que la instrucción de lectura comience y ha habido algunos resultados prometedores. 9 El diagnóstico precoz permitiría la intervención temprana, lo que podría ser un enorme avance.

En resumen, estoy de acuerdo con Jensen que datos neurocientíficos pueden ser de utilidad para la educación. De hecho, ya lo han sido. Sin embargo, cuidadosa especulación de cómo datos neurocientíficos y la teoría en realidad se aplicaría a los asuntos educativos conduce a una estimación más sobria de su valor. El camino a el mejoramiento de la educación ha demostrado ser escarpado y espinoso. La neurociencia ofrece una asistencia ocasional, no es un atajo importante.

-
1. *Thomas F. Gilbert "El sobre-aprendizaje y la retención de la prosa significativa," Diario de la Psicología General, vol. 56, 1957, pg. 281-89*
 2. *Para más detalles, véase Daniel T. Willingham y Elizabeth Dunn, "Qué puede la neuroimagen y la localización cerebral hacer, no hacer y no de debe hacer para la psicología social," Diario de Personalidad y Psicología Social, vol. 85, 2003, pg. 662-71; y Daniel T. Willingham y John W. Lloyd, "¿Cómo puede la investigación de imagen cerebral ayudar a la educación?," documento presentado en la reunión anual de la Asociación de Investigación Americana Educativa, Chicago, 2007.*
 3. *Richard K. Wagner y Joseph K. Torgesen, "La Naturaleza de la fonológica Procesamiento y su papel causal en la adquisición Habilidades de la lectura," Boletín Psicológico, vol. 101, 1987, pg. 192-212.*
 4. *Para una revisión de las teorías, véase Peggy McCardle, Hollis S. Scarborough, y Hugh Catts W., "La predicción, explicación y prevención de las dificultades de la lectura en la Infancia" Investigación y Práctica de Problemas de Aprendizaje, vol. 16,2001, pg. 230-39.*

5. *Judith M. Rumsey et al., "El fracaso para activar el temporoparietal izquierda de la Corteza en la dislexia: un estudio del átomo oxígeno 15 Tomografía por Emisión de tomográfico," Archivos de la Neurología, vol. 49, 1992, pg. 527-34.*
6. *Para más información, véase Daniel B. Willingham, "Sistemas de memoria en el Cerebro humano", Neuron, enero de 1997, pg. 5-8.*
7. *Eraldo Paulesu et al, "La dislexia:. Unidad de Cultural Diversa y Biológica", Ciencia, vol. 291, 2001, pg. 2165-67.*
8. *Gal Ben-Yehuda, Karen Banai, y Merav, Ahissar "Los patrones de Déficit en el procesamiento auditivo temporal entre los adultos disléxicos," NeuroReport, vol. 15, 2004, pg. 627-31.*
9. *Kimberly A. Espy, Dennis L. Molfese, y Victoria J. Molfese, "Desarrollo auditivos relacionados con eventos potenciales en los niños pequeños y Relaciones a nivel de palabracon habilidades de lectura a la edad de los 8 años," Anales de la dislexia, Junio de 2004, pg. 9-38.*

Derecho de autor de Phi Delta Kappan es la propiedad de Phi Delta Kappa Internacional y su contenido no puede ser copiado o mandado por correo a sitios múltiples o publicado a una lista servidor sin el permiso escrito de derecho de autor de holder's express. Sin embargo, usuarios lo pueden imprimir, descargar, o mandar por correo artículos para uso individual.

NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN

Texto: John Hall

El Centro Scree, Universidad de Glasgow

Este informe se basa en una revisión basada en el aprendizaje del cerebro y lo que es actualmente conocido por sus implicaciones para el aprendizaje. Se da una breve revisión de la literatura neurocientífica, y considera que algunos de los hechos, suposiciones y neuromitos de los que se han planteado de este enfoque.

Los educadores se están convirtiendo cada vez más conscientes de los avances que esta haciendo la neurociencia en la comprensión y están buscando las ideas que puede ofrecer para mejorar su práctica. En años recientes este interés ha resultado en un número de publicaciones dirigidas un público en general, incluyendo padres y maestros. Algunos de los que se ha escrito han sido extremadamente entusiasmados sobre las posibilidades para la educación que es ofrecido por los adelantos en la neurociencia. También ha sido, sin embargo, una reacción casi inevitable de los escépticos que afirman que los entusiásticos han sobre simplificado la investigación neurocientífica y sobre interpretado sus resultados, generado por un número de los “neuromitos” en el proceso (por ejemplo, Bruer 1997; Davis, 2000; OECD, 2002).

Neurociencia, Psicología, y Educación

En 1997 John Bruer publico un enunciado influyente en la cual él distinguió entre la “neurociencia”, “ciencia cognitiva”, y “educación”. Los límites entre estos tres tipos distintivos de estudio pueden convertirse difuso, y hay un interés en el crecimiento de vínculos entre ellos, pero una cruda caracterización de ellos sería decir que:

- En el primer nivel, los científicos están preocupados el funcionamiento interno del cerebro. Este es el nivel de la “neurociencia”, donde varios aspectos de la biología, psicología, y química están preocupados por la estructura, organización y desarrollo del cerebro como un organismo físico;
- En el segundo nivel, se cree que el cerebro es como la “caja negra”, estudiado experimentalmente desde a fuera. Este nivel de la “psicología”, particularmente en su forma experimental y cognitiva, y su interés en el impacto del comportamiento de varios tipos de entrada aplicada en contextos específicos;
- En el tercer nivel estamos lidiando con la práctica aplicación del conocimiento sobre el comportamiento humano para promover la efectividad en la enseñanza y aprendizaje. Este es el reino de la “educación” que es tanto un esfuerzo social como uno científico.

Claro que, la neurociencia tiene implicaciones para la psicología, así como la psicología tiene para la educación y Bruer argumento que era posible cerrar la brecha entre la neurociencia y la ciencia cognitiva, y entre la ciencia cognitiva y la educación. Pero argumentó que la brecha global entre la neurociencias y la educación era demasiado ancha para cerrar en un lapso (Bruer, 1997) y las distinciones mencionadas son un recordatorio útil que es un viaje muy largo de un descubrimiento sobre la psicología o organización del cerebro para una aplicación practica en el aula.

También ha habido, sin embargo, una reacción casi inevitable de los escépticos que afirman que los entusiastas han sobre simplificado la investigación científica y sobre interpretado sus resultados, generando en el proceso un número de neuromitos.

Byrnes y Fox (1998) señalan que una dificultad para cerrar la brecha surge desde problemas metodológicos con los métodos científicos de investigadores. Un ejemplo es la dificultad de extrapolar a partir de estudios de animales a las posibles implicaciones para el aprendizaje de humanos. Otro es con la exploración del cerebro y técnicas de medición (como son EEG, MRI, y escaneos PET) que, según Posner et al (2001), son limitados en cuestión a la generalización de los resultados de la resolución que puedan alcanzar y por las preguntas acerca de la idoneidad de diferentes técnicas para diferentes tipos de sujetos.

Habiendo tomado nota de estas precauciones, ahora vamos a ver a lo que sabemos sobre el cerebro, como lo sabemos, y lo que algunos estudios neurocientíficos tienen que sugerir a cerca de el cerebro y el aprendizaje.

Neuronas y sinapsis

El promedio del cerebro adulto humano pesa alrededor de 1 a un cuarto kilogramos y contiene en algún lugar de la región de 100 billones de células nerviosas activas, conocidas como neuronas, las cuales son responsables por toda nuestra actividad mental.

Las neuronas se forman de la “materia gris” del cerebro. Junto a ellos también hay muchos billones (posiblemente 1000 billones) de las células gliales que forman una estructura de soporte, pero no contribuyen directamente a la actividad mental. Cada neurona consiste en un núcleo celular, un “cola” conocida como un axón que funciona como la ruta de transmisión de mensajes eléctricos desde la neurona, y un gran número de pequeñas estructuras de ramificación, conocida como dendritas, que actúan como receptores para mensajes de parte de otras neuronas. Los mensajes entre las neuronas no parecen operar en un modo binaria- es decir, no es el caso de que una neurona es conmutada “preñada” o “apagada” como parte de un equipo de circuito- sino más bien el nivel de la activación de neuronas parece ser continuamente variable. La conexión entre dos neuronas- el punto en el cual una dendrita recibe el mensaje de un axón- es conocido como sinapsis. De esta forma cualquier una neurona puede ser conectada a muchos de miles de otras neuronas. Mientras que el número total de neuronas en el cerebro humano se mantiene relativamente constante desde el nacimiento, el número de conexiones sinápticas entre neuronas sufre cambios significativos, y gran parte de la neurociencia ha estado preocupado con estudiar estos cambios.

Ahora se cree que casi todas las neuronas que eventualmente abarcan el cerebro maduro del humano se forman mientras en el vientre y están presentes desde el nacimiento (aunque recientemente se ha reportado que algunas partes del cerebro han sido encontradas en generar nuevas neuronas (OCDE, 2002:67). Lo que cambia más dramáticamente es el crecimiento de los axones, y dendritas, y el número de sinapsis conectando a neuronas. Este proceso es conocido como sinaptogénesis y parece ocurrir en diferentes partes del cerebro en diferentes momentos.

Un poco contra-intuitivo, que también resulta en el desarrollo del cerebro teniendo mucho más sinapsis de lo que estará presente en el cerebro adulto: una parte del

desarrollo del cerebro consiste no en el crecimiento sino de “poda” de un número de conexiones sinápticas entre neuronas, un proceso que parece ser una variedad de “ajuste fino” del cerebro en respuesta a estímulos ambientales, y resulta en la reducción de los números de sinapsis a los niveles del adulto. Mientras continúa el desarrollo un proceso llamado “mielinización” se lleva a cabo. Esto implica un incremento en el recubrimiento del axón de cada neurona el cual mejora el aislamiento y por lo tanto hace más eficientes las conexiones establecidas. La capacidad del cerebro para cambiar es un resultado del aprendizaje, o en respuesta a los cambios ambientales, es conocido como “plasticidad” y es particularmente evidente en, pero no se limita a, bebés en los primeros años de desarrollo.

Las implicaciones educacionales de lo que se sabe de sinaptogénesis, la poda y plasticidad son significativas. En particular, las implicaciones de plasticidad continua debe de ser asegurada para todos los defensores de la vida del aprendizaje- es, sencillamente, nunca es tarde para aprender. Investigadores del cerebro en el área de envejecimiento tiende en concentrarse en el estudio de patologías y enfermedades y sus efectos, pero que nos dice sobre cerebros normales saludables es optimista en que sugiere que perros viejos de hecho pueden aprender nuevos trucos.

Es raro encontrar un artículo escrito por un neurocientífico en la literatura educativa.

La idea que hay periodos críticos para el desarrollo del cerebro se deriva principalmente a partir de estudios de privación sensorial en los animales y es por lo tanto problemático en varias cuentas: a saber, de hecho que dichos estudios se refieren únicamente a un sistema sensorial, y la cuestión de que si la sinaptogénesis sigue el mismo patrón en humanos. Por otra parte, la suposición que el periodo de máxima sinaptogénesis corresponde con el periodo de máximo aprendizaje- y que más sinapsis quiere decir más poder mental- simplemente no se ha demostrado por investigadores. En consecuencia, neurocientíficos ahora han rehuído del termino “periodos críticos”, identificando solamente “periodos sensibles” cuando el cerebro parece estar preparado para tipos particulares de entrada. Tales periodos no se limitan a los primeros años de infancia, y no son tan dramático crítico como son algunos defensores originalmente se creían. La idea de que es un caso de “úsalo o piérdelo” parece ser una exageración de la verdad.

Destrezas y habilidades que se desarrollan naturalmente en humanos parecen ser más propensos a periodos sensitivos de desarrollo que conocimiento transmitido culturalmente. El primero (“experiencia esperada” aprendizaje) ha sido condicionada por nuestro desarrollo involuntario y ocurre en donde el cerebro espera cierta tipo de entrada (por ejemplo, visual, táctiles o estimulación auditiva) en la que se adaptará. Es una respuesta a nuestra entorno al cerebro afinarse y puede ser sujeto a “periodos sensibles” cuando el cerebro es particularmente listo para responder a estas estimulaciones, que están cada vez más presentes en el medio ambiente. “Experiencia dependiente” aprendizaje, por contraste, no tiene estas limitaciones. Es el tipo de aprendizaje que solamente ocurrirá si la necesidad surge de ella, y tiende a ser del tipo que se caracteriza en sistemas de conocimientos transmitidos culturalmente.

No hay motivos para creer, entonces, en la importancia suprema de los tres primeros días, ni de la eficiencia de cualquier forma de bebé “vivienda caliente”. Cualquier normalmente medio ambiente humano estimulante ser (en términos neurocientíficos) suficientes para el desarrollo normal de bebé humano. Lo que es importante en esta

etapa es que cualquier deterioro sensorial o motor debe ser identificado lo antes posible con el fin de que la reparación pueda comenzar. Esto es porque los meros periodos sensibles en la temprana infancia parecen afectar el desarrollo sensorial y motor y esas destrezas y habilidades que los seres humanos son condicionados a desarrollar por su evolución (incluyendo el lenguaje hablado). Cuando antes empieza la reparación de cualquier deficiencia, mayor posibilidad hay de superar la deficiencia. Hay menos certeza acerca de cualquier periodo de sensibilidad tardía, aunque parece que algunas habilidades, como el aprendizaje de instrumentos musicales o el aprendizaje de una segunda lengua, se beneficiarán del aprendizaje que toma lugar antes de la edad alrededor de los 12 o 13. Algunas investigaciones recientes han sugerido que hay una posibilidad de otro periodo de sensibilidad para el razonamiento y habilidades para resolver problemas en los años de la adolescencia, pero esto en la actualidad todavía se especula.

Localización de funciones

Byrnes y Fox (1998) describen la historia de un argumento antiguo entre los defensores de la idea que funciones específicas cognitivas son localizadas áreas particulares del cerebro (“los localistas”), y que los que creen que “todas las regiones [del cerebro] tienen una misma capacidad para realizar diferentes tareas” (“los globalistas”). Los argumentos a favor los localistas se derivó de los estudios de heridas o lesiones del cerebro en particular áreas del cerebro que resultaron en la pérdida de funciones específicas, mientras que los globalistas se basaron en datos que mostraban heridas en diferentes partes del cerebro que resultaron en la misma deficiencia y estudios de animales que mostraron que partes grandes del cerebro de ratón pueden ser removidos sin ninguna deficiencia aparente.

Como puede ser esperado, la visión actual es más compleja, y en una cierta medida acomoda ambos puntos de vista. Ahora se piensa que casi cualquier función cognitiva esta compuesta por la acción combinada de pequeño número de funciones “elementales”, por lo menos algunas de las cuales son localizadas. Estas funciones elementales pueden ser ampliamente distribuidas por todo el cerebro, pueden ser realizadas en paralelo, y puede implicar un elemento de “despido” para que el cerebro pueda realizar funciones complejas, incluso con la falla de algunos seres elementales. Estas funciones también pueden trabajar por “acción probabilística”, lo que significa que la certeza no es necesario que se logre para que una función que debe realizarse.

También es cada vez más claro que las conexiones sinápticas dentro del cerebro pueden cambiar y se vuelve a formar durante toda la vida como un resultado del aprendizaje, o en respuesta a una lesión o cambio en el medio ambiente (Goswami, 2004), de modo que “el cerebro retiene su plasticidad durante la vida útil” (OECD, 2002).

Tal vez, el hecho más bien conocido de la geografía del cerebro es que se divide en dos hemisferios, el izquierdo y el derecho, que son conectados por una masa de fibras nerviosas que transportan mensajes entre los dos. Hay una popular hipótesis acerca de las implicaciones de investigación sobre lateralidad cerebral que de alguna manera se ha establecido como una creencia común, pero que no se justifica por la investigación (“un neuromito”: OECD, 2002). Esta es la idea que dos mitades del cerebro trabajan en formas fundamentalmente diferentes: el “cerebro izquierdo” generalmente se caracteriza por ser la mitad lógica del cerebro, interesado con el razonamiento, resolución de

problemas, y el lenguaje, mientras que el “cerebro derecho” es el intuitivo y el lado creativo, interesado más con imágenes que palabras. Cuentas populares basadas en esta noción han existido desde hace muchos años, y siguen apareciendo dentro de la literatura, pero son desafortunadamente basadas en una simplificación excesiva que no es apoyado por la literatura de investigación del cerebro (Bruer, 1999; OECD, 2002). Se basa en gran medida en estudios de pacientes “cerebro dividido” quien tenían el cuerpo calloso (el cual conecta los dos hemisferios) sirvió como un tratamiento para la epilepsia. Esta es una circunstancia altamente anormal que resulta en la interrupción de la comunicación entre dos mitades del cerebro. En el normal, saludable cerebro adulto tales características brutos de “lateralidad” no se sostienen.

Enriquecidos entornos

Este neuromito se basa en una extrapolación a partir de los estudios de las ratas creadas ya sea en entornos “enriquecidos” o “privados”: ratas creadas en ambientes “enriquecidos” se encontró que tenían mayor densidad sináptica en sus cerebros. Los comentaristas han extrapolado de estos que los niños pequeños deben ser criados en un ambiente “enriquecido” a fin de mejorar el potencial del aprendizaje.

No hay evidencia en los seres humanos que se vinculan densidades sinápticas y mejorar el aprendizaje, y no hay evidencia que relacione la densidad sináptica en los primeros años de vida con los que en su vida posterior. La razonamiento también ha sido criticado en el debido a que el llamado "enriquecido" entorno para las ratas fue, de hecho, mucho más cerca de un entorno de rata normal, de modo que lo que el estudio mostró fue los efectos detrimento de una artificial 'privado' medio ambiente. Existe alguna evidencia humana para apoyar esta segunda conclusión.

Los estudios en ratas originales también pasó a mostrar que los efectos del ambiente (ya sea "enriquecido" o "privado") fueron evidente en las ratas de todas las edades, y no sólo en las ratas jóvenes. Se proporciona, de hecho, la evidencia para la plasticidad continua del cerebro. A problema final es que, como John Bruer lo ha puesto, "enriquecido", cuando se aplica a principios la educación para los seres humanos, es en gran medida en el ojo del espectador, a menudo refleja la los valores culturales y de clase del espectador "(Bruer, 1997), y esta preferencia no es definitivamente apoyado por la neurociencia.

Existe alguna evidencia de otros mitos que entran en circulación. En particular, las ideas sobre el "cerebro de género" y " aprendizaje implícita "están apareciendo (Goswami, 2004). La noción de que hay diferencias identificables entre hombres y mujeres en la estructura cerebral y la organización es ocasionalmente encontrado y puede tener algún fundamento de hecho (Blakemore Y Frith, 2000), aunque OCDE nota que las implicaciones para la educación son, en actualmente, "equivoca" (OCDE, 2002).

El aprendizaje "implícito" se dice que ocurre cuando el cerebro absorbe la información que no es atendido conscientemente (Blakemore y Frith, 2000; OCDE, 2002). Sin duda, es un importante factor a tener en cuenta cuando se trata de evitar distracciones de aprendizaje. Sin embargo, experimentos que han investigado el aprendizaje implícito han tendido a concentrarse en tareas de percepción de aprendizaje en lugar de tareas cognitivas, y hay algunas dudas en cuanto a si el aprendizaje implícito es aplicable a las tareas de competencias cognitivas (Goswami, 2004).

La lucha por el consenso

Parece claro que los escépticos tienen razón al criticar a algunas de las afirmaciones más descabelladas que se han hecho para el lugar de la neurociencia en la educación. Algunos pedagogos han sido afiliados en la investigación neurocientífica adecuada para promover sus propios puntos de vista, en la que el respeto algunos están en un terreno más firme que otros, y algunos deben por lo menos tanto a la literatura psicológica en cuanto a la literatura neurocientífica. Es notable que hay menos tráfico en el otra dirección, por lo que "es raro encontrar un artículo escrito por un neurocientífico en la literatura educativa "(Bruer, 1998).

También es justo decir, sin embargo, que el caso hecho por los "entusiásticos", no ha sido de todo descartado. Lo que se ha desvanecido un poco es la creencia de que un gran esquema del "cerebro basado en la educación" se puede hacer instantáneamente disponible para transformar la enseñanza y el aprendizaje. En su lugar, es un enfoque más prudente y gradual lo que reconoce que el actual estado del conocimiento está incompleto, y puede ser, en algunos aspectos, incorrecto. También ha sido cada vez más reconocido que cualquier consideración de cómo la educación funciona lo que hace que cualquier pretensión de ser completa, coherente y científico, necesitan estar completamente congruentes con lo que se sabe acerca de cómo funciona el cerebro. Los intentos se están haciendo para vincular la investigación neurocientífica, la psicología cognitiva, y la educación por uno más cuidadoso y realístico extrayendo de las implicaciones de la investigación neurocientífica, sino también mediante el uso de las ideas de la educación y la psicología para guiar la neurociencia hacia nuevas áreas de investigación. Una cautelosa nueva síntesis está empezando a surgir y algo acercándose a un consenso puede discernir en la literatura más reciente.

Hay razones para cierto optimismo: los hallazgos científicos están comenzando a arrojar algo de luz útil en algunas áreas específicas de aprendizaje, incluyendo el aprendizaje de idiomas, alfabetización, la aritmética, la dislexia, y el vínculo entre las emociones y el aprendizaje.

Referencias y lecturas adicionales Blakemore, S.-J. Y Frith, U. (2000) 'Las consecuencias de los avances recientes de la neurociencia para la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje "de Londres. Instituto de Neurociencia Cognitiva. Bruer, J.T. (1997) "La educación y el cerebro: Un puente demasiado lejos "Educational Researcher, 26 (8): 4-16. Bruer, J.T. (1998) "Vamos a poner la ciencia del cerebro en la nuevo quemador. 'Asociación Nacional de Secundaria Directores de Escuelas (NASSP) Bulletin, 82 (598): 9-19. Bruer, J.T. (1999) "En busca de ... basado en el cerebro. la educación "Phi Delta Kappa, 80 (9): 648-654. Byrnes, JP & Fox, NA (1998) "La educación la relevancia de la investigación en neurociencia cognitiva. Psicología Educational Review, 10 (3): 297-342. Davis, S.M. (2000) "Mira antes de saltar: La preocupación por el "cerebro" a base de productos y enfoques. Educación Infantil, de invierno 2000/01: 100-101. Geake, J. y Cooper, P. (2003) 'Cognitiva la neurociencia: Implicaciones para la educación "? Westminster Estudios en Educación, 26 (1): 7-20. Goswami, U. (2004) "Neurociencia y la educación. "British Journal of Educational Psicología. 74 (1): 1-14. Hansen, L. y Monk, M. (2002) 'Cerebro el desarrollo, la estructuración de la educación y la ciencia la educación: ¿Dónde estamos ahora? Una revisión de algunos investigaciones recientes. Revista Internacional de Ciencias Educación, 24 (4): 343-356. Posner, M., Rothbart, M. Farah, M. & Bruer, J.T. (eds.) (2001) El desarrollo del cerebro humano. Desarrollo de la Ciencia, 4 (3)

[Número especial]. OCDE (2002) "La comprensión del cerebro: Hacia un aprendizaje de las ciencias del nuevo París. OCDE.

NUEVO DIRECTOR

La fundación nacional de la investigación educativa ha seleccionado un reemplazo para su pronto retirado director, Seamus Hegarty. NFER Patronato, presidido por Dick Bunker, antes funcionario del condado educativo Oeste Sussex, tiene nombrado a Sra. Sue Rossiter.

Ella viene de un fondo de LEA. Su puesto actual es subdirector encargado de los servicios para niños con el condado de Norfolk Consejo, tras haber sido diputado director de la educación en el condado en los últimos tres años.

Ella tiene una licenciatura en matemáticas de San Colegio de Anne, Oxford, y una maestría en investigación operativa de la Universidad de Sussex. Su experiencia previa se extiende por el sector privado sector con Cápitá, el gobierno central donde pasó un corto tiempo de trabajo en el Del Tesoro, y el gobierno local.

Mientras que ella ha trabajado en la investigación y la Unidad de Inteligencia del Condado de Oxfordshire Consejo, sus antecedentes de investigación es delgada. Ella no es, por profesión, un investigador y su nombramiento causará cierta sorpresa en la comunidad científica. Por otro lado ella tiene un fondo autoridad local y la Asociación de Gobiernos Locales es uno de los mayores clientes de NFER.

Su nombramiento es de carácter comercial en lugar de sus raíces en el mundo académico. Su experiencia es en los ámbitos de la política de la perspectiva de la LEA y el liderazgo de la educación. NFER claramente quería alguien cercano a su base de clientes en lugar de la comunidad de investigación. Esto es sabio. La reputación de la investigación de NFER ya es excelente. Sin embargo, la investigación de la excelencia por sí sola no es suficiente, ya que la desaparición de SCRE como la institución investigación independiente demostrada. Para sobrevivir y prosperar, NFER debe ser comercialmente exitoso como un negocio, así como altamente respetado en la comunidad de investigación. Esta cita muestra el equilibrio necesario.

Durante su carrera la señora Rossiter ha trabajado en los datos y sistemas informáticos, introduciendo colección de datos del rendimiento de alumnos; en la administración de recursos de estratégica y gestión, y en el mejoramiento en la escuela. Ella ha servido en una serie de grupos de trabajo gubernamentales centrales / locales, y Actualmente está trabajando en un proyecto conjunto en el desarrollo de un índice de logro.

Derechos de autor del Diario Educativo es la propiedad de la Compañía Editorial de Educación Ltd. Y sus contenidos no pueden ser copiados o enviados a múltiples sitios o publicado a un lista servidor sin el permiso expreso del titular de derechos de autor. Aunque, usuarios pueden imprimirlo, descargarlo, o enviar artículos para el uso individual.