

Fisiología cerebral y algunas de sus consecuencias en el proceso de aprendizaje

Oscar Barberá y Jaime Sieres

*Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals
Universitat de València*

Introducción

El que estemos trabajando continuamente con teorías psicológicas sobre el proceso del aprendizaje se debe, únicamente, a que carecemos de los conocimientos necesarios acerca del funcionamiento del cerebro a nivel fisiológico en lo que concierne al proceso de aprendizaje. De todas formas, aunque no esté desvelado totalmente aún este misterio, no es cierto que lo desconozcamos en su totalidad. Roger W. Sperry ha propuesto un modelo que se basa de forma sólida en estudios neurofisiológicos y neuropsicológicos, que le llevó a obtener el Premio Nobel de Medicina en 1981 después de más de veinte de años de investigación sobre el tema. Hace referencia este modelo a la especialización lateral del cerebro.

Ahora conocemos por medio de los trabajos de Sperry, Ornstein y otros investigadores, que estos hemisferios cerebrales están especializados en modos discretos relativos al pensamiento:

el hemisferio izquierdo se especializa en los modos lógico, analítico, racional y cuantitativo de pensamiento, en contraste con el derecho que se dedica a lo intuitivo, imaginativo, integrador y holístico. Simplificando mucho el modelo de Sperry, podemos decir que de la parte racional del pensamiento humano es reponsable el hemisferio cerebral izquierdo, y que la intuitiva y perspicaz es procesada por el hemisferio derecho. Estos dos hemisferios se interconectan funcionalmente por medio del cuerpo calloso. El cerebro está formado en los humanos por aproximadamente 10^{13} células, de las que 10^{12} son neuronas de los dos hemisferios cerebrales, que se localizan principalmente en el córtex. Unos doscientos millones de estas células de cada hemisferio se encuentran interconectadas sinápticamente por medio del cuerpo calloso (figura 1).

En resumen, los dos tipos de intelecto, el verbal y el no verbal, se encuentran representados de forma separada en los hemisferios cerebrales

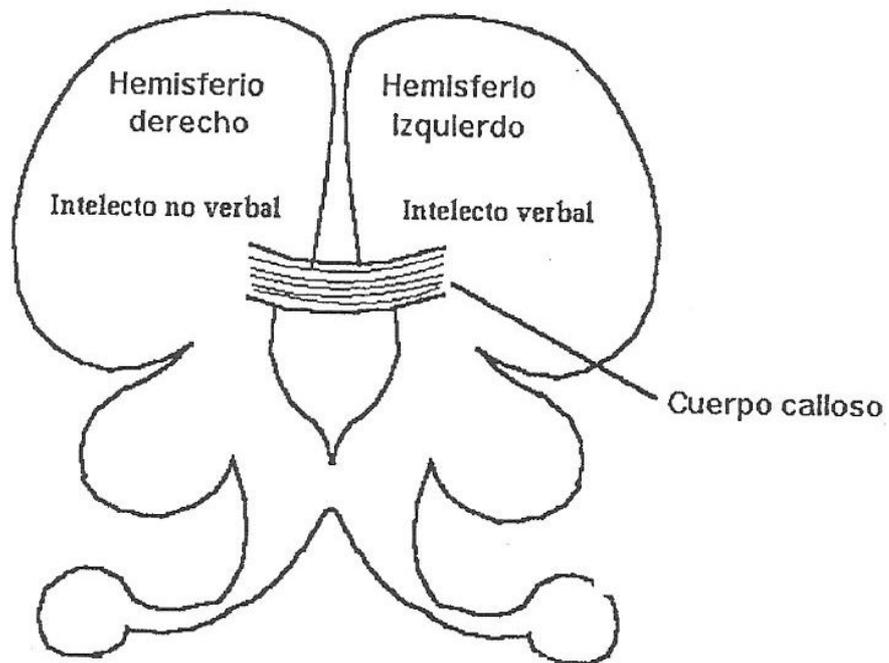
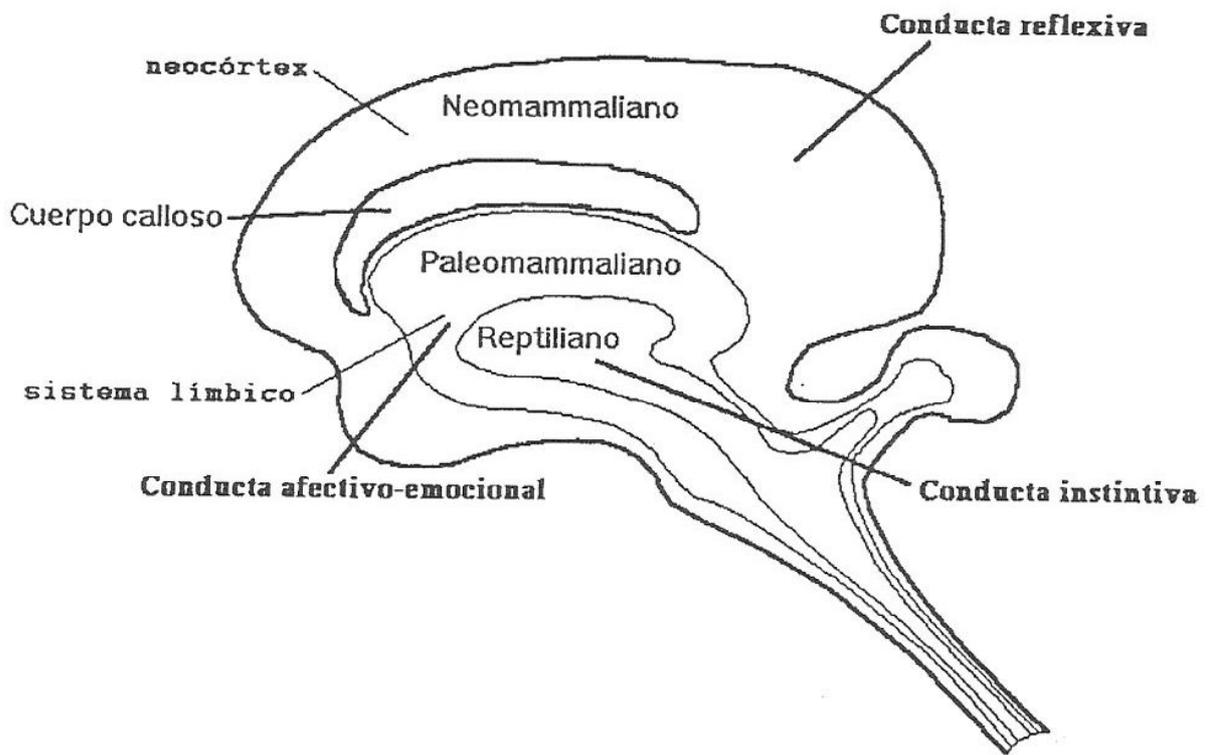


FIGURA 1
ESQUEMA DE CORTE MEDIAL (ARRIBA) Y SAGITAL (ABAJO) DEL CEREBRO HUMANO, MOSTRANDO SUS PARTES PRINCIPALES Y SUS FUNCIONES GENERALES

izquierdo y derecho, respectivamente (Sperry, 1964 y 1982).

Consecuencias de la teoría de lateralización cerebral

Estas conclusiones, junto con el hecho conocido de que existen diferencias fisiológicas entre los componentes de nuestra especie, nos lleva a pensar sobre algunos aspectos. Uno de ellos es la diferente primacía que existe entre los modos de razonamiento preferidos por mujeres y hombres. Debido a que la química de los dos sexos de nuestra especie no es idéntica, incluyendo toda una serie de hormonas que afectan a la función cerebral, es lógico pensar que existan diferencias mentales entre mujeres y hombres. Podemos pensar que las diferencias fisiológicas que hay que buscar a la hora de explicar las preferencias por un modo u otro de pensamiento, deben estar relacionadas con la medida en que la información es compartida por ambos hemisferios cerebrales, por lo que el cuerpo calloso es un objetivo claro de estudio. Hoy sabemos que las mujeres, estadísticamente, poseen un cuerpo calloso claramente mayor en tamaño que el de los hombres, lo que supone, de nuevo de forma estadística, que poseen un mayor número de interconexiones entre ambos hemisferios. Quizá sea por esta razón por lo que el tiempo de tránsito mental entre ambos hemisferios es también menor en mujeres que en hombres.

Una tercera y quizá más significativa diferencia entre los representantes de los dos sexos humanos, es que el cuerpo calloso de las hembras, comparado con el de los machos, madura a una edad más temprana. Este proceso de maduración implica la formación de una vaina alrededor de las fibras axónicas del cuerpo calloso, y suele tener lugar a una edad que oscila entre los nueve y los doce años. Estudios realizados sobre este proceso de maduración, indican claramente que las niñas lo llevan a cabo unos tres años antes que los niños, por lo que de una niña de trece años de edad se puede esperar que sea potencialmente muchos más madura que un niño de la misma edad, siempre en términos de la disponibilidad de comunicación inter-hemisférica.

Estas desigualdades fisiológicas cerebrales, unidas a otras muchas existentes entre niñas y niños y entre mujeres y hombres, deben ser las responsables de las diferencias existentes entre los modos de pensamiento utilizados preferentemente por unas y otros.

En lo referente al efecto relativo que sobre la función cerebral ejercen la naturaleza misma del individuo y la crianza a que es sometido, se piensa que las preferencias por una lateralización u otra son debidas en un 30% a las condiciones naturales, y en un 70% a las características de su crianza (Herrmann, 1988a y b). En esta crianza se incluye el ámbito familiar, el impacto cultural, el adiestramiento y el medio ambiente circundante. Debido a esto, el resultado de las compara-

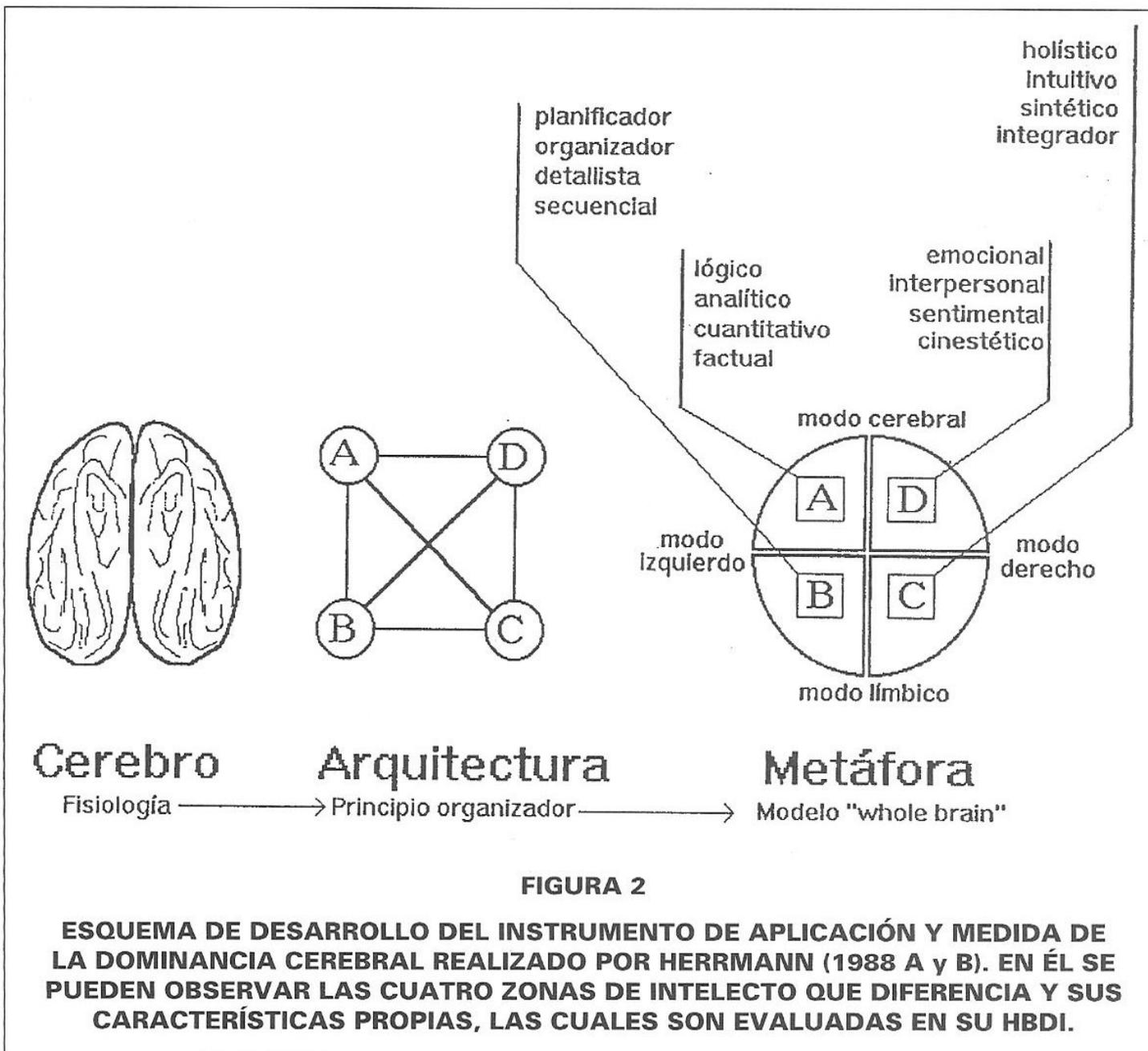
ciones entre hembras y machos de nuestra especie varía sustancialmente dependiendo de las culturas en las que sus cerebros maduran (Spinola, 1988).

Esta teoría de lateralización cerebral está comenzando a producir aplicaciones, algunas de las cuales ya están poniéndose en práctica en la sociedad. Una de ellas, reflejo del caso que exponíamos como ejemplo acerca de las diferencias de forma de razonamiento entre mujeres y hombres, es la creación de grupos de trabajo "whole brain": debido a las diferencias significativas existentes, es conveniente crear grupos en los que la distribución de ambos sexos esté equilibrada. Concretamente, Herrmann propone que en un grupo de 18 individuos en tareas de enseñanza-aprendizaje, la combinación de 8 mujeres y 10 hombres representa el ideal para que las formas verbal y no verbal queden equilibradamente representadas en el trabajo del grupo (Herrmann, 1988a y b). Un área en que se están aplicando fuertemente estas teorías es la empresarial. Grandes industrias como IBM, Hewlett-Packard, 3M o General Electric, están haciendo entrar por la puerta grande la palabra creatividad en los negocios—concepto íntimamente ligado a la zona derecha del cerebro—, y forman grupos de investigación industrial basándose en las características cerebrales individuales. Naturalmente, para estos propósitos es necesario el desarrollo de un instrumento de medida de la dominancia cerebral, y éste ha sido diseñado por Ned Herrmann (figura 2), un ex-ingeniero

de General Electric que durante más de diez años ocupó el cargo de director del departamento de educación para la dirección empresarial en esta multinacional. Su instrumento, el Herrmann Brain Dominance Instrument, conocido como HBDI (Herrmann, 1988b), se emplea actualmente tanto a la hora de proporcionar consejo para elegir pareja o estudios superiores, como en la recuperación de alcohólicos o en la formación de un grupo de personas que han diseñado para Hewlett-Packard una factoría del futuro, que este mismo año será puesta en marcha en Puerto Rico (Cocks, 1990). Como curiosidad podemos decir, que los conocidos papeles adhesivos para notas de la empresa 3M, Post-it, fueron ideados en sesiones de imaginación y creatividad por un grupo "whole brain" de esta empresa.

Aplicaciones de la teoría

Aunque parece que esta teoría ha arraigado en algunos sectores sociales al ser aplicada con éxito, en el sector educativo, que debiera ser su mejor banco de pruebas, apenas ha incidido. Parece que tan sólo la educación musical y la de artes plásticas ha tratado, en algunos de sus sectores, de adoptarla. Tradicionalmente, tanto el sistema educacional como la ciencia en general, ha tendido a minusvalorar e incluso ignorar la forma no verbal de pensamiento. De forma paralela, la sociedad occidental se ha construido en base a las actividades racionales e intelectuales de la parte izquierda del



cerebro, discriminando lo emocional e intuitivo, característico del hemisferio derecho. Esta manera de repartirse las funciones en el cerebro es distintiva de la especie humana.

Una observación simple de la vida diaria da pie a pensar, al menos a nivel de la conjetura, que el cerebro humano no es muy simétrico en su funcionamiento: la mayoría de la gente tiene preferencia por la mano derecha, que es controlada por el lado

izquierdo del cerebro. Las capacidades lingüísticas residen también preponderantemente en el lado izquierdo. Esta es la razón de ser de la antigua creencia de que el hemisferio cerebral izquierdo era el dominante, considerando al derecho como subordinado. Esta concepción ha sido revisada a la luz de las recientes investigaciones, y se ha demostrado que cada hemisferio posee sus propios talentos específicos. Así, entre aquellos para los que es

dominante el córtex del lado derecho, se incluyen ciertas predisposiciones y aptitudes para la música y para el reconocimiento de complejos patrones visuales, como el que presentan las caras. También al hemisferio derecho concierne particularmente la expresión y el reconocimiento de la emoción. Hace pocos años que se reconoce que estas asimetrías funcionales están decididamente asociadas con las anatómicas, y hoy se investiga ya su extensión a especies animales distintas de la humana.

El empleo preferente de una de las manos es una de las manifestaciones más enigmáticas y comunes de la dominancia cerebral. Son muchos los animales en los que se presenta este fenómeno, aunque no existe, excepto en el humano, la preferencia por ser diestros. Entre los de nuestra propia especie, no son zurdos más del 9%. Quizá esta inclinación represente una especialización propia tan sólo del cerebro humano, y son fuente de controversia los mecanismos genéticos y la heredabilidad que regulan el empleo preferente de una de las manos. En ratones se ha demostrado que el continuo emparejamiento de animales con preferencias diestras, no aumenta esta inclinación en sus descendientes. Algo muy distinto ocurre en el hombre, lo que ha llevado a proponer una teoría en la que se predice la existencia en él de un alelo de un par de genes que favorece el desarrollo del manodestrismo, mientras que no hay ningún alelo complementario que haga lo propio con el manosinistrismo. Esta teoría ha

obtenido un fuerte apoyo con la demostración de diferencias en la distribución de asimetrías morfológicas cerebrales entre zurdos y diestros en la especie humana (Geschwind, 1979).

Sin embargo, no se debe exagerar la especialización de ambos hemisferios aislados. Por ejemplo, aunque sea la parte izquierda la mayor responsable del área del lenguaje, la mitad derecha del cerebro posee, sin duda alguna, una capacidad lingüística rudimentaria. Son muchas las tareas en las que los dos hemisferios actúan coordinadamente (Springer y Deutsch, 1988).

Simplificando esta dicotomía, y teniendo muy presente la forma coordinada de trabajar de ambos hemisferios, podemos decir que la parte izquierda es la encargada de palabras y números, con lo que su procesamiento es lineal, secuencial, lógico, analítico, explícito y concreto. Carece de imágenes, y está unida a la memoria y al tiempo. Su carácter, unido a la información y al detalle, hace que sea controlable, conservadora, organizada, administrativa, estructurada y conformista. Sus principales atributos son los del pensamiento vertical y convergente. La parte derecha es principalmente no verbal y espacio-visual. Su procesamiento se caracteriza por ser simultáneo, intuitivo, emocional, difuso y simbólico. No está ligada a la memoria y al tiempo, sino al espacio. Por ello sus principales cometidos son los modelos, las relaciones espacio-visuales y los sentimientos, lo que la

hace muy libre, espontánea, creativa, espiritual y musical. Es el lugar de residencia del pensamiento lateral, paralelo, divergente y creativo. Todos nos situamos en una posición intermedia entre los dos modos de pensamiento, manteniendo un equilibrio. Muchas actuaciones, como por ejemplo hablar en público, requieren un ajustado balance entre las dos formas.

La capacidad de ambos hemisferios se muestra de manera espectacular en los relatos de los llamados grandes científicos e inventores. Todo proceso de descubrimiento o de creación de algo nuevo ha sido precedido generalmente de un periodo prolongado de reflexión, esencialmente lógico y lineal, dedicado a la definición y redefinición del problema. Posteriormente llega un periodo en que se presenta una respuesta, y en la fase final resta evaluar la solución intuitiva y presentarla en forma en que pueda ser traducida y adaptada al problema. A menudo, las descripciones que realizan los descubridores son imprecisas en lo que se refiere al camino por el cual alcanzaron de forma intuitiva la solución al problema que tenían planteado, declarando que la respuesta les llegó de forma súbita (Weisberg, 1987). Los relatos proporcionados por personajes como Kekulé, Goodyear o Darwin son muy ilustrativos (Barberá, 1989).

En estos ejemplos, al igual que otros muchos, la imaginación interior y la metáfora (que consiste en reconocer el lazo existente entre dos cosas aparentemente inconexas), parecen

ser las claves del mecanismo por el cual la consciencia verbal se apoya en la que ha creado el pensamiento no verbal. Conocemos que el hemisferio derecho está especializado en el tratamiento de imágenes y de relaciones no lineales, por lo que parece muy plausible que esta zona del cerebro constituya la fuente principal de la intuición creativa, debido a su aptitud para combinar elementos diversos y para identificar las estructuras y las relaciones (De Bono, 1985; Williams, 1986).

Todo este modelo que estamos presentando no es nuevo, pero sí lo es la base neurofisiológica y neuropsicológica en la que se apoya. Se han mostrado buenas razones para creer que existen dos sistemas de memoria separados, y esto debe ser incorporado a las acciones de enseñar y aprender (Geschwind, 1979; Vella, 1988). Las clásicas actividades que se dan en un aula se pueden dividir en dos tipos según la zona del cerebro que domine en ellas: podemos considerar que la parte verbal (izquierda) domina en las actividades de análisis, toma de notas, evaluación, organización, creación de planes, resolución de problemas numéricos o cerrados, formulación de preguntas, etc. La zona derecha será preferida en las de visualizar, asociar, modelar, dibujar, resolver problemas abiertos, realizar analogías, imaginar, responder al lenguaje corporal, etc.

Con este modelo podemos razonar que la enseñanza tradicional, basada principalmente en el profesor que imparte clases magistrales, depende sobre todo de la actividad de me-

morizar, cualidad residente en la parte izquierda de la mente. La enseñanza no tradicional se basa no sólo en el profesor, sino también en el alumno, empleando distintas estrategias para producir el aprendizaje. Está más relacionada con la lectura, el uso del conocimiento adquirido, el entendimiento y el desarrollo. En la enseñanza tradicional, el profesor ejerce como fuente de información, asumiendo los alumnos el papel de receptores pasivos. Tanto para el profesor como para el alumno, esta actividad se centra principalmente en el hemisferio izquierdo. En la enseñanza no tradicional, el profesor no es sólo una fuente de información, sino también un guía, un director que facilita el aprendizaje y un compañero a la hora de aprender, lo que hace que el alumno participe como descubridor activo. En esta modalidad, tanto el profesor como el alumno, precisan de ambas partes de la mente para poder llevarla a cabo, lo que facilita su desarrollo.

Utilizar plenamente ambos hemisferios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no implica en absoluto abandonar los libros de texto y las lecciones magistrales. Estas prácticas docentes siguen siendo válidas en este modelo. Lo único que se debe proponer es intentar equilibrar estas prácticas con otras técnicas mejor adaptadas a la especialización del hemisferio derecho. Williams (1986) propone como técnicas el uso de las metáforas, la visualización, el viaje imaginario, el aprendizaje multisensorial y la experiencia directa.

Debemos decir que estas técnicas

están ya siendo utilizadas en algunas disciplinas, entre las que incluye la música y la lengua. Entre nosotros, Sieres (1990) utiliza estas técnicas en Educación para la Salud con el fin de mejorar los resultados obtenidos con la metodología tradicional: en efecto, que duda cabe que los alumnos (y la población en general) saben que el consumo excesivo de calorías, o el fumar, son hábitos nocivos, y sin embargo pocos son los que adoptan conductas saludables después de seguir un curso de salud. El análisis de las metáforas de los alumnos o la utilización del pensamiento divergente, permite una mejor interiorización de los contenidos (De Bono, 1985).

De hecho la utilización del pensamiento metafórico constituye una nueva línea de investigación en didáctica. El análisis de las metáforas usuales empleadas sobre temas de salud evidencia que para el subconsciente la salud es "un combate" y una "lotería". A partir de ahí devienen lógicas las conductas no saludables de parte de la población. Si consiguiéramos que las metáforas hablaran de "transacciones", de "evolución", de "equilibrio", creemos que observaríamos otros tipos de conductas.

En cuanto al pensamiento divergente, se basa en la creencia que todo es perfectible, aunque haya que dar un rodeo. Su utilización permite a veces aflorar ideas que los tabúes de la lógica mantienen escondidas. También permite abordar problemas conocidos de manera novedosa. Así, si proponemos a los alumnos de Educación

para la Salud que diseñen un plan, lo más detallado posible, para que se fume más, aparecerá toda una serie de propuestas donde podremos leer entre líneas lo que habría que hacer para que se fume menos, pero que no hubiesen sido expresadas preguntandolo directamente.

A modo de conclusión, podemos decir que las teorías psicológicas sobre los mecanismos del proceso de enseñanza-aprendizaje, han proporcionado hasta la fecha importantes servicios a los docentes. Sin embargo, en la actualidad la investigación didáctica no debería ignorar los avances que se han alcanzado en los últimos años acerca del proceso fisiológico que conlleva el acto de enseñar-aprender. Trabajando conjuntamente las dos vertientes de un mismo problema, se encontrarán teorías y soluciones satisfactorias para el progreso de nuestro propósito docente.

Bibliografía

- Barberá, Ó. (1989). "Aproximación a los procesos de creatividad científica". *Didáctica de las Ciencias 1*, 37-41.
- Cocks, J. (1990). "Let's get crazy". *TIME*, June 11.
- De Bono, E. (1985). *Réfléchir mieux* (Les Éditions d'Organisation: Paris).
- Geschwind, N. (1979). "Especializaciones del cerebro humano". *Investigación y Ciencia 38*, 128-138.
- Herrmann, N. (1988a). *The creative brain* (Brain Books: Lake Lure, NC, EUA).
- Herrmann, N. (1988b). "*Measurement of brain dominance*". *International Congress on Cerebral Dominances*, Munich.
- Sieres, J. (1990). "*Right Cerebral hemisphere : a new approach for Health Education*". *II European Conference on Health Education*, Varsovia.
- Sperry, R. (1964). "The great cerebral commissure". *Scientific American 210*, 42-52.
- Sperry, R. (1982). "Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres". *Science 217*, 1223-1226.
- Spinola, R. (1988). "Characteristics of corporate cultures as expressed by brain dominances". *International Brain Dominance Review 5*, 22-28.
- Springer, S. y Deutsch, G. (1988). *Cerebro izquierdo, cerebro derecho* (Alianza: Madrid).
- Vella, F. (1988). "Teaching for the two sided mind". *Biochemical Education 16*, 10-11.
- Weisberg, R.W. (1987). *Creatividad. El genio y otros mitos* (Labor: Barcelona).
- Williams, L.V. (1986). *Deux cerveaux pour apprendre. Le droit et le gauche* (Les Editions d'Organisation: Paris).