Aprendizaje Cerebro-compatible

Neurocientíficos están trazando las sendas entre el cuerpo y el cerebro, proporcionando evidencias tangibles de los beneficios del aprendizaje experimental, con “manos a la obra”.

Por Jane McGeehan

Traducido por Martha Suárez

Mientras usted lee las más recientes conclusiones de las investigaciones del cerebro en diarios educativos, bien podría hacerse la pregunta: "Es esta sólo otra moda para bailar por el paisaje de la educación"? Pero entendiendo el trabajo del cerebro humano puede ser el catalizador para cambios dramáticos y necesarios en los salones de clases.

Mientras que los científicos son cautelosos en decir que ellos solamente comienzan develar los secretos de cómo aprende el ser humano, lo que ya han descubierto proporciona penetrantes innovaciones para las prácticas educativas. Por primera vez en la historia de la enseñanza formal, tenemos la oportunidad de comprender, cambiar y actuar la biología del aprendizaje en vez de simplemente seguir prácticas tradicionales. La más reciente explosión del nuevo conocimiento acerca del cerebro es una invitación a examinar nuestras prácticas. Comprometernos nosotros mismos a dejar lo que es inefectivo y acoger nuevos y prometedores acercamientos que sean compatibles con el cerebro en vez de ser antagónicos con el cerebro.¹

Yo creo que los educadores ambientales son singularmente balanceados para interactuar en los hallazgos de las investigaciones del cerebro y en éste artículo yo le invito a tomar el desafío. Si el dominio del plan de estudio del estudiante ocurre principalmente en el cerebro, hay una razón de peso para que los educadores deban ser expertos en el funcionamiento de ese órgano asombroso. ¿Pero ahora, qué necesitan los educadores conocer de los hallazgos de investigación del cerebro? ¿Y cuáles son ejemplos de prácticas cerebro-compatibles?

Empezando con una breve historia de la influencia de la neurociencia en la educación, proveeré un resumen de los hallazgos clave en las investigaciones del cerebro, y sus implicaciones, para su propio aprovechamiento como educador.

Una Breve Historia.

Al igual que con la mayoría de los cambios en nuestras concepciones, avances recientes en nuestro entendimiento del cerebro, han surgido de la convergencia de las conclusiones en los diferentes campos de la educación-- en este caso, neurociencia y psicología-. Hasta hace 20 años, mucho de lo que los científicos conocían acerca del cerebro humano, estaba basado en estudios experimentales en cerebros de ratas o estudios formales en cerebros humanos dañados que requerían intervención de cirugías. Pero el desarrollo de la tecnología como Tomografía de emisión de positrón (PET), imágenes de resonancia magnética (MRI) finalmente hizo posible estudiar cerebros humanos saludables. Por primera vez, neurocientíficos y psicólogos comenzaron a hablar uno con el otro para hacer conexiones entre lo que cada uno entendía acerca de la mente humana. La idea antigua que el cerebro llega al planeta diseñado por la genética, fue rápidamente reemplazado por el descubrimiento de que los cerebros se construyen antes y después del nacimiento, que las experiencias de cada uno literalmente moldea el cerebro para sobrevivir.

La designación de los años noventa como "la década del cerebro" en los Estados Unidos provocó el origen de numerosos artículos acerca del cerebro en la prensa popular, así como conferencias sobre niñez temprana y el cerebro y campañas publicitarias como "Yo soy tu niño", esfuerzos encabezados por celebridades de la televisión como Rob Reiner.

Leslie Hart fue uno de los primeros autores en escribir acerca del cerebro desde la perspectiva educativa. Su "El Cerebro Humano y el Aprendizaje", primeramente publicado en 1983, encolerizó a muchos pero inspiró más aun. Él acuñó el término "cerebro-compatible" para referirse a la educación diseñada para ajustar "los escenarios y la instrucción a la naturaleza del cerebro", en vez de tratar de forzar al cerebro a implicarse con arreglos establecidos, sin atender a lo que este órgano es o cómo trabaja mejor".²

Hart afirmó que tales ambientes de aprendizaje podrían lógicamente producir mejores resultados. La educadora Susan Kovalik los inspirados que trabajó con otros colegas para desarrollar un modelo de educación "cerebro-compatible" y enseñó a otros a implementarlo. Otros educadores influyentes y escritores incluyen a Renate Geoffrey Caien, James Healey, Robert Sylvester y Pat Wolfe.

Hallazgos esenciales en las investigaciones del cerebro.

Cuando se profundiza en la biología del aprendizaje para entender la neurociencia subyacente, es fácil perderse en detalles, que fascinan, pero no sugieren aplicaciones en el salón de clases. En los siguientes resúmenes, he escogido tres hallazgos clave en las investigaciones del cerebro, que pueden facultar a usted y sus estudiantes como aprendices.

- 1) La emoción es el guardián del aprendizaje.**
- 2) La inteligencia es función de la experiencia;**
- 3) El cerebro almacena más eficientemente lo que es significativo desde la perspectiva del estudiante.**

Unos pocos detalles a cerca de éstas áreas de la investigación le ayudará a reconocer qué es lo que usted ya hace y lo que podría hacer para proveer más oportunidades de aprendizaje cerebro-compatible para los estudiantes.

Emoción: El guardián del aprendizaje.

Como cualquier maestro puede atestiguar las emociones en el salón de clases pueden ser explosivas y disruptivas. Esto es especialmente verdad en los niveles de secundaria y preparatoria donde las emociones parecen la forma de agenda de los estudiantes. Hoy, gracias al innovador trabajo de la Dra. Candace Pert, la influencia de la emoción en el aprendizaje puede ser examinada científicamente. En su libro "Moléculas de emoción: porqué usted se siente de la manera que se siente", Pert devela un punto de vista del aprendizaje subordinado al entendimiento como una verdadera correlación cuerpo-cerebro.

Mientras la historia se desarrolla, los neurotransmisores responsables por el salto sináptico entre las células del cerebro, son los únicos de la categoría de "substancias informativas" que acarrear el proceso que llamamos aprendizaje. Las substancias informativas del segundo sistema paralelo, son una variedad de transmisores: péptidos, hormonas y proteínas ligadas. Viajando vía intercelular por sendas como el sistema sanguíneo, éstas substancias llegan a los receptores en la superficie exterior de las células a lo largo del cuerpo. Algunos neurocientíficos especulan que menos del 2 % de la comunicación neuronal, realmente ocurre en la sinapsis entre neuronas del cerebro. El resto de la comunicación ocurre a través de estas substancias informativas. Ahora, ¿Qué son esas substancias informativas y cuál es su rol en el aprendizaje y el desempeño? Estas moléculas son la unidad básica del lenguaje usado por las células a través del cuerpo y el cerebro para comunicar a través de sistemas como el endócrino, neurológico, gastrointestinal y aún el sistema inmunológico. A medida que viajan, informan, regulan y sincronizan.

Los péptidos son la categoría más numerosa de substancias informativas y un tipo u otro es producido en cada célula del cuerpo, no sólo por células del cerebro. Además; cada péptido conocido para ser producido en el cuerpo tiene receptores en el cerebro, así, cada péptido califica para ser considerado un "neuropéptido". Esto significa que el cuerpo se comunica con el cerebro, dándole información que altera los mensajes devueltos al cuerpo. Estos descubrimientos derrocan la distinción tradicionalmente hecha entre el cuerpo y el cerebro, dando un incremento al nuevo concepto de "cuerpo-cerebro" el cual refleja la constante colaboración que tiene lugar entre la mente y el cuerpo. Un ejemplo de esta retroalimentación entre el cuerpo y el cerebro ocurre cuando un estudiante es el receptor final de desprecios o es humillado por los compañeros de clase cuando comete un error en público.

Cuando los sistemas de comunicación química y eléctrica del cuerpo-cerebro detectan amenaza, puede activar una secuencia automática, que enfoca toda la atención en la amenaza percibida y una pequeña o nula atención a lo que el maestro está diciendo o haciendo.

Joseph LeDoux explica que las amenazas potenciales para salvarse o sobrevivir son detectadas inconscientemente a través de la

actividad de la amígdala, una estructura profunda dentro del cerebro que calibra el contenido emocional de la información sensorial.³ Un cerebro activado por la amígdala tiene el poder de hacer caso omiso al pensamiento racional y orquestar una rápida y defensiva respuesta (reflejo) para prepararse a pelear o volar y asegurar la supervivencia. Imagina que un maestro interviene en una situación amenazante, le dice al estudiante que se detenga, y respire despacio y profundo. Tan pronto como el ritmo respiratorio disminuye, los neuropéptidos que se producen en el centro respiratorio envían un mensaje, "Eh, estoy más calmado, las cosas no están tan mal, ni tengo miedo ahora".

El cerebro, al recibir este mensaje, responde, "¿No es tan malo y espantoso, eh? Ah, ya veo, sí, un maestro está aquí y todo está bajo control. Estoy seguro ahora" y en término de segundos envía un neuropéptido al resto del cuerpo diciendo que el peligro pasó. Otras manifestaciones de "las conversaciones" del cuerpo-cerebro incluye un "presentimiento" acerca de algo, una primera impresión de alguien como "no confiable", un sentimiento de inquietud que algo está mal antes de que usted lo toque. un brillo en los ojos que dice "yo lo puedo sentir aunque no pueda explicarlo", una pasión por aprender en un campo en particular, amor profundo por la belleza de la naturaleza, la alegría de una hora tranquila con un amigo especial. Una pieza importante de evidencia apoyando ese nuevo punto de vista del aprendizaje como una actividad del cuerpo-cerebro es el descubrimiento de que en los sitios donde la información de nuestros sentidos (vista, oído, gusto, olfato y tacto) entra al sistema nervioso, hay altas concentraciones de receptores para sustancias de información.

De acuerdo con Candace Pert, éstas regiones, llamadas puntos nodales o puntos calientes, parecen ser diseñados para que puedan ser accedidos y modulados por casi todos los neuropéptidos, causando cambios neuro-psicológicos únicos mientras realizan su trabajo de procesar, y dar prioridades a la información.

Así, los péptidos filtran la entrada de nuestros sentidos, alterando significativamente nuestra percepción de la realidad y seleccionando a cuál estímulo le será permitido entrar. "Emociones y sensaciones corporales", dice Pert, son así entrelazadas complejamente, en una red bidireccional en la que cada uno puede alterar al otro.⁴

Un giro sorprendente de esta historia es que varias de las moléculas clave de las emociones como las endorfinas pueden ser encontradas en animales unicelulares (así mismo como en la parte superior de la cadena evolutiva). Tales péptidos, resultan tener información desde antes que fueran cerebros, llevando a investigadores como Antonio Damasio a aseverar que "la emoción es la parte más alta del equipo de supervivencia de nuestra mente-cuerpo"⁵ porque uno de sus papeles clave, es decir al cerebro qué es de valor para atender, y con qué actitud. Como el Dr. Robert Sylvester lo presenta, "Las emociones manejan la atención, que maneja el aprendizaje, la memoria y casi todo lo demás".⁶ Así cuando se refiere al aprendizaje, el cuerpo y el cerebro son inseparables e interdependientes.

Aplicación en el salón de clases:

Los estados emocionales resultan de un sistema complicado de mensajes químicos a través de nuestro cuerpo que a su vez afectan lo que percibimos y en lo que tenemos enfocada nuestra atención momento a momento. Las emociones son así los guardianes del aprendizaje. Un seguro y predecible clima emocional empieza con una positiva relación entre maestros y estudiantes. Estas relaciones pueden florecer donde hay un lenguaje común describiendo las maneras en que la gente esté de acuerdo en interactuar respetuosamente.

Los estudiantes prosperan cuando el maestro, compañeros de clase y administración obviamente se preocupan de ellos personalmente. Planee actividades que construyan un espíritu de equipo y comprensión mutua para fomentar la confianza y el cuidado.

Usar procedimientos claros para dejarles saber qué hacer, así se eliminará el riesgo de ofuscación debido a mala conducta involuntaria. Crear un sentido de comunidad mediante medios seguros, como juntas de clases para que los alumnos digan lo que necesitan y quieren. Anuncie agendas para que los estudiantes tengan una idea de lo que harán cada día.⁷ Enseñe a los estudiantes las maneras constructivas de resolver conflictos y de motivarse uno a otro. Cuando Usted usa estas estrategias, incrementa la probabilidad que sus estudiantes estarán en un estado emocional que les permita enfocar su completa atención en las experiencias de aprendizaje que usted ha asignado.

Inteligencia: Una función de la experiencia.

Asumiendo un clima emocional agradable en el aula, podemos ahora girar en torno a los descubrimientos de la neurociencia la cual nos ayuda a entender el papel central de la experiencia en el aprendizaje humano. Nuevas experiencias cambian físicamente al cerebro causando en las neuronas, células del cerebro principalmente involucradas en el conocimiento, el desarrollo de nuevas ramas o dendritas incrementando así la comunicación los entre espacios microscópicos llamados sinápsis. El pasaje sináptico de un impulso eléctrico entre el axón de una neurona y la dendrita de otra es la base física del aprendizaje y la memoria. Cuando un sendero de comunicación dentro de una red de neuronas es usado repetidamente, se incrementa su eficiencia y decimos que hemos aprendido algo. Considere que el cerebro de un adulto tiene cerca de 100 mil millones de neuronas y podrá apreciar lo ocupado y complejo que es un cerebro.

Los descubrimientos de neurocientíficos afirman la importancia de la experiencia en el desarrollo de dendritas y por consiguiente, en los resultados del desarrollo al cual llamamos aprendizaje y observamos como inteligencia. Los incrementos en el crecimiento dendrítico pueden ser medidos como un incremento en el grosor de la corteza, la parte del cerebro en la que los pensamientos conscientes se llevan a cabo.

Marian Diamond desarrolló estudios en su laboratorio de la Universidad de California en Berkeley para comprender el impacto del supuesto ambiente enriquecido en el cerebro de ratas bebés. Ella puso un grupo de tres madres y nueve cachorros en una jaula grande sin juguetes (grupo testigo) y otro grupo en una jaula grande con juguetes (grupo enriquecido). Después ella comparó ambos grupos con una familia de ratas alojadas en una caja pequeña sin cosas para jugar. En un período de tan sólo 8 días, los jóvenes enriquecidos desarrollaron cortezas que eran de 7 - 11 por ciento más gruesas las de los otros infantes.⁸ Los investigadores Scheibel y Simonds de la Universidad de California en los Ángeles analizaron los cerebros de niños que murieron entre las edades de 13 meses y seis años. Ellos observaron que ramificación de las dendritas incrementaron inmediatamente después del nacimiento a medida que experiencias sensoriales y motoras que llegaron como torrentes al ambiente de los bebés.⁹

Las ilustraciones de tal crecimiento muestran que "a los 24 meses de edad la corteza frontal de un niño es un verdadero bosquecillo encantado de árboles nerviosos con ocupadas dendritas y cientos de miles de espinillas brillando débilmente".¹⁰

Aplicación en el salón de clases:

Experiencias que proveen una ganancia sensorial enriquecida, más allá de la capacidad de un libro o papel de trabajo, tienen mayor oportunidad de disparar un crecimiento dendrítico e incrementar las conexiones sinápticas. Experiencias de primera mano en el mundo fuera de la escuela y con objetos reales dentro de la escuela evocan una rica entrada sensorial para el cerebro. Visitar el charco, inspeccionar el gusano de tierra de cerca, observar la semilla que se transforma en planta, son las experiencias que desarrollan redes nerviosas. Aprendiendo desde el inicio con experiencia práctica "estar ahí" le adiciona el poder a todas las otras clases de entradas, ya sea inmersión, práctica con objetos reales, práctica con modelos, segunda mano o simbólico.¹¹ Entendiendo que esta red nerviosa, la cual es el sustrato del aprendizaje humano, depende primeramente de las experiencias de primera mano, proporciona a los educadores, nuevas y poderosas razones para dirigir un aula viva que comienza con el mundo real.

Significado Personal: La llave para la memoria.

El cuerpo-cerebro está diseñado para procesar el caos de los miles de trozos de información sensorial que los humanos procesan cada minuto, y darles sentido. De hecho, parte de la definición del aprendizaje es la "extracción de la confusión, de modelos significativos" ¹² El aprendizaje es esencial para sobrevivir como especie. El cerebro eficientemente presta atención a lo que es relevante para la vida diaria, siempre preguntando "¿Qué pasa?, ¿Porqué es importante para mí?". Robin Fogarty recuerda a los educadores que el cerebro humano es muy parecido a un colador ¹³ dejando pasar muchos de los estimados 40,000 pedacitos de información por segundo colectados por los sentidos. Aunque los neurocientíficos aún no han descubierto exactamente cómo se forma una nueva memoria, ellos han descrito el camino que recorre una nueva

información:

Primero, el estímulo sensorial activa las neuronas en el apropiado sitio de la corteza sensorial. Estas sensaciones crudas son después transmitidas a través del tálamo y enviadas al área de asociación sensorial de la neocorteza donde son reordenados en objetos que reconocemos. Después (y casi simultáneamente) la información es enviada a la amígdala para una evaluación emocional y a la corteza frontal para una evaluación de contenido. Basado en su análisis de características físicas de los estímulos, el cerebro empieza a darles sentido.¹⁴ Esencialmente el cerebro pregunta, ¿Esto tiene sentido? , y ¿Me preocupa? Nuevas entradas deben traer valor emocional y contenido útil o el cerebro eficientemente lo ignora.

Como Robert Sylvester lo indica " La memoria es una representación neural de un objeto o evento que ocurre en un contexto específico y contextos emocionalmente importantes pueden crear memorias poderosas.¹⁵ Contrariamente cuando la información carece de sentido personal y de un gancho emocional, las redes neurales necesarias para crear memorias de largo plazo no se forman.

Como prueba sólo considere cómo usted debe haber tratado de aprender todo a última hora para un examen en la universidad, llenado una presentación y después sorprenderse de su contenido cuando el profesor se lo regresó semanas más tarde. Se habrá preguntado si es posible que realmente usted haya escrito ese conjunto de respuestas que ahora le parecen completamente extrañas. Para que la información tenga sentido para un estudiante, el alumno debe ser capaz de formar una conexión emocional y personal.

"Educación es descubrir el cerebro, y éstas son las mejores noticias que pueda haber. Cualquiera que no tenga un completo alcance holístico de la arquitectura del cerebro, de sus propósitos y maneras principales de operar está tan alejado del tiempo como un diseñador de autos sin el completo conocimiento de las máquinas."

- Leslie Hart, 1983

Aplicación en el salón de clases:

Un maestro puede influenciar los tipos de información que los estudiantes reciben, pero solamente los estudiantes pueden darle sentido a la información sensorial recibida, y el sentido que ellos le den estará basado en sus propias experiencias anteriores como han sido codificadas en las redes de neuronas comunicadoras. Los maestros no pueden saber qué es significativo para los estudiantes a menos que conozcan a sus alumnos. Tal conocimiento requiere que enfoquemos nuestros esfuerzos en construir relaciones personales con nuestros estudiantes. Para que los estudiantes construyan ese significado personal del plan escolar, deben ver cómo éste se conecta con sus vidas. Cuando conocemos a los estudiantes, podemos ayudarlos a descubrir esas conexiones.

Afortunadamente, entendiendo el mundo real y sus señales es el objetivo de muchas de los temas clave en nuestro plan escolar. Tal entendimiento es también fundamental para llegar a ser ciudadanos responsables. ¿Cómo pueden los estudiantes aplicar sus recientemente adquiridos conocimientos y habilidades para mejorar sus comunidades? Asociando nueva información y habilidades con cosas que preocupan a los estudiantes, los maestros incrementan las oportunidades para lograr que los estudiantes construyan el tipo de significado que llega a convertirse en una memoria de largo plazo.

Mirando la enseñanza desde la perspectiva del cerebro, vemos la necesidad de un abordamiento diferente de los planes de estudio. Base sus planes en conceptos entrelazados que ayuden a los estudiantes a entender y predecir qué está pasando a su alrededor, en su escuela y sus comunidades. Cree un vínculo entre la enseñanza de habilidades, con proyectos de servicios tales como la limpieza en un arroyo cercano, ayudar a restaurar una comunidad en un ecosistema dañado, o desarrollar un estudio de la naturaleza en áreas de campos escolares. Despertar en los estudiantes su interés natural por buscar el significado mediante preguntas dirigidas a conectar lo que pasa dentro y fuera de su salón de clases; como Kovalik y Olsen recomendaron, los estudiantes deben "estudiar ciencia y matemáticas usadas actualmente en los campos de su interés, resolviendo problemas encarados por su comunidad y enriqueciendo sus propias vidas."

¹⁶ Constantemente pregunte y responda a la pregunta "¿Qué pasa?".

Aprendizaje cuerpo-cerebro y Educadores Ambientales: una asociación natural.

Los educadores que involucran a sus estudiantes de manera significativa con el mundo que los rodea, incrementan su aprendizaje. Como un ejemplo de este caso considere un proyecto reciente que fue dirigido por las educadoras ambientales Barbara Norris y Brenda Russell en la escuela primaria Lewis Carrol en Merritt Island, Florida. "Estudiantes Ambientales Conscientes de Nuestras Costas" (SEAS: siglas en inglés de Students Environmentally Aware of Our Shores) fue un estudio interdisciplinario conducido por alumnos de sexto grado, de la barrera de la isla y de los ecosistemas de la laguna en su comunidad de la Florida. El proyecto les dio a los estudiantes la oportunidad de tener consigo experiencias de primera mano que incluyeron un examen de la calidad del agua, limpieza de las costas y plantación de arbolitos de mangle para ayudar a restaurar aquellos ecosistemas afectados. Norris y Russell dirigieron los objetivos de aprendizaje de lecturas, escritura, ciencias, estudios sociales y matemáticas, por medio de una integración de los temas a lo largo del año conectando y entrelazando conceptos.

Cada estudiante también dirigió un proyecto de investigación individual para apoyar el tema de estudio. Durante el curso del proyecto, 66% de los estudiantes mejoró el porcentaje de calificaciones (en general incrementó un 8.43%) en la parte de comprensión de lectura del Stanford 8. Setenta por ciento de los estudiantes mejoró su porcentaje de calificación (general incremento de 9.29%) en la parte de ciencias del mismo examen.

Considere porqué los estudiantes ganaron tan consistente aprendizaje, desde la perspectiva del aprendizaje cuerpo-cerebro compatible. Los estudiantes se entusiasmaron acerca de los viajes a los ecosistemas estudiados y dieron la bienvenida a frecuentes invitados expertos que hablaron en sus salones (gancho emocional y ricas experiencias sensoriales).

Aprendieron lo divertido de trabajar juntos como miembros efectivos de un equipo para

realizar y completar un trabajo importante (gancho emocional y significado personal). Entendiendo los ecosistemas del río y la laguna contribuyó a la habilidad de los estudiantes de dar sentido al mundo a su alrededor y su trabajo para mejorar esos ecosistemas ganando la aprobación de adultos en la comunidad (gancho emocional y significado personal). El diálogo entre educadores, neurocientíficos y otros que están buscando comprender la biología del aprendizaje humano ha iniciado apenas. Pero ya hay mucho para informar para nuestra práctica. Puede empezar por actuar en tres de las **conclusiones claves** hasta ahora:

El papel de las emociones en enfocar la atención, la importancia de proveer muchas experiencias prácticas y en construir un significado personal desde el punto de vista de los estudiantes.

Por medio de la práctica y el abordamiento de estudios de campo, muchos educadores ambientales están ya un paso adelante actuando en la investigación acerca de los caminos mágicos en los que el cuerpo y el cerebro trabajan juntos para aprender. De cualquier manera, conociendo cómo lo que usted hace se alinea con las conclusiones de los neurocientíficos, puede darle a usted maneras más poderosas de asegurar el éxito de los estudiantes y en construir soporte para éstos programas vitales.

Jane McGeehan, Ed.D. es un maestro retirado de la escuela pública y administrador y actualmente es Director Ejecutivo funcionario de Susan Kovalik & Asociados (www.kovalik.com) y Libros Para Educadores, Inc. www.books4educ.com). El primero proporciona servicios de consulta a educadores que buscan aplicar los hallazgos de investigación de cerebro y el último suministra libros, videos, y otros materiales enfocados en la misma meta.

Martha Suárez es profesor bilingüe en Nuevo León, México.

Notas y Bibliografía:

1. **Leslie Hart, Cerebro Humano y Aprendizaje Humano** (Kent, WA,: Libros para Educadores, 1999), pág. Xi

2. Hart, p. xi.
3. Joseph Le Doux, *The Emotional Brain* (New York: Simon & Schuster, 1996).
4. Candace Pert, *Molecules of Emotion: Why You Feel the Way You Feel* (New York: Simon & Schuster Touchstone, 1999), p. 142.
5. Antonia Damasio, *Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain* (New York: G.P. Putnam Sons, 1994), p. 164.
6. Robert Sylwester, *A Celebration of Neurons: An Educator's Guide to the Human Brain*, (Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 1995), p. 72.
7. Susan Kovalik, *Integrated Thematic Instruction: The Model*, 3rd edition (Kent, WA: Susan Kovalik & Associates, 1997), p. 134.
8. Marian Diamond and Janet Hopson, *Magic Trees of the Mind: How to Nurture Your Child's Intelligence, Creativity, and Healthy Emotions from Birth Through Adolescence* (New York: Penguin Putnam, 1998), p. 104.
9. Roderick Simonds and Arnold Scheibel, "The Postnatal Development of the Motor Speech Area: A Preliminary Study," *Brain and Language* 37, 1989, pp. 42-58.
10. Diamond and Hopson, p. 107.
11. Kovalik, 1997, pp. 79-84.
12. Hart, p. 127.
13. Robin Fogarty, *Brain Compatible Classrooms* (Arlington, IL: SkyLight Training and Publishing, 1997), p. 36.
14. Pat Wolfe, *Mind, Memory, and Learning: Translating Brain Research to Classroom Practice* (Napa, CA: Self-published trainer's manual, 1997), p. 8.
15. Sylwester, p. 96.
16. Karen Olsen and Susan Kovalik, "How Emotions Run Us, Our Students, and Our Classrooms," *National Association of Secondary School Principals (NASSP) Bulletin*, May 1998, p. 96.