

ALGUNAS CONTRIBUCIONES DE LAS NEUROCIENCIAS A LA EDUCACIÓN*

María de los Angeles Saavedra

El objeto de este trabajo es dar a conocer algunas conclusiones de investigadores en educación que parten de hallazgos recientes de estudios sobre el cerebro. Estos piden un cambio de enfoque en la metodología enseñanza-aprendizaje, más conectado con el funcionamiento del organismo que aprende.

La forma de incorporación del conocimiento proveniente del avance de estos estudios, se puede apreciar y reconocer en la teoría de las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner y en los criterios biológicos que le permiten separarlas. Están también contenidos en los cuestionarios de interés que diferencian las inteligencias (de Branton Shearer - MIDAS) y en la forma de enseñanza con la técnica MITA de E. Weber.

La idea principal es reconocer que dadas las diferencias individuales en las aptitudes y habilidades del alumno, la enseñanza debe también emplear múltiples aproximaciones que lleguen a conexiones cerebrales facilitadas, en un mayor número de alumnos, para despertar la comprensión, el significado y la motivación por aprender.

No hay duda que todos sabemos -vagamente al menos- que el cerebro es el órgano que aprende. Lamentablemente, el enfoque en la formación del educador ha estado tradicionalmente apartado de una ciencia sobre el cerebro.

Con ello se ha demorado en obtener los beneficios que este conocimiento puede otorgar a la experiencia educacional. Después de todo, el conocimiento del cerebro y las prácticas educacionales estándar han estado albergadas en diferentes mundos.

Quizás no se ha apreciado suficientemente, el hecho de que la tarea y rol fundamental del cerebro es aprender. No sólo la necesidad de estimulación nos permite percatarnos de este hecho, como lo sustentan antiguos trabajos de investigación sobre aislamiento y enriquecimiento temprano (Rosenzweig y Bennet 1977), sino también el funcionamiento coordinado del sistema neuroendocrino que pre-dispone el trabajo cerebral a la tarea de aprender, posibilitando a través de la motivación y las emociones, la integración del ejercicio intelectual, emocional y

*Parte de este trabajo fue presentado en el Seminario de Perfeccionamiento docente en la Universidad de Chile, Orientaciones y Proyección. Julio 19, 2002.

motor. Por esta razón, sería de máxima importancia, que en la formación del educador se dé prioridad a un conocimiento más exhaustivo sobre el órgano que aprende, para saber cuál es su mejor estado físico y fisiológico para realizar aquello para lo cual está disponible. ¡En esto, precisamente, reside la idea del aprendizaje compatible con el cerebro! "El aprendizaje compatible con el cerebro es un enfoque multidisciplinario, basado en la investigación de la pregunta de ¿cómo aprende mejor el cerebro?" (E. Jensen, 1998.)

En general, parecería que el profesor que debe impartir los contenidos de una materia, no se cuestiona sobre los estados óptimos de funcionamiento de un alumno dispuesto a entender y aprender sus materias. Quizás está más preocupado de su forma de entrega de contenidos que del lugar al cual deben ir a dar estos contenidos que quiere transmitir.

Trabaja sin considerar no sólo el cerebro, sino que el organismo fisiológico general del alumno, si tiene sueño, hambre o frío, impartiendo su docencia por igual. Tampoco conoce lo que los alumnos ya traen como experiencia previa única al aula, la que también permitiría diferenciar entre los alumnos y su preparación para que exista significado y comprensión del material a aprender.

66 Afortunadamente, en los últimos años se están incorporando al campo de la educación, los conocimientos provenientes de los adelantos de la neurociencia. Este conocimiento es, por lo demás, cada vez más público. Existen innumerables programas televisivos, artículos en revistas y periódicos que se encuentran al alcance del público general. En educación, específicamente, hace al menos 5 años que Eric Jensen consideraba que se estaba en las etapas iniciales de un nuevo paradigma en educación. Este nuevo paradigma, justamente, promovía la idea de que el aprendizaje debe hacerse de la forma que el cerebro se encuentre en estado óptimo y biológicamente dispuesto para ello. Con ello se abrió una ventana de posibilidades para la realización de mayores logros en el esfuerzo por llegar a nuestros estudiantes. La conexión cerebro-aprendizaje es un enfoque útil para cualquier profesor enfrentado a la heterogeneidad de estrategias que surge desafiante de su público diario.

Por lo demás, no es tanto lo que se requiere conocer de la investigación científica sobre el cerebro lo que actualmente sirve al propósito de la educación. Solo un pequeño porcentaje del actual conocimiento puede ser realmente aplicado en este ámbito. Esto se puede resumir, en conocer bien aquellas condiciones en las que el cerebro se encuentra en su mejor estado para efectuar conexiones entre neuronas y que, por lo tanto, requiere de los conocimientos mínimos sobre la neurona, la sinapsis, y la organización cerebral y cortical. Es conveniente, también, estar al tanto de los conocimientos básicos de la fisiología de la nutrición y los ciclos de sueño y vigilia tan importantes en la atención y percepción.

Con el fin de dar a conocer algunas aplicaciones útiles que parten de los hallazgos en neurociencia, resumiré doce ideas o principios (de Jensen, 1999) por tener presentes en la docencia, cuyo orden no implica necesariamente su importancia. En algunos casos, se elaborará el punto y se darán ejemplos de cómo se pueden

aplicar estos principios. Todos están debidamente respaldados por los datos provenientes de investigación, básica y aplicada.

1. El primer principio es el de la unicidad

Somos eventos biológicos únicos; cada cerebro es diferente el uno del otro, es como las huellas digitales, incluso en gemelos univitelinos. También existen diferencias en la maduración y de género útiles de conocer y ser tomados en cuenta por el educador cuando enseña a cursos coeducacionales.

La unicidad está relacionada con el concepto de las inteligencias múltiples (Gardner, 1983). Así, cuando se aplican cuestionarios como el MIDAS (Multiple Intelligence Developmental Assessment Scales, (Shearer 1995) un "test" que resulta útil para la orientación y vocación profesional, se obtienen perfiles diferentes para las diferentes inteligencias que postula Gardner. Estos se han desarrollado a partir de las diferencias individuales genéticamente determinadas y por influencias ambientales entre los sujetos humanos. Algunas personas tendrán mayor facilidad o aptitud para la música, mientras que otras se verán favorecidas en el desarrollo de un lenguaje articulado y fluido. Otras, en cambio, tendrán una aptitud marcada de sus habilidades espaciales, como algunos arquitectos, mientras que otros se inclinarán por desarrollar su conocimiento de la naturaleza y los animales. Las capacidades lógico-matemáticas, kinestésicas, interpersonales e intrapersonales, son expresiones de la inteligencia que completan el perfil diferenciado de un individuo.

67

2. Estrés

Debiera existir cierto nivel de estrés (activación), un principio conocido desde la formulación de la Ley de Yerkes Dodson (1911) a comienzos del siglo pasado. Es importante conocer el nivel óptimo de activación para el aprendizaje de una tarea, ya que demasiada activación o muy poca conducen a un menor rendimiento dependiendo de la dificultad de la tarea. El principio está ampliamente respaldado por trabajos realizados en psicología comparada, incluyendo el hombre (Ver Wittig, 1982, p.4).

No debemos olvidar, que un cierto nivel de "stress", no-sólo es necesario para aprender, sino que ayuda a soportar el dolor en momentos de peligro y defensa personal. Algunos investigadores sugieren que el estrés induce la activación de sistemas del cerebro que producen analgesia por medio de las endorfinas (Bodnar et al, 1980; Terman et al, 1984), fundamental para la supervivencia del individuo.

3. El tercer principio tiene que ver con desarrollo

Este sugiere la importancia de tomar en cuenta que las etapas de disposiciones para el aprendizaje durante el desarrollo pueden tener hasta tres años de desfase entre los niños. También, existe evidencia de diferencias sexuales en el desarrollo

y maduración de la organización cerebral que sustenta algunas habilidades (Kimura, 1992). Este sería un ejemplo solamente de las múltiples variables que conforman la heterogeneidad del público chico y que puede ser considerado normal (Jensen, 1999).

4. Naturaleza del enriquecimiento ambiental

De estudios e investigaciones relativamente recientes ha surgido el hecho de que el cerebro puede seguir estableciendo conexiones a cualquiera edad (Diamond, 1964 y 1998) Para ello, es necesario que continúen existiendo experiencias desafiantes con retroalimentación. Aunque en el hombre no basta el enriquecimiento per se, en animales la experiencia temprana enriquecida aumenta el grosor de la corteza cerebral y mejora el nivel de aprendizaje en la vejez. Pero parece ser que el desafío y la retroalimentación serían los ingredientes críticos del enriquecimiento en el hombre siempre que ocurran naturalmente, en su justa proporción. Por lo demás, se ha podido comprobar que la neurogénesis, la formación de nuevas conexiones es posible (Erikson et al, 1998) en el cerebro en el hipocampo. Esta región es una estructura cerebral relacionada con los procesos mnémicos y el aprendizaje. De modo que el decir "úselo o piérdalo" en inglés "Use it or lose it", está muy cercano a lo posible por suceder.

68

5. Las emociones

Son esenciales para aprender. Dirigen la atención, y tienen que ver con la salud, los significados, la memoria y la supervivencia. Este principio sugiere al educador comprometer a los alumnos en proyectos e ideas que sean fuente de emociones positivas para crear excitación y amor por el aprendizaje. Como ejemplo, se da el de utilizar las celebraciones; contar historias, estimular la curiosidad, la competencia, el misterio, el drama, la actividad física y la música en el quehacer escolar, lo que va dirigido a la diversidad de las formas de ser del alumno.

La inteligencia emocional se refiere a la capacidad para reconocer nuestros sentimientos y aquellos de los demás, de motivarnos, y manejar las emociones propias y de nuestro interactuar con los otros (Goleman, 1998). Está relacionado con las inteligencias intrapersonal e interpersonal de Gardner, con respecto a las cuales existen muchas diferencias importantes de detectar por parte del profesor.

6. Memoria

El hallazgo de que diferentes mecanismos cerebrales subyacen las diferentes memorias (semántica e implícita) ha sido uno de los aportes neurofisiológicos importantes para entender mejor este fenómeno cognitivo necesario para demostrar el aprendizaje. Recordemos que nuestra memoria no se dedica a almacenar los hechos sino que las **recrea** cada vez que las recuerda. No tenemos bancos de memoria sino que sistemas o vías, algunas de las cuales son más fáciles de acceder

que otras. Por ejemplo, los aprendizajes que requieren de memorización de textos son más difíciles. En cambio, la recuperación se facilita en situaciones contextuales, episódicas y orientadas a eventos. Para ello pueden usarse múltiples estrategias que vayan seguidas de revisión. De aquí se desprenden dos reglas:

a) no asumir que porque el alumno no recuerda fácilmente la información, no la conoce. Puede estar almacenada en otro sistema, y requerir de otras vías de acceso para su recuperación.

b) Por eso, para recordar una tarea al máximo se debe primero almacenar el aprendizaje en múltiples vías y revisarla posteriormente en determinados momentos en el tiempo. Esta técnica es utilizada en el procedimiento MITA (Multiple Intelligence Teaching Approach, de H. Weber, 1999).

Las evidencias para sustentar neurofisiológicamente los dos tipos de memoria provienen principalmente de la clínica.

Las amnesias orgánicas (Shamamura, 1998), han sido una preocupación fundamental en la investigación neurocognitiva. La amnesia orgánica es el deterioro, más bien selectivo, de un *nuevo* aprendizaje que ocurre frecuentemente por daño en la región media de los lóbulos temporales (hipocampo) o en la línea media del diencefalo (núcleos talámicos de la línea media). Aunque el daño a la memoria sea severo, las habilidades sociales, el intelecto y el lenguaje quedan intactos. Daño bilateral en las regiones cerebrales mencionadas producen pérdida de la capacidad para retener nueva información en cualquiera modalidad: visual o auditiva, por lo que afecta las memorias verbales y no verbales. Se puede describir la memoria, usando medidas de recuerdo libre, memoria instigada por claves, memoria de reconocimiento, y aprendizaje de pares asociados. Las memorias implícitas que se mantienen son: las habilidades aprendidas, la facilitación en la latencia de las respuestas, o los recuerdos cebados (instigados). Otras denominaciones para estas memorias son: memoria procedural, de hábitos, memoria sin consciencia, o aprendizaje automatizado.

Las amnesias para el resto de las memorias se denominaron: declarativas, explícitas o conscientes. El estudio de los pacientes amnésicos llevaron al creciente reconocimiento que había una diferencia entre memorias declarativas y procedurales y esta distinción va a ser indispensable para formular cualquier teoría general de la memoria.

7. La integración del aprendizaje mente-cuerpo

El movimiento, la comida, los ciclos atencionales, las drogas, y los agentes químicos son todos factores que tienen poderosos efectos moduladores sobre el aprendizaje.

Solamente a modo de ejemplo, los ciclos sueño y vigilia y biorritmos: el cerebro está diseñado para funcionar con altos y bajos. No se puede pedir una aten-

ción constante por parte de los alumnos. Es necesario dejar espacio para las bajas pues ese tiempo es el que permite al cerebro fijar las conexiones entre neuronas y construir los significados a partir de alguna experiencia. O se logra la atención del alumno o se está en el proceso de comprender, pero no se pueden hacer las dos cosas al mismo tiempo.

Otro alcance relacionado con el reloj corporal: es que éste difiere con la edad. La investigación sugiere que los niños de kinder y hasta la 5ta preparatoria deberían entrar a las 7:30 de la mañana. Los de educación media preferiblemente, a las 9 AM, porque su cuerpo tiende a pedirles acostarse más tarde. En el adulto, los óptimos estados atencionales cambian nuevamente; recordemos la existencia de "buhos" y "alondras".

8. Patrones de comprensión

70

El octavo principio tiene que ver con el hecho de que la percepción de patrones dirige la comprensión: esto implica entender la inteligencia como una habilidad que hace surgir y construir patrones útiles. En su búsqueda de significado el cerebro busca patrones, asociaciones, y conexiones entre los datos nuevos entrantes y los almacenados previamente. Cada patrón que se descubre puede ser añadido a los "mapas perceptuales" del aprendiz, y es ese el momento en que el cerebro encuentra alivio del estado de confusión, ansiedad o estrés que acompaña los nuevos datos. Cuando la materia es nueva, si ésta no tiene alguna relación con aprendizajes previos, es de difícil comprensión y se experimenta como poco relevante. Lo que nos lleva al siguiente principio.

9. Búsqueda de significado

Si existen conexiones ya establecidas, mayor será la comprensión de las materias, mejor el aprendizaje y mayor la posibilidad de efectuar nuevas conexiones pues las vías se encuentran facilitadas con los ensayos previos. El significado es, incluso, más importante para el cerebro que la información misma y se encuentra relacionado con la emoción y la motivación. El cerebro, generalmente, es un mal aprendedor de datos aislados, que se dan al azar. Está constantemente intentando darle sentido a las cosas que pasan y pareciera ser que la búsqueda de sentido en nuestras vidas es algo innato. Pero hasta que el profesor entienda qué hace que su materia tenga significado (y en la enseñanza universitaria también es así tanto para él como para los alumnos) no es posible ayudar al estudiante conseguirlo. Por eso la enseñanza más significativa proviene siempre de docentes con experiencia en la investigación de los problemas que enseña.

Al parecer, se consigue significado de tres maneras: a través de los patrones, las emociones y la relevancia. Por eso, se aprende mejor dentro de un contexto, en la vida real, y efectuando relaciones interdisciplinarias. Estas se adquieren principalmente durante la investigación y como consecuencia, la experiencia enseñanza-aprendizaje que realiza el docente deja de ser libresca.

10. Aprendizaje inconsciente

Procesamos las partes y las totalidades simultáneamente. De esta manera, estamos en gran medida afectados por influencias periféricas. La mayor parte de lo que aprendemos no se nos enseña, lo vamos recogiendo. Este principio sugiere que no deberíamos instruir tan directamente sino que de una forma más orquestada, colocando al aprendedor en situaciones donde pueda recoger experiencias tangenciales. Por ej. aprendemos a hablar y el idioma materno, mayormente absorbiéndolo y no tanto, siendo sujetos de una enseñanza dirigida.

11. El cerebro social

La inteligencia es valorada en el contexto de la sociedad en que se vive. El cerebro se desarrolla mejor en concierto con otros. Como el cerebro no puede ser bueno en todo, debe seleccionar a través del tiempo aquello que le asegurará su supervivencia. Como especie, el cerebro humano ha desarrollado el uso del lenguaje como fuente primaria de comunicación. Esto explica, en gran parte, por qué los equipos y los grupos de estudio benefician nuestra comprensión y la aplicación de nuevos conceptos; el trabajo en equipo requiere que nos comuniquemos unos con otros. El principio sugiere que el aprendizaje se efectúe en ambientes donde se pueda dar el trabajo cooperativo, lo que maximiza el aprendizaje.

El último principio se refiere a que el hombre es **Un sistema adaptativo y complejo**: cada cerebro se adapta (aprende de) a su ambiente basado en la experiencia. El aprendizaje efectivo y los cambios impactantes implican la consideración de estar presentes frente a un sistema complejo completo. Con respecto a esto cabe recordar que

- Diferentes áreas del cerebro maduran y se desarrollan con tasas diferentes. Desarrollamos nuestra capacidad de "pelea o huida" primero, y al final se desarrollan las habilidades para solucionar problemas.

- La mayor parte de nuestro cerebro es demandado diariamente. Y esto es porque el cerebro ya ha sido *podado* de las neuronas que no necesita. La muerte neuronal es una fase crucial del desarrollo del cerebro especialmente durante los estadios embrionarios (Rosenzweig et al. 1999) Ha sido diseñado y esculpido para caber en la vida de cada cual de modo que su crecimiento se realiza en la medida que cada cual lo necesita. El dicho "úsalo o piérdelo" cabe aquí nuevamente. Mientras más lo uses, más se expande (la ramificación dendrítica, los contactos sinápticos.) Y la forma, esfuerzo y cantidad en que lo usas va a tener consecuencias sobre el cerebro hasta el final de la vida.

- Es adaptable, o plástico, especialmente, en las edades tempranas de la vida. El severo daño en un hemisferio será compensado usando el otro si el daño ocurre antes de los 5 años.

- El cerebro altera los receptores de membrana de las neuronas para la recepción de neurotransmisores basado en los estímulos del ambiente. En situaciones estresantes el cerebro aumenta el número de receptores para la noradrenalina, adaptación que puede resultar en mayor agresividad y conducta impulsiva.

◦ El aprendizaje de idiomas debiera llevarse a cabo antes de pasar a la escolaridad media. Después de los 10 años el cerebro poda las muchas neuronas cerebrales dedicadas al lenguaje que son redistribuidas en el sistema (Jensen, 1999).

¿Hasta qué grado cambia el cerebro a través del tiempo? Esto es fácil de apreciar si comparamos el cerebro de un bebé con el de un adolescente, pero ¿cuánto más cambia cuando somos adultos? Quizás mucho más de lo que nos damos cuenta. Cada cerebro es único y como se desarrolla en un mundo propio, se adapta para responder a su propio ambiente. Como resultado cada cerebro se modifica en la medida necesaria no compartida por otros que no se han tenido que adaptar a las mismas eventualidades. Es justamente la adaptación –la plasticidad o aprendizaje– el que nos hace inteligentes. Por lo tanto, una sola respuesta o una sola forma de aprender y evaluar no tiene mucho sentido. Los seres humanos hemos sobrevivido a través del pensamiento flexible, la posibilidad de cambio a través del aprendizaje y la solución de problemas. Quizás, los colegios debieran reflejar esta forma de adaptación necesaria para la vida. Nuestros cerebros siguen creciendo y las dendritas conectándose a medida que las proveemos de distintas y nuevas experiencias, con aprendizaje mantenido, retroalimentación y desafíos intelectuales apropiados.

De modo que este último principio sugiere que debiéramos utilizar una mayor variedad de metodologías y también ofrecer mayor posibilidad de elección al alumno durante el proceso de aprendizaje tal como, por ejemplo, se realiza en la enseñanza MITA (Weber, 1999)

72

Bibliografía

- Bodnar R. J., Kelly D. D., Brutus M., & Glusman M.** Stress induced analgesia: Neural and hormonal determinants. *NEUROSCIENCE AND BIOBEHAVIORAL REVIEWS*, 4 1980 (pp. 87-100)
- Caine G. Caine, R. N. and Crowell S.** *Making connections: Teaching and the Human Brain*. Menlo Park, Calif. Addison-Wesley, 1994.
- Caine G. Caine, R.N. and Crowell S.** *Mind Shifts. A brain compatible process for professional development and the renewal of education*. Zephyr
- Diamond M. and Hoson J.** *Magic Trees of the Mind: How to nurture your child's intelligence. Creativity and healthy emotion*. New York: Penguin Putnam, 1998.
- Diamond M. C., Krech D. & Rosenzweig M. R.** *The effects of enriched environment on the environment on the histology of rat cerebral cortex*. *J. COMP. NEUROL.* 123: 1964 (pp. 11-20)
- Erikson, et al.** *Nat Med.* 11, Internet, 1998 (p-1207).
- Gardner H.** *Estructuras de la Mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. Biblioteca de Psicología y Psicoanálisis. (2da. Edición) Fondo de cultura Económica, México, 1983.

- Goleman D. *Working with emotional intelligence*. Bantam Books, 1998.
- Jensen E. *Introduction to Brain Compatible Teaching*. The Brain Store, 1998.
- Jensen E. *Brain compatible Strategies*. Association for Supervision and Curriculum Development, 1999.
- Kimura D. "Sex differences in the brain", *SCIENTIFIC AMERICAN*, Sept. 1992. (pp. 1-11)
- Rosenzweig M. R. & Bennet E. L. "*Effects of environmental enrichment or impoverishment on learning and on brain values in rodents*". In A. Oliveno (ed.) *Genetics, environment and intelligence*. Amsterdam Elsevier/North Holland, 1977 (p. 2-2)
- Rosenzweig M. R., Leiman A. L. & Breedlove S. M. *Biological Psychology: An introduction to Behavioural, Cognitive and Clinical Neuroscience*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Mass. 1999.
- Shearer C. B. *Stepping Stones. Un manual del Profesor para las Inteligencias Múltiples* (Publicación del autor). 2000.
- Shearer C. B. *The Midas Manual*. 1995.
- Shimamura A. P. "*Neuropsychological Analysis of Implicit Memory: History, Methodology and Theoretical interpretations*", Cap. 12, p. 261, Parte III. En: *Implicit Memory. New Directions in cognitive Development and Neuropsychology*. Graf, P- & Masson M. J. (Editors).
- Terman G. W., Shavit Y. Lewis J. W., Cannon J. T. & Liebeskind J. C. "*Intrinsic mechanisms of pain inhibition*". *SCIENCE*, 1984 (pp. 226-1270-1277).
- Weber E. *Student assessment that works: A practical approach*. Allyn and Bacon, 1999.
- Witting Arno *Psicología del Aprendizaje*. Serie Schaum. McGraw Hill, 1982.

◆◆◆
María de los Angeles Saavedra Livoni
Ph. D. Universidad de Yale, U. S. A.
Prof. Titular Depto. Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile
Especialista en Neuropsicología
Directora del Depto. de Psicología
Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile