La creación científica y sus orígenes

◆

HUGO ARÉCHIGA

¿Es la ciencia una actividad creativa? Mientras que a la obra artística no suele regateársele ese atributo, la ciencia ha sido reducida a menudo a una mera descripción de la naturaleza y el científico a la de un observador adiestrado en un método que le permite sistematizar y explicar las propiedades del mundo en que vive o las de sus propios actos. Esta actitud no es reciente: ya entre los antiguos griegos, la inspiración, madre de la creatividad intelectual, era infundida a los artistas por ocho bellas musas, mientras que sólo una ciencia, la astronomía, contó con musa protectora y, desde luego, ninguna impulsó la inventiva de Hefaistos o la de los asclepíades. Recientemente, la matemática ha sido rescatada para su inclusión entre las actividades creativas, pero a la vez se ha cuestionado su lugar entre las ciencias. El tema cobró actualidad en México hace algunos años, cuando, para reconocer la calidad de la producción de artistas y científicos, el gobierno estableció para los primeros el Sistema Nacional de Creadores de Arte, mientras que los segundos se incorporaron en el modesto Sistema Nacional de Investigadores.

Pero ¿qué podemos entender por *creación intelectual*? Según los diccionarios, crear significa "producir algo de la nada", acción considerada antiguamente atributo exclusivamente divino. Así, la *Enciclopedia británica*, en su primera edición de 1771, define la *creación* como "la producción de algo a partir de nada, lo cual, estricta y propiamente, es efecto sólo del poder de Dios; toda otra creación es sólo transformación o cambio de forma". En consecuencia, todo intento humano de atribuirse facultades creativas sería mera vanagloria. Sea por ello, o por falta de algún término más adecuado, en tiempos recientes la creación se ha incluido entre las facultades del intelecto humano y los actuales diccionarios ya adscriben al vocablo *creativo* la acepción alusiva a individuos dotados de la facultad de producir cosas nuevas, incluido el dominio de las ideas. Se acepta sin reparos que la ciencia ha llevado a la creación de materia a partir de energía y de vida a partir de materia inerte, pero ello se acredita más bien a lo que Bertrand Russell llamó la "técnica científica" y no demuestra que el descubrimiento científico sea un acto creativo. De hecho, el mismo término *descubrimiento* sugiere la revelación de algo ya existente, no la producción de algo nuevo, y aún subsiste la noción de que *el artista crea, el científico descubre y el técnico inventa*. Los propios científicos han contribuido a generar esta imagen y todavía en el siglo XIX von Helmholtz proclamaba como la aspiración del científico el "encontrar las leyes de la naturaleza". La meta de la propia ciencia sería descubrir el orden natural del mundo, identificando las relaciones ya existentes entre los objetos, en forma análoga a la exploración de nuevos territorios, sin tener a menudo una idea clara de lo que estaría al final de la búsqueda, y la realidad sería independiente de la representación mental que tuviera el descubridor, siempre ajeno al sistema de estudio.

Sin embargo, se acepta que el mundo de las ideas –la "noosfera" de Teilhard de Chardin–, está poblado exclusivamente por criaturas de la mente humana y que muchas de ellas son producto de la ciencia; de hecho, si evaluamos la expansión del patrimonio cultural a través de la creación de nuevos vocablos, no hay duda de que la mayoría de los que han ampliado los diccionarios en los últimos tiempos provienen de la ciencia y la técnica. Hoy, la epistemología constructivista propone que todo modelo científico es de suyo una construcción mental del universo,

producto de un intercambio entre el intelecto y el mundo externo, y hace poco se ha llegado aun a negar validez a los postulados de la ciencia moderna, por considerarlos demasiado subjetivos. En suma, los conceptos científicos tienen un origen mental indistinguible de los propios del arte o de otras manifestaciones del intelecto. Más todavía, autores como Arthur Koestler han ampliado la acepción de creatividad para incorporar la sensibilidad humorística e incluso algunos actos conductuales de primates.

En esta gama tan amplia de interpretaciones, no debiera preocuparnos si la ciencia es o no una actividad *creativa*, y el problema podría ser sólo de índole semántica, pero, por otra parte, la sociedad depende en forma creciente del conocimiento y, por tanto, de la creatividad. La ciencia y la tecnología se convierten en fundamentos de las aspiraciones para alcanzar mejores niveles de vida. Se habla de la *Revolución del conocimiento* como la próxima etapa en el desarrollo de la humanidad y ninguna nación se resigna al rezago. La "fuga de talentos" se cuenta entre los graves problemas de cualquier país y se espera de los sistemas educativos que preparen a los jóvenes para ser *creativos*. Se busca afanosamente definir los determinantes sociales de la creatividad, y no faltan los proyectos de generar un nuevo Siglo de Pericles o un nuevo Renacimiento en algún país en desarrollo. No hace mucho, un gobierno latinoamericano estableció un Ministerio del Desarrollo de la Inteligencia, clara manifestación del eterno interés en promover las condiciones sociales para nutrir la creatividad intelectual. Resulta entonces importante el entender lo que es el *acto creativo*.

En años recientes, la psicología y las neurociencias han encontrado nuevas formas de estudiar la actividad intelectual y se antoja ya cercano el tener una explicación del largamente buscado sustrato neurobiológico y aun el sustrato molecular de la creación intelectual. ¿Será posible encontrar el circuito neuronal de la creatividad?, si así fuera, ¿podría incorporarse en una máquina, produciendo un Golem creativo? o bien, ¿podrá identificarse un gen de la creatividad?, ¿y mediante ingeniería genética el producir una nueva raza de seres creativos? ¿Qué tan cerca estamos de realizar estas aspiraciones o sufrir estas pesadillas?

El origen mental del acto creativo

Hace tiempo que la psicología llegó a una descripción satisfactoria de los determinantes de lo que llamamos *acto creativo*, entendido éste como la producción de un nuevo concepto. Se reconocen varias etapas en el proceso:

Búsqueda. La creación intelectual suele ser consecuencia de una intensa búsqueda interior, sea para resolver un problema científico, sea para expresar un sentimiento, ya para inventar un artefacto, ya para alcanzar un trance místico. Esta fase tiene un importante tono afectivo, de intensidad proporcional a la magnitud de la tarea, por lo común de gran sufrimiento, referido comúnmente como la *agonía* que precede al acto creativo. La frustración producida por intentos infructuosos eleva la emotividad.

Excepcionalmente, puede haber raptos de creatividad sin aparente afán previo, justificando el *dictum* de Picasso: "Yo no busco, encuentro." Además, el éxito de la búsqueda depende del estado de preparación emocional y mental para realizar la obra. Esa constelación de fuerzas inconscientes constituye el *estro*, propio de la creación artística, en clara alusión a las manifestaciones psicológicas y vegetativas propias de la motivación reproductiva, lo que fue ampliamente reconocido por Freud al postular el importante papel de la libido en la gestación de actos creativos.

Esta etapa es común en las distintas formas de creación intelectual. Así, Albert Einstein aludía al "sentimiento cósmico religioso" que inspiraba sus reflexiones sobre el universo y Henri Matisse caracterizaba la tarea del artista como "la búsqueda de un carácter mas verdadero y esencial de las cosas, para lograr una interpretación más verídica y duradera de la realidad"; de hecho, la exploración de la luz y de la visión ha sido espacio de convergencia del interés de científicos, artistas y tecnólogos.

Revelación. Sea en forma consciente o, a menudo, inconsciente, brota la solución al problema, se reconoce de inmediato y provoca el estallido de júbilo, manifiesto en el ¡eureka! de Arquímedes o el *éxtasis*, del artista que logró plasmar su sentimiento en forma sensible, o del místico que tuvo la vivencia del encuentro con la divinidad. Con criterio comparativo, pueden incluirse en esta etapa las cabriolas del mono de Kohler al resolver el problema de apropiarse el fruto inaccesible. Esta fase puede ocurrir durante el sueño, o durante una vigilia de reposo, luego de fracasar previamente en la búsqueda. La postulación de Galeno del papel del quiasma óptico en la visión de profundidad, el modelo cíclico de la molécula de Benzeno ideado por August Kekulé y las series matemáticas fuchsianas de Poincaré son algunos de los muchos ejemplos de soluciones a problemas científicos encontradas durante el sueño. En el arte hay un amplio catálogo de experiencias similares. El papel fundamental de los procesos inconscientes en la creación intelectual ha sido reconocido de manera rotunda por Einstein al afirmar que "no se puede alcanzar ningún conocimiento del mundo empírico sólo mediante el pensamiento lógico". Desde luego, también la solución de problemas en otras esferas de la actividad humana tiene orígenes mentales similares; así, por ejemplo, Mahatma Gandhi refería haber concebido durante un sueño, en Madrás, la idea del Jartal como instrumento en su campaña por la independencia de la India.

Reconocimiento. Una vez que brota la solución, y luego del júbilo correlativo, se apartan los caminos del científico y del tecnólogo, de los del artista y el místico. Éstos se quedan con la obra o con la verdad encontrada. Aquellos deben todavía someter sus productos intelectuales al escrutinio del método científico, del que depende la ubicación de la nueva idea en el contexto del modelo del mundo, de lo que Thomas Kuhn llamó el "paradigma" dominante. Si logran incorporarlos, quedan ya establecidos y se ha realizado la expansión correspondiente en el conocimiento o el poderío humano; de no ser así, se asiste a lo que Thomas Huxley calificó como "la tragedia cotidiana del asesinato de una hermosa idea por un horrible hecho". En la fase inicial del reconocimiento hay un claro componente estético. La solución encontrada, además de correcta, resulta bella. Así, James Watson refiere que, al idear con Francis Crick el modelo de la doble hélice para representar la estructura de la molécula de ácido desoxirribonucleico, la figura resultaba "demasiado hermosa para no ser correcta".

Hay, desde luego, otra etapa común a los distintos géneros de la creación y es el lograr la aceptación de la sociedad, empezando por la de los propios pares. De ello depende que el nuevo producto sea incorporado al cuerpo de conocimiento o al patrimonio científico, cultural o social. Sea en ciencia, en arte, en técnica o en el terreno religioso, muchas contribuciones han debido esperar largo tiempo, antes de que se las acepte cabalmente. Recordemos, como ejemplos, el casi medio siglo que se tomó la aceptación de las leyes de Mendel, del tiempo aún mayor que tardó la aceptación del modelo heliocéntrico de Copérnico, el gran número de científicos, artistas y tecnólogos que han muerto antes de que sus obras recibieran algún reconocimiento y los mártires de religiones que nunca llegaron a conocer los frutos de su creación. De hecho, la matrícula de los creadores de nuestra cultura está poblada de precursores que nunca lograron incorporar sus productos intelectuales en los paradigmas de su tiempo.

El sustrato cerebral de la creación intelectual

Establecer la relación entre la actividad mental y el funcionamiento cerebral es una antigua meta de la ciencia. Ya Hipócrates, hace veintitrés siglos, al rechazar el origen sagrado de la epilepsia, la atribuyó a trastornos del cerebro, al cual postuló como "el órgano del entendimiento". Galeno, cuatro siglos después, se preguntaba sobre la posible relación cuantitativa entre la capacidad intelectual y el tamaño del cerebro, negando, por cierto, la existencia de tal correlación, algo que fue olvidado en siglos ulteriores. El dualismo cartesiano reivindicó para la ciencia sólo la comprensión de la máquina humana, dejando al intelecto, con el resto del alma, en el dominio de la fe. La neurología del siglo XIX mostró la relación entre trastornos mentales y lesiones cerebrales; así, Paul Broca realizó la asombrosa demostración de que algo tan entrañablemente humano como el habla es consecuencia de la actividad selectiva de

una región de la corteza frontal de uno de los hemisferios cerebrales, el mismo que comanda el movimiento del brazo dominante, y fue en virtud de la lesión de ese mismo lóbulo en el cerebro de Phineas Gage, como se encontró la causa de los graves desórdenes en la personalidad de ese paciente.

La neurohistología, con Santiago Ramón y Cajal a la cabeza, concibió el cerebro como una colosal red de cien mil millones de neuronas, cada una conectada con otras diez mil, y el reto para el neurobiólogo ha sido desde entonces explicar el acto mental en términos de relaciones entre estas unidades. La neurofisiología de principios de siglo, con Charles Sherrington al frente, imaginó el desarrollo de un pensamiento como la operación de un "telar encantado, en el que millares de lanzaderas se entretejen, formando un patrón siempre cambiante". Con este modelo en mente, William James imaginó el "pensamiento razonado" (diferente del "habitual") como consecuencia de la capacidad de "partes del sistema" para focalizar su actividad en pequeñas localizaciones, con infinitas variaciones en el tiempo, e irradiando en incontables direcciones", y anticipó que "el descubrir ... de qué sustancias o mecanismos moleculares depende este equilibrio inestable en el cerebro humano, debe ser la tarea del fisiólogo interesado en comprender el tránsito de la bestia al hombre". Seguir el rastro de un pensamiento, o de cualquiera de los procesos de la creación intelectual, parecía entonces punto menos que imposible. Sin embargo, se continuó avanzando. Iván Petróvich Pávlov propuso como sustrato del aprendizaje la formación de asociaciones entre neuronas en la corteza cerebral y Wilder Penfield logró evocar en sus pacientes escenas completas, sumergidas en el olvido por décadas, mediante la estimulación eléctrica de regiones específicas en el lóbulo temporal del cerebro. Otra importante contribución de este neurólogo fue el establecer que las áreas del cerebro que participan en la realización de movimientos finos, como los de la mano, o en la percepción táctil más precisa, como en la yema de los dedos, ocupan más espacio en el cerebro que la áreas correspondientes a la realización de movimientos burdos o de sensaciones imprecisas. Resulta claro, así, que la calidad de la operación sensorial o motriz depende del número de neuronas comprometidas en su ejecución.

Paralelamente, James Olds logró identificar todo un "sistema de recompensa" en una región filogenéticamente muy antigua del cerebro, el llamado sistema límbico, que, independientemente de la naturaleza de la acción, produce las manifestaciones conductuales del placer. Ahí podrían integrarse los poderosos sentimientos suscitados por la creación intelectual, y quizá sea ese mismo el sustrato de la formación de adicciones. Arthur Koestler, para explicar la creación intelectual, propuso como factor medular el establecimiento de una "bisociación" entre "matrices" de diferente ubicación en el cerebro, que, al asociarse bajo impulsos voluntarios o inconscientes, generan una nueva imagen. Roger Sperry, por su parte, al seccionar las conexiones neurales entre los dos hemisferios cerebrales, encontró que uno de ellos, el que comanda el habla, retiene la aptitud para integrar pensamientos analíticos, mientras el otro organiza la actividad intuitiva. La creación intelectual, entonces, implicaría un tráfico entre ambos hemisferios. Donald Hebb propuso que la formación de nuevos conceptos requeriría el "reforzamiento" de conexiones entre neuronas en el cerebro. La electroencefalografía mostró que la realización de operaciones mentales, aun las más sencillas, tales como una operación aritmética simple, desincronizan la actividad eléctrica en la corteza cerebral y, más recientemente, se han encontrado fenómenos eléctricos específicamente relacionados con la adquisición o generación de ideas, como los P300, potenciales eléctricos suscitados 300 milisegundos luego de producirse un estímulo sensorial y selectivamente relacionados con lo novedoso e interesante, o los "potenciales cognitivos", que aparecen cuando un sujeto espera recibir algún estímulo. Por último, durante la realización de actividad mental, se han registrado oscilaciones eléctricas selectivas en el cerebro, con una frecuencia de 10 hz, que recorren la corteza cerebral con una velocidad similar a la que se lleva el pensar. ¿Estaremos ante el sustrato eléctrico del pensamiento?

La química no va a la zaga, y el reto de William James no ha quedado sin respuesta; se han encontrado mensajeros moleculares que transmiten información entre las neuronas de la corteza cerebral; algunos de ellos, del grupo de las aminas, tienen acciones moduladoras generales y podrían participar en la elevación del tono propio del *estado creativo*. De hecho, hace ya medio siglo, cobró gran interés entre artistas y en círculos universitarios el ingerir sustancias psicodélicas, con la esperanza de lograr mayor originalidad en el pensamiento y realizar asociaciones novedosas y creativas. Quizá se lograron algunas, pero también se provocaron graves daños a la salud, con lo que se desacreditó su uso. Se ha encontrado ya, en la dopamina, el agente mediador de la información en el "circuito de recompensa" de Olds y se han identificado diversas sustancias que modifican la dinámica del aprendizaje. La biología molecu-

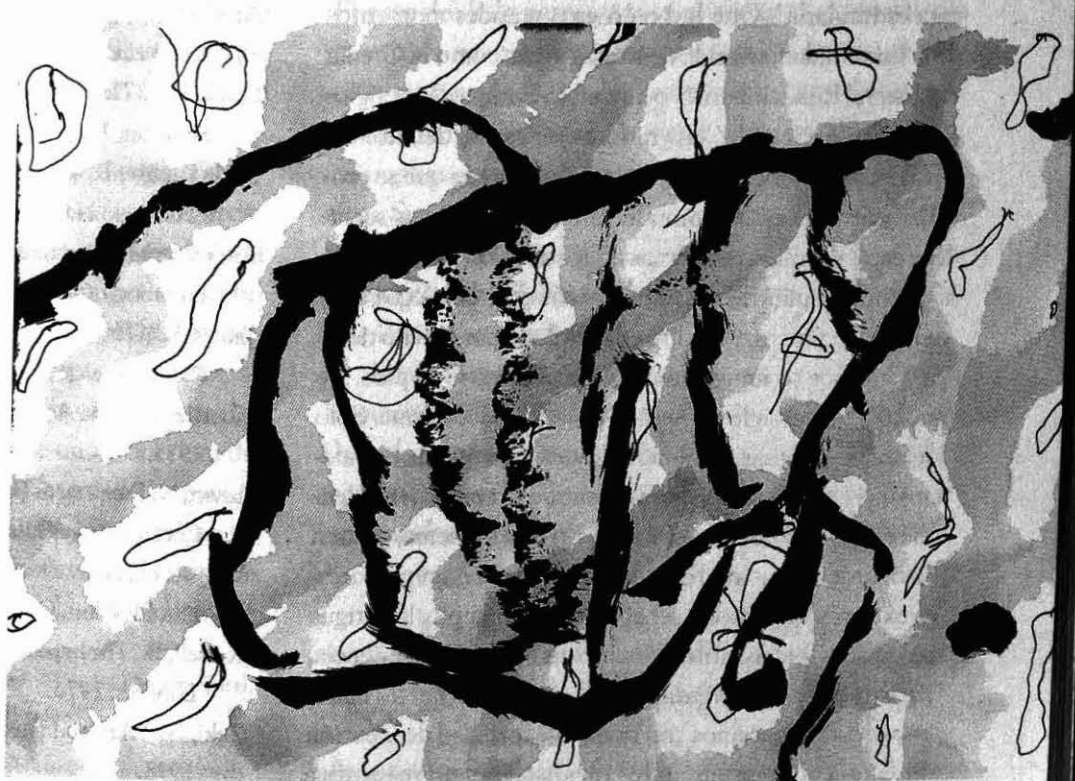
lar, aunque sólo hasta hace poco se ha ocupado del tema, ya empieza a rendir frutos, pues se han aislado genes relacionados con la capacidad de aprender y seguramente surgirán valiosas contribuciones en ese campo. Pero todavía falta mucho por investigar sobre las sustancias químicas que se liberan en los circuitos neuronales durante la creación intelectual y los genes que rigen la producción de moléculas selectivamente relacionadas con estos procesos.

Las técnicas que más entusiasmo han despertado en tiempos recientes, al aplicarse en el estudio de los procesos mentales, son las de neuroimagen, tales como la tomografía por emisión de positrones y, sobre todo, la resonancia magnética funcional, que permiten visualizar las regiones del cerebro mientras se activan al participar en los actos mentales. Así se ha logrado demostrar que, en los cerebros de individuos dotados de facultades intelectuales especiales, por ejemplo la sensibilidad auditiva exquisita de quien posee *tonalidad perfecta*, la audición coincide con la activación de un número mucho mayor de neuronas al escuchar un sonido, lo cual confirma la tesis de Penfield, de que la finura de las operaciones intelectuales se relaciona con el número de neuronas que participan en su ejecución. Por otra parte, en la corteza prefrontal hay un área que se activa para preparar a la realización de operaciones mentales: el sustrato aparente de la "memoria operativa", de cuyo funcionamiento depende la búsqueda de información cuando se evocan imágenes de manera consciente. Se ha logrado seguir ese proceso de activación hacia el lóbulo temporal mientras se busca un recuerdo, y el retorno de la activación al fracasarse en el intento. Parece haberse abierto al fin la ventana que Sherrington hubiera deseado para observar la huella del pensamiento en el "telar encantado", y el que esta región se encuentre en el polo frontal, justamente la parte más conspicua del cerebro humano, empieza a sugerir la respuesta deseada por William James, de identificar las diferencias entre el cerebro del hombre y el de la bestia.

Pero aún estamos al principio del camino: es mucho lo que debe avanzarse antes de poder plantear en términos neurofisiológicos preguntas básicas sobre la creación intelectual, como el mecanismo de inicio del acto creativo y el de su término, y, por encima de ello, las variantes que adopta, como por ejemplo por qué Mozart producía sus creaciones completas desde la primera versión, de manera que rara vez corregía, en tanto que Beethoven o Velázquez eran obsesivos correctores de sus obras.

Además, independientemente de lo que ocurre en el cerebro durante la creación intelectual, es claro que no todos los cerebros son igualmente creativos. Aún hay algunos cerebros de individuos notorios por su creatividad que, resguardados en frascos de formol, esperan que alguien pueda encontrar en ellos el diseño arquitectónico del que dependió su creatividad. Tal es el caso del de Albert Einstein, mantenido en custodia en la Universidad de Kansas y del que se toman muestras cada cierto tiempo, buscando en su estructura alguna clave para entender el sustrato morfológico de la creatividad científica. Se ha afirmado que tiene mas células gliales que los cerebros normales y que su conformación lobular es diferente, y probablemente se irán hallando otros rasgos suyos peculiares, hasta identificar los que sean definitorios, o se demostrará que no hay tal sustrato morfológico.

Un capítulo donde el estudio de la creatividad intelectual descubre nuevos rumbos es la inteligencia artificial. Cuando un programa de cómputo fue suficientemente poderoso para derrotar al campeón mundial de ajedrez, se



produjo una mezcla de esperanza y angustia. No estaba claro si ya en el futuro inmediato habría máquinas más inteligentes, y por tanto más creativas que el ser humano, ni si ello sería benéfico u ominoso para nuestra especie. Igualmente, se cuestionó si la forma adecuada de comprender la naturaleza de la creación intelectual no consistiría en dejar el tema a los expertos en sistemas de cómputo, más que a los psicólogos o los neurobiólogos. Sin adentrarnos demasiado en los detalles de la naturaleza de la inteligencia artificial, baste la opinión de que justamente una de sus aspiraciones es la de contribuir, junto con las demás disciplinas del conocimiento, al estudio y la eventual comprensión de los procesos intelectuales, tal como ocurren en el cerebro humano, y de que ella se nutre de los avances que ocurren en la psicología y la neurobiología; de hecho, uno de los acontecimientos más importantes de fines del siglo XX fue el surgimiento de las *ciencias de la cognición*, en que se amalgaman disciplinas tan aparentemente inconexas como la psicología, la antropología, la sociología, la filosofía, la biología, las neurociencias, la ingeniería, la cibernética y muchas otras, lo cual contribuye a enriquecer la investigación sobre la naturaleza del conocimiento y de la inteligencia. En esa intersección epistemológica se producen ya avances de consideración.

También carecemos de planteamientos formales de las preguntas básicas sobre los determinantes sociales de la creación intelectual. ¿Qué ambiente es el más adecuado para estimularla? ¿Qué hubo en esos grandes momentos de la humanidad, referidos párrafos atrás, como la Grecia clásica o el Renacimiento, o aun en la Europa de los siglos XVIII y XIX, que impulsó las grandes creaciones del intelecto? ¿Y cómo podrían recrearse las condiciones que se produjeron entonces? ¿Cómo identificar estas fuerzas sociales y capitalizarlas en sistemas educativos? El tema ha sido motivo de amplios debates entre psicólogos, sociólogos, educadores y políticos, y seguirá en ese plano por mucho tiempo, pero por su importancia debe acelerarse el paso. Se anticipa que el siglo XXI será el *siglo del conocimiento*. Sólo lograremos realizar cabalmente esta aspiración si entendemos qué es lo necesario para estimular la creación intelectual y para aprovechar sus frutos. En este esquema, ¿tienen las neurociencias algo con qué contribuir? Aunque parezca extraño, bien podría ser el caso. Por ejemplo, la antigua polémica sobre si el intelecto se forma según la experiencia, a partir de una *tabula rasa* inicial, como querían los empiristas, o si ya nacemos con nuestra capacidad de ideación íntegra, como sostenían los idealistas, ya no se justifica porque las neurociencias han demostrado que las conexiones cerebrales pueden modificarse por estimulación sensorial selectiva, aplicada en momentos críticos del desarrollo del cerebro, lo cual tiende a confirmar la tesis constructivista de que la imagen del mundo es el producto de la propia actividad mental y apoya la postura de que la educación en las etapas tempranas de la infancia tiene una influencia determinante en la personalidad.

El inicio del nuevo siglo nos encuentra, pues, aún empeñados en la búsqueda milenaria del sustrato de la creación intelectual; cada paso que se avanza descubre un nuevo horizonte, que invita a redoblar la marcha. Quizá no esté lejano el día en que la ciencia genere los instrumentos que revelen su propio origen y el cerebro humano logre la comprensión cabal de sí mismo. ◆

Bibliografía

Aréchiga, H., "El telar mágico de la ciencia", en *Ciencia y Desarrollo*, 61:25-36, 1985.

——, "La ciencia en México ante el siglo XXI", en *Universidad de México. Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 556: 15-19, 1997.

——, "Rasgos comunes de las ciencias y las artes en la cultura actual", en *Universidad de México, Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 570-571:20-24, 1998.

Aréchiga, H. y F. García Valdecasas (comp.), *Hacia las raíces de la actividad mental*, Porrúa, México, 2000.

Crick, F. C. *The Astonishing Hypothesis*, Nueva York, Simon & Schuster, 1995.

De la Fuente, R. y F. J. Álvarez-Leefmans, *Biología de la mente*, El Colegio Nacional-FCE, México, 1998.

Encyclopedia Britannica, 3 vols., A. Bell y C. Macfarquhar, Edimburgo, 1771.

James, W., *The Principles of Psychology*, University of Chicago Press, Chicago, 1952.

Koestler, A., *The Act of Creation*, Dell Publishing, Nueva York, 1975.

Levitt, N. *Prometheus Bedeviled: Science and the Contradictions of Contemporary Culture*, Rutgers University Press, 1999.

Matisse, H., *Notes d'un peintre*, en: J. D. Flamm (ed.), *Mattisse on Art*, Phaidon, Oxford, 1978.

Russell, B., *The Impact of Science on Society*, Unwin Paperbacks, Londres, 1976.

Zeki, S., "Art and the Brain", en *Daedalus*, 127 (2):71-103, 1998.