

CREATIVIDAD Y CEREBRO: BASES NEUROLÓGICAS DE LA CREATIVIDAD*

Creativity and brain: neurological bases of creativity

María Alexandra RENDÓN URIBE
Universidad de Antioquia

Fecha de aceptación definitiva: 15 de marzo de 2009
Biblid. [0214-3402 (2009) (II época) n.º 1; 117-135]

RESUMEN: En este trabajo se presentan algunas consideraciones teóricas sobre la creatividad, y una definición a partir de la cual se sustenta la necesidad de profundizar en el sustrato biológico de la creatividad. Al respecto se retoman algunas teorías y explicaciones que permiten entender la relación de la creatividad con la estructura cerebral, entre ellas se tienen: la lateralización hemisférica, la teoría del cerebro triuno, la teoría del cerebro total y la evolución filogenética del cerebro creador.

PALABRAS CLAVE: creatividad, cerebro, neocorteza, hemisferios cerebrales, evolución, sistema límbico.

RESUMO: Este artigo apresenta algumas considerações teóricas sobre criatividade, a partir de uma definição que o autor chama a atenção para a necessidade de ir ao substrato biológico de criatividade. A este respeito será tomada até algumas explicações e teorias que permitam compreender a relação da criatividade com a estrutura cerebral, entre elas estão: a lateralização hemisférica, a teoria do cérebro triuno, a teoria do cérebro e da evolução filogenética total do cérebro criador.

PALAVRAS-CHAVE: criatividade, cérebro, neocorteza, hemisférios cerebrais, evolução, sistema límbico.

ABSTRACT: This paper presents some theoretical considerations on creativity, and a definition from which the author points out the need to go the biological substrate of creativity. In this regard will be taken up some theories and explanations that allow to understand the relationship of creativity with the brain structure, among them are: the hemispheric lateralization, the theory of the brain triuno, the theory of the brain and the total phylogenetic evolution of the brain creator.

KEY WORDS: creativity, brain, neocortex, cerebral hemispheres, evolution, limbic system.

* Se agradece la colaboración de la profesora Luz Helena Uribe quien hizo una revisión del contenido y realizó algunas correcciones de estilo.

Consideraciones teóricas y definición

EN LA SOCIEDAD ACTUAL ES EVIDENTE el marcado interés por la creatividad. Se considera, entonces, que la creatividad es de gran importancia no sólo para el bienestar individual, sino para la supervivencia social; ya que implica la transformación de lo existente y la expansión de los campos conceptuales y estéticos. En este sentido y por muchos años, diferentes áreas de la psicología y la educación se han venido planteando importantes preguntas para lograr comprender su verdadera esencia y su importancia en el progreso de la sociedad. Aunque fue la psicología la más interesada en proponer y desarrollar las primeras explicaciones que se encargaron de abrir camino en el estudio de este tema, la indagación por la posibilidad de crear se originó mucho antes de que surgiera la psicología como disciplina.

Curiosamente, la palabra creatividad apareció hace muy poco tiempo; sin embargo, el concepto crear —y sus derivados creación y creativo— han sido utilizados desde la antigüedad y, particularmente, en el campo teológico y el artístico. El término creatividad se hizo presente en el argot psicológico desde 1950 y se empleó en un sentido más abstracto a partir del desarrollo de una amplia bibliografía que ocupó los intereses de esta disciplina hasta 1960. A partir de este momento, han surgido diferentes tendencias interesadas en la comprensión de los procesos creadores; algunas de las cuales poseen unas características especiales. En el *asociacionismo*, por ejemplo, se proponen como elementos indispensables para la creatividad las asociaciones creativas. Desde esta postura, un individuo se destaca y llega a ser creativo en la medida en que cuenta con una gran capacidad para producir asociaciones remotas o poco comunes. Por su parte, la *teoría de la Gestalt*, a través del estudio del producto creativo y la solución de problemas, se interesa por definir las fases o etapas del proceso creativo (Landau, 1987, citado por Rendón, 2003).

Ahora bien, con base en las explicaciones *Psicométricas* también se quiso establecer una estrecha correlación del rendimiento intelectual de los individuos y su desempeño creativo. No obstante, tras numerosas investigaciones sobre el tema, los psicólogos llegaron a concluir que la creatividad no puede ser equiparable a la inteligencia y, por ello, pueden encontrarse individuos que son muy inteligentes pero no creativos y viceversa. De manera semejante a la psicometría, el enfoque *Cognitivo* ha intentado establecer relaciones entre las habilidades cognitivas y la creatividad. En ambas corrientes se señala la importancia de los factores cognitivos, pero no se deja al azar la producción de ideas creativas (Gardner, 1998 citado por Rendón, 2003). En otras palabras, se elabora una explicación detallada de sus componentes, a través de estudios que involucran, además, la evaluación de la creatividad.

Si bien, es desde estos dos enfoques (i. e., psicométrico y cognitivo) que se han gestado la gran mayoría de investigaciones reconocidas a nivel mundial y que el concepto e importancia de la creatividad ha sido difundido; también es de destacar que sólo en estudios más recientes se reconoce la incidencia de factores ambientales, motivacionales y de personalidad en su manifestación y expresión. Es por ello que los enfoques *Ambientales o Interpersonales y Motivacionales o de la personalidad* permiten reconocer la influencia que los factores externos e internos poseen sobre la actividad creadora de los individuos. Así, estas posturas analizan, por un lado, el papel que las otras personas (Romo, 1997) y el medio sociocultural desempeñan y, por otro, la determinación de la motivación intrínseca en la producción creativa; aspectos que Amabile (1983, 1989) y Maslow (1974, citado por González y Mitjans, 1989) han estudiado a profundidad.

Desde esta misma perspectiva, la caracterización de las personas creativas ha llevado también a la producción de sistematizaciones que reportan a la autonomía, la alta energía, la flexibilidad, la apertura a la experiencia y un autoconcepto firme, como cualidades presentes en aquellos que han creado o innovado en algún momento de la historia (González, 1994).

Desde el enfoque *Histórico cultural* se habla particularmente del concepto de la actividad creadora, que tiene su origen en una *necesidad social*, condicionada a la aparición de nuevos productos. En este sentido, esta actividad se concibe como la «función en virtud de la cual se obtienen productos nuevos, originales, que se hacen por primera vez» (Luria, Smirnov y Rubinstein, 1961).

Por último, el *enfoque Psicoanalítico* ofrece una explicación en la que son los factores inconscientes los encargados de determinar la creación. Es por ello, que en algunos estudios de caso las teorías psicoanalíticas han logrado dar una explicación sobre la forma como las represiones de los artistas se convierten en el impulso que propicia la creación. En este sentido, *el arte y la creación funcionan como una forma de catarsis* (Martínez, 1990).

Aunque son muchas las teorías psicológicas que se han interesado por estudiar la creatividad, existe una tendencia que la considera como una confluencia, interacción e integración de *procesos intelectuales, conocimientos, rasgos de personalidad, motivación y factores ambientales*. En este orden de ideas, la creatividad se concibe como un *proceso*, facilitado por la *estimulación ambiental* y que implica a la *persona* motivada en pro de la transformación de *problemas* genéricos o básicos en *resultados* o productos creativos, novedosos e innovadores.

De conformidad con estas consideraciones es, entonces, posible *definir la creatividad* como:

Una capacidad y como todas las capacidades es un componente estructural de la personalidad que es susceptible de ser desarrollado, tiene bases neurológicas y características sociales. Los seres humanos comparten la capacidad creadora y las habilidades que la componen, no importa si son niños o adultos o si es en el campo de las artes, la ciencia, la política o la industria. En este sentido, todos los individuos por naturaleza somos potencialmente creativos, y con la experiencia y el conocimiento llegamos a construir productos creativos que cumplan con criterios de novedad, a dar soluciones nuevas para nosotros mismos o para la sociedad y a salvar situaciones que se nos presentan (Rendón, 2003: 21).

Veamos, ahora, de forma puntual algunos de los argumentos que se proponen en esta definición:

La creatividad es una capacidad y como todas las capacidades es un componente estructural de la personalidad que es susceptible de ser desarrollado. Las capacidades son componentes complejos de la personalidad que implican conocimientos, hábitos, habilidades, motivaciones e intereses, que permiten, a su vez, *realizar una actividad con alta calidad* (Rendón, 2003). Por ello, al hablar de la creatividad como una capacidad nos estamos remitiendo al mundo de lo que puede ser, al terreno de la energía potencial y de las posibilidades. En efecto, la creatividad es una capacidad de la que puede servirse el hombre y en la cual se ponen en juego procesos intelectuales, afectivos y volitivos. Además, puede desarrollarse a través del proceso educativo y de acciones pedagógicas específicas focalizadas en la realización de múltiples actividades que permitan ampliar y enriquecer la comprensión del mundo desde perspectivas diferentes.

Tiene bases neurológicas y características sociales. La creatividad es omnipresente al desarrollo humano, es una posesión universal y, por tanto, incluye un componente innato de carácter anatómico fisiológico que determina su desarrollo en mayor o menor grado. La eficacia en materia de creatividad varía, entonces, en función de la estimulación social que reciba un individuo y depende de la motivación personal para transformar el contexto, solucionar problemas y generar resultados o productos que puedan enriquecer a la sociedad en general o al individuo en particular.

Los seres humanos comparten la capacidad creadora y las cualidades que la determinan, no importa si son niños o adultos o si es en el campo de las artes, la ciencia, la política o la industria. Los estudios recientes afirman que la creatividad no es un don extraordinario, sino una capacidad básica de los seres humanos. Como se citó previamente, es una posibilidad inherente a la naturaleza humana y, en este sentido, todo hombre puede desarrollarla. La creatividad se revela a través de las diferentes formas de expresión e implica un proceso en el cual se generan nuevos significados y sentidos, que propician y promueven tanto la realización personal como la generación de aportes para la ciencia, la sociedad y la cultura. Cuando se gesta una idea entra en juego el manejo del lenguaje, que permite expresar las ideas de forma apropiada. Por ello, el dominio del lenguaje verbal, gráfico, simbólico, mímico o musical —según el campo del cual se trate— se convierte en una habilidad indispensable para la expresión de la capacidad creadora, tanto en lo referente a la producción de información original, como a su comunicación de forma más clara, sintética y accesible.

Su origen se encuentra en una necesidad básica de los seres humanos, la necesidad de información. De acuerdo con los planteamientos de Mitnujín y Mirabent (1989), el hombre es un creador de información por excelencia. La producción nueva de información es el sello de las épocas de amplio y acelerado desarrollo y es, precisamente, la actividad creadora del hombre la que hace de él un ser proyectado hacia el futuro; un ser que crea y transforma su presente. La creatividad como una capacidad relacionada con la necesidad de información puede ser intuitiva, crítica y de decisión. La primera de estas cualidades hace referencia a un manejo de los datos de manera inconsciente, íntima e instantánea; la segunda permite dar cuenta de lo erróneo, cambiar de opinión las veces que sea necesario para corregir, construir o verificar de dónde proviene la información obtenida y la tercera, exige saber desplazarse y resolver situaciones en momentos de incertidumbre o duda (Rendón, 2003).

En este sentido, todos los individuos por naturaleza somos potencialmente creativos, y con la experiencia y el conocimiento llegamos a construir productos creativos que cumplan con criterios de novedad, a dar soluciones nuevas para nosotros mismos o para la sociedad y a salvar situaciones que se nos presentan. Desde esta postura se asume que la creatividad es como un órgano, que si no se usa se atrofia. Por ello, existe la posibilidad de que no se desarrolle y quede en pura potencialidad, si el hombre se rige por el ritmo de la rutina y la inercia, si no se aventura a pensar de una manera diferente o si es conformista y no se atreve a plantear otras alternativas de solución a las situaciones o problemas que se presentan en la cotidianidad. La actividad de cada persona permite, entonces, el desarrollo de sus capacidades individuales y es por ello que la creatividad requiere de un acervo cognitivo que sólo se logra a través del aprendizaje y la construcción de conceptos y nociones (Rendón, 2003).

Ahora bien, una vez analizada y detallado el verdadero sentido de esta definición, el interés principal de este trabajo es proporcionar una serie de elementos conceptuales que permitan profundizar en la comprensión de las bases neurológicas de la creatividad. En tal sentido, a continuación se presentan algunas explicaciones que analizan la relación entre la creatividad y el cerebro, así como algunas teorías que sobre este asunto se han desarrollado.

El cerebro creador

Pese a la diversidad de perspectivas de análisis frente al tema, el estudio de la creatividad desde una perspectiva neurobiológica se plantea como un reto para los investigadores; pues el proceso creativo involucra la integración de diversas funciones mentales (Chávez y otros, 2004). No obstante, cabe preguntarnos cuáles son sus orígenes, cómo evolucionaron estas funciones y dónde se ubican. En tal sentido, a continuación se presentan algunas de las teorías que han intentado dar respuesta a estos interrogantes.

El cerebro triuno: la integración de funciones cerebrales en el cerebro humano

El hombre, como ser consciente y racional, ha experimentado una preocupación permanentemente por indagar y dar explicación a muchos interrogantes relacionados con el encéfalo y su funcionamiento. Por ello, además de conocer su estructura, capacidades y evolución, por mucho tiempo el hombre se ha interesado por comprender los procesos neurofisiológicos y psíquicos que subyacen al funcionamiento cerebral. A este respecto, los avances investigativos han permitido concluir que incluso hace 6 millones de años no existía mayor diferencia entre el comportamiento de los homínidos y otros animales que poblaban la Tierra. En la actualidad, aunque la estructura del cerebro es similar en diferentes especies de vertebrados, es posible ubicar **los tres elementos básicos (i. e., tallo cerebral, cerebelo y cerebro)**, éstos poseen un menor o mayor desarrollo según el estado de evolución de cada especie.

Con la aparición de ciertas plantas sobre el planeta y, particularmente, de los animales, la naturaleza se vio en la necesidad de desarrollar los primeros sistemas nerviosos para, poco a poco, y por prolongación de éstos, dar origen a los primeros cerebros de batracios y reptiles. En la actualidad, en las especies primitivas, como los peces, el cerebro es pequeño en relación con el resto del sistema y se encarga de recibir información de los sentidos, aunque cuenta con una limitada posibilidad de relacionarla. Mientras en los reptiles el tallo cerebral se ocupa de las funciones motrices, en las aves los lóbulos oculares están más desarrollados con relación al tallo cerebral. Este cerebro primitivo sería el que durante cientos de millones de años dominaría el mundo ya que funcionaba como sistema de carácter únicamente espacial, rigiendo los movimientos de acercamiento y alejamiento, de ataque y de defensa, de una forma fría y ritualizada.

Posteriormente, la amplia expansión de los mamíferos supuso un gran salto en la evolución encefálica de las especies terrestres; lo que permitió la aparición de otras funciones y formas de procesamiento que se evidencian en el ser humano.

En función de estas relaciones e integración de funciones, Paul MacLean estableció en 1978 las tres estructuras diferenciadas que conforman la totalidad del cerebro humano: el sistema reptil relacionado con la vida instintiva y el comportamiento; el sistema límbico relacionado con los procesos emocionales y efectivos (i. e., el desear y el sentir) y el sistema neocortical en el que se ubica la capacidad intelectual. Aunque diferentes en su estructura y química, de acuerdo con este investigador estos tres sistemas constituyen una categoría de tres cerebros en uno, a la cual denominó «cerebro triuno» (Austin, 1997).

El *cerebro de reptil* (i.e., *tallo cerebral*) ha implicado tanto en la prehistoria como en la actualidad un dinamismo para la acción física; es decir, hace referencia a las reacciones motoras. El hipotálamo estimula el cuerpo y lo prepara para las acciones apropiadas en momentos de gran esfuerzo o de determinado estado emocional. Esta estructura envía mensajes al corazón para que acelere el pulso y al estómago para que suspenda el proceso digestivo y deje libre la sangre para que acuda a los músculos. Es así como este cerebro primitivo permite manejar mecanismos para la conservación de la vida y la territorialidad; a la vez que se relaciona con conductas agresivas, rituales, instintos y jerarquías sociales.

El denominado *cerebro límbico*, por su parte, está conformado por un círculo casi completo de tejido que envuelve el *cerebro reptil* e incluye el hipocampo, la amígdala y otras estructuras, que constituyen la denominada *sustancia o materia blanca*. Este sistema se ocupa particularmente de la capacidad para memorizar (e. g., guardar cierta información), recordar (e. g., evocar o recuperar dicha información) y sentir o procesar emociones, que además dan origen a los cambios hormonales y los fenómenos relacionados con el aprendizaje. En la evolución de las especies, este sistema fue el punto de partida para el desarrollo de la memoria en el aprendizaje de los animales; para la selección de aquello que les era conveniente.

El *cerebro neocortical* está compuesto por un conjunto de células neuronales que oscilan entre los 10 a 100 millones (MacLean, 1978) y que constituyen una estructura más compleja para facilitar el tratamiento de la información. Dadas sus particularidades anatómicas producto de la evolución en las diferentes especies y, en particular, de la aparición de los orangutanes y gorilas, este sistema encefálico ha llegado a convertirse en la característica distintiva de los mamíferos más evolucionados; su función primordial es la de enviar impulsos eléctricos para hacer posibles las acciones del pensamiento, la reflexión y el ejercicio intelectual (Jung, 1955). De hecho, cabe recordar que si bien esta área está presente en algunos primates, el cerebro de nuestro pariente más cercano, el chimpancé, sólo tiene un 80% de neuronas en comparación con el nuestro. Una condición que determina la manifestación de una pobre imaginación, la ausencia de lenguaje y de una verdadera expresión de la creatividad. En palabras de Arieti (1976: 337) «la complejidad de la vida humana, y la complejidad creativa en particular, reflejan la complejidad cortical».

A partir de esta breve descripción es, entonces, posible afirmar que desde la perspectiva del cerebro triuno el encéfalo humano no es más que la compleja interacción de estos tres sistemas. Es decir, en el cerebro humano se materializa y corrobora la evolución de las estructuras cerebrales que durante los últimos 600 millones de años ha tenido lugar. Un proceso que claramente se evidencia y sintetiza en los nueve meses de formación ontogénica de la especie humana. Además, es precisamente esta compleja interacción, entre estos tres cerebros englobados, lo que contribuye a la generación de los diferentes estados de conciencia.

Desde esta teoría podría, entonces, sugerirse que, aunque de manera no exclusiva, es la neocorteza la que estaría altamente relacionada con la creatividad.

Ahora bien, además de la consideración de la evolución de la especie humana y las estructuras que facilitan el desarrollo del pensamiento y los procesos cognitivos que subyacen a la expresión de capacidades como la creatividad, pensar en propiciar un pensamiento creativo desde el ámbito educativo implica crear un almacén de representaciones que conlleven a la construcción de mundos simbólicos, ricos y profundos en significados, alcances y que, además, permitan avanzar en la permanente construcción del ser humano. No obstante, para que esto sea posible, también es necesario comprender cómo fue que se dio este paso evolutivo y desde cuándo es posible hablar de creatividad en esta evolución.

Antes que el lenguaje fue la creatividad: una explicación filogenética de la creatividad

Con base en el análisis del apartado anterior es posible afirmar que, en el proceso evolutivo, fueron los primates los que lograron tener el cerebro más desarrollado. Un cerebro que se caracteriza por poseer dos hemisferios en la neocorteza y en el que sus funciones son más complejas y se reflejan en su capacidad para utilizar herramientas, en las características de su organización social, en su posibilidad de aprender y desarrollar algunas destrezas, entre otros aspectos.

Pese a estas claridades, sólo a partir de la bipedación se producen extraordinarios cambios anatómicos, que en, el *Homo sapiens*, dan origen a dos ramas de la función psíquica: la racional o verbal y la creadora. A este respecto se puede decir que, mucho antes de la aparición de la capacidad lingüística, fueron la percepción y la memoria (aspectos que se hallaban en los demás mamíferos o animales de su rango) junto con las capacidades inventivas y creadoras del *Homo sapiens* las que permitieron su supervivencia.

Desde esta perspectiva, el primer gesto original que señaló el camino de los grandes inventos fue la creación de los utensilios y herramientas primitivas. Éstas, a diferencia de las grandes o complejas invenciones técnicas de la actualidad, salieron de la nada o, más bien, casi de la nada; pues el ser humano de aquel momento aún no poseía una conciencia desarrollada, a razón de la falta de cultura y de lenguaje. Esta incipiente invención fue la primera gran revolución del hombre y modificó no sólo sus costumbres, sino su misma anatomía: su mano.

Las herramientas contribuyeron, de esta forma, a la humanización del hombre; a hacerlo más hombre. Se aumentó, entonces, la capacidad craneana, el tamaño y complejidad del cerebro, «se logró la posición bípeda y erecta del cuerpo y las manos quedaron libres para la acción y el trabajo» (Torres, 1984: 20). Esto constituyó un salto cualitativamente significativo y el resto de animales se quedaron insalvablemente rezagados en la evolución. Así pues, mientras el hombre comenzó su viaje hacia la civilización, las demás especies evolucionaron mediante selección natural (i. e., la adaptación del más fuerte).

Las herramientas fueron, por tanto, producto de la capacidad inventiva del cerebro del hombre y le permitieron, a su vez, el control de la conducta y, además, le brindaron la posibilidad de desarrollar nuevas habilidades. Las herramientas contribuyeron también a una mejor adaptación individual y comunitaria. De esta forma, se puede hablar de la existencia de una dialéctica constante entre las

fuerzas creadoras del cerebro a nivel biológico, los productos de estas fuerzas y las fuerzas creadoras del trabajo humano (Torres, 1984).

Como se evidencia en estos planteamientos, ya desde la prehistoria había visos de creatividad, originalidad e invención. Y es en esas épocas donde se empezaron a gestar tanto la evolución funcional del cerebro, como la especialización, lateralización y coordinación de las facultades de la mente.

Si bien esta evolución genética y hereditaria, junto con la inclinación social manifiesta en el hombre primitivo, fueron los elementos que marcaron su desarrollo; la necesidad estética también afloró en él. No sólo elaboraba sus herramientas con el fin de satisfacer sus necesidades naturales, sino que además las pulía y refinaba permanentemente (e. g., mangos de hueso, madera); logrando así una innegable belleza, que permitió que estos instrumentos, que sobrepasan los dos millones de años, fueran dotados de un sentido estético. Es aquí donde cobran validez las afirmaciones de Torres (1984) quien sostiene que «la fuerza creadora y el gusto por lo bello son potencialidades naturales que no solamente aparecen yuxtapuestas sino que se complementan indisolublemente» (p. 24).

A partir de lo anterior, es posible aseverar que en ese momento concurrieron tanto la imaginación como una creciente capacidad de representación; ya que algunos de estos utensilios eran trabajados más de lo que la necesidad demandaba, lo que hace pensar que se convirtieron en objeto de culto.

Esas primigenias capacidades de creación y belleza, tan tempranamente desarrolladas, tenían en el cerebro las condiciones materiales para su surgimiento. Así pues, es posible afirmar que tanto la vocación artística como el poder de la invención poseen una procedencia mental común; una rama de funciones de la corteza del cerebro diferente a la racional y lingüística. Aunque se desarrollaron con gran lentitud y, de hecho, existe una huella material de alrededor de 2 millones de años, los cambios presentados en el tallado de las piedras que servían como herramientas o armas pueden haber sido las primeras muestras de arte creativo del hombre (Torres, 1984).

El descubrimiento del fuego constituye otra revolución en la historia del ser humano. A pesar de la desventaja física del hombre primitivo en relación con las demás especies, su órgano cerebral estaba dotado de potencialidades infinitas que le permitieron adueñarse de otro de los elementos que lo apartaron del resto de animales: el fuego. Además, con ello aseguró algunas ventajas en la lucha por la vida, la conservación de la existencia y de la especie.

Con estos frutos de su creatividad, el hombre comenzó a zafarse de los determinismos naturales para progresar. Ahora se protegía mejor de las fieras y preparaba sus alimentos sobre todo las carnes que le brindaban suficientes proteínas, por lo cual se dedicó en mayor medida a la caza; desde ese momento pasó de ser herbívoro a carnívoro y omnívoro. Este ser primitivo empezó a disfrutar de ratos de ocio ya que no debía dedicar todo su tiempo a recoger y buscar vegetales.

Herramientas y fuego fueron descubrimientos que tuvieron lugar hace dos millones de años y si se tiene en cuenta que el hombre comenzó a hablar y razonar sólo hace 50.000 años podemos afirmar que las capacidades inventivas y creadoras precedieron a la reflexión lógica y verbal.

¿Y cómo era el cerebro del hombre inventor pero preverbal? Más pequeño que el del hombre actual con una capacidad craneana entre 450 y 750 c/c aunque con el uso de utensilios duplicó quizás su volumen. Seguramente los dos hemisferios

cerebrales eran simétricos pues, al no haberse desarrollado aún el lenguaje, el hemisferio izquierdo aún no poseía mayor volumen, como sí lo tiene ahora.

De todas formas, los dos hemisferios ya estaban especializados; la dominancia y especialización cerebral ya se evidenciaba en los mamíferos superiores incluso en las aves. A medida que se acumulaba mayor información los hemisferios se especializaron con funciones específicas. Al hemisferio izquierdo, sin embargo, le tomó 2 millones de años lograr obtener su estructura para las capacidades psicológicas que actualmente se le asignan, pero el derecho, por su parte, ya tendría en la prehistoria la estructura para la creatividad aún en proceso de maduración.

En aquellos tiempos preverbales el hemisferio derecho era el que dominaba no sólo en la noche sino también en estado de vigilia. Actualmente **el HI domina en el día y el HD en el sueño**. Este cerebro primitivo ya contaba con funciones como la sensación, la percepción, la memoria, el aprendizaje, la orientación, la inteligencia, mismas que con la adquisición del lenguaje se convertirían en funciones superiores.

Estas funciones prerracionales transmitidas por herencia eran útiles en la lucha por la vida; la creatividad, la intuición, la invención, la agudeza para el descubrimiento, el sentido estético, la inspiración, el sueño y le permitían al hombre en niveles arcaicos soñar, crear en imágenes, por ello cuando **aprendió a hablar fue más poético** (imágenes) que prosaico, debido a esa primigenia fuerza creadora.

Después de este eslabón surge otro momento copioso en la capacidad creadora y es el arte rupestre 30.000 a 50.000 años antes de nuestra era (era glacial). Sólo a comienzos del siglo XX fueron tomados en serio los dibujos de estas galerías halladas en las cavernas en Europa (Francia, España) hasta la Unión Soviética y África.

Para ese momento era probable que el hombre ya hablara pero no escribía, de tal forma que el arte de la era glacial (pintura, escultura, grabado, bajo relieve) aún se ubicaba en la prehistoria, ya que la historia comienza con la escritura. Si tenemos en cuenta que **la escritura tiene a lo sumo 3.000 años** y que se remonta a **las culturas egipcia, sumeria, india** y su más alto desarrollo se ubica en las culturas **griega y hebrea**, es posible aseverar que antes que el verbo fue la creatividad.

El arte paleolítico es el testigo del florecimiento del habla y la participación de las funciones racionales superiores. El hombre al dibujar estas figuras ya estaba aprendiendo a escribir, ensayando sus primeras letras. Así surgió el verdadero *Homo sapiens*, no obstante aún dominaba el artista y el creador sobre el lógico y abstracto (Torres, 1984: 39).

La cultura rupestre coincide pues con la maduración del cerebro y con el paso de las funciones racionales a su nivel superior. Impulsos de carácter religioso movieron al artista rupestre, la magia pudo haber estado presente como intención o finalidad, sin embargo, algunos estudiosos de estas obras afirman que sólo unos cuantos de los bisontes y antílopes allí representados se hallan heridos por flechas (10%), lo que explica que no eran usados como representaciones mágicas para lograr mayor éxito en la cacería.

Previamente a la palabra fue la imagen. Pareciera entonces que **el hombre de este momento pensara por medio de imágenes visuales**, superando las dificultades técnicas (materiales y utensilios adecuados) para dar vida a las imágenes que vivían en sus cerebros. En este orden, es menester decir que este tipo de creaciones precisan de un complejo desarrollo del cerebro, ya que estas experiencias del acto creador como verdadero arte se habían producido ya en la imaginación (Torres, 1984: 52).

Visto de esta forma, el hombre prehistórico poseía unas dotes sensoriales y corticales excepcionales que se manifestaban en su gran habilidad para dibujar y para cazar. Pero en los últimos tiempos del Paleolítico, las facultades racionales tendían ya a la dominancia cerebral. El hombre evolucionaba a la objetividad y es entonces cuando la razón tomó las riendas del desarrollo, junto con las capacidades lógicas, analíticas y lingüísticas.

En este momento, se impuso la vida en sociedad gracias a una mayor cooperación en el trabajo, mayor intercambio, comunicación y sociabilidad. Aquí surgió la primera gran revolución lógica, cuando el hombre dejó de ser nómada y se convirtió en agricultor, domesticador de animales y fabricante. «El reinado de la creatividad le cedió el sitio al reinado de la razón».

Con el dominio de la abstracción, el arte decayó. El arte paleolítico señaló el remate y culminación de la evolución del cerebro hasta la organización biológica definitiva del *Homo sapiens* con un cerebro de 1.400 c/c, 1.200 gramos, con 12.000 millones de neuronas y dos hemisferios asimétricos.

Vemos entonces como la evolución del cerebro fue la que permitió construir la identidad del hombre como ser superior en la naturaleza, y con ello la consecuente diferenciación de los animales, mediante la capacidad de pensar, crecer y progresar como individuo y como ser social.

Desde esta perspectiva, el cerebro ha evolucionado para hacer la vida más fácil y por eso es capaz de realizar dos operaciones antagónicas: el seguir rutinas y el lanzarse a la creación; aspecto que lo hace polifacético y flexible (Rodríguez, 1997: 12). El seguir rutinas ha permitido al hombre ahorrar tiempo y esfuerzos; sin embargo, este tipo de conducta no es suficiente para afrontar una nueva dificultad, se hace necesaria una actitud creativa y una medida adecuada para resolverla.

La creatividad y el neocórtex: neurobiología de la creatividad

La investigación neurobiológica sobre la creatividad es un terreno incipiente; si bien se han establecido teorías interesantes, éstas aún deben ser exploradas en condiciones experimentales.

A este respecto Arieti (1976: 339) propuso dos tesis que sustentan sus explicaciones sobre la neurología de la creatividad:

- *Con el desarrollo de un gran número de neuronas en el curso de la evolución, surge la posibilidad de grandes actividades mentales, entre ellas la creatividad. Todas estas actividades superiores pueden incluirse en el «proceso simbólico».*
- *La velocidad de los procesos, las dimensiones de las moléculas que participan en la sinapsis y lo impredecible de las respuestas sinápticas o de los caminos seguidos por el impulso nervioso son compatibles con los elementos de novedad e impredecibilidad que son indispensables en la creatividad.*

Sin embargo, el autor deja claro que no todo lo relacionado con una función mental superior como lo es la creatividad puede explicarse por lo que ocurre en la corteza cerebral. Pese a ello, Arieti (1976) establece que la creatividad se asocia con el funcionamiento de la corteza temporo-occipito-parietal (TOP) y con la corteza prefrontal (CPF). En estas zonas de la corteza (la CPF y las áreas TOP)

se reciben y procesan estímulos del mundo exterior y de otras partes de la corteza cerebral y se llevan a cabo procesos mentales complejos como la síntesis, asociación, anticipación, abstracción y las actividades simbólicas, los cuales permiten transformar los estímulos en construcciones cada vez más elevadas (Chávez y otros, 2004). La CPF tiene la función de predecir, organizar y proyectar secuencialmente actos o pensamientos con el fin de lograr la meta establecida, de hacer elecciones y de pasar de la idea a la acción; así mismo, y como condición necesaria para lo anterior, la corteza prefrontal tiene la función de focalizar la atención, la cual exige la capacidad de suprimir los estímulos secundarios. En este orden, además de la atención, la motivación cobra gran fuerza en los procesos creadores, además sin memoria y sin concentración no hay creatividad. Las capacidades necesarias para hacer una creación no son de índole distinta, se las puede comprender como versiones originales de operaciones mentales con las que todos estamos familiarizados como recordar, comprender y reconocer. De acá que haya que comprender la creatividad como la combinación de la mejor obra de la mente.

Por su parte, las redes neuronales de las zonas TOP se extienden a otras áreas cerebrales y tienen conexiones importantes con estructuras del sistema límbico y con los lóbulos frontales; las percepciones, imágenes, símbolos, son elaborados allí para luego elaborar productos estéticos, científicos, etc. Arieti (1976) sugirió que en la creatividad estas áreas incrementan su funcionamiento y, por tanto, en la persona altamente creativa el intercambio de información en las áreas TOP y en otras áreas como CPF es alto, independientemente de la intensidad del estímulo.

En las zonas intermedias de los hemisferios cerebrales, existen ciertas estructuras, como el cíngulo y el hipocampo, ubicadas en el sistema límbico, que al estar relacionadas con el tono emocional son importantes en todo proceso creativo. No olvidemos que la creatividad supone un componente de la personalidad y que está ligada a ciertas actitudes afectivomotivacionales, las cuales se reconocen dentro de la teoría de la Inteligencia emocional y tienen un sustrato biológico ubicado en el sistema límbico (Rendón, 2003). El proceso creativo requiere de condiciones emocionales de forma tal que se puedan lograr productos creativos, por ello es que siempre que se estudia la creatividad se alude a estas tres dimensiones, proceso, producto y personalidad creativa; veamos algunas de las características emocionales relacionadas con la creatividad, tomadas de Rendón (2003):

- La tolerancia, el no asustarse ante lo nuevo y mostrarse tranquilo ante situaciones diferentes, adaptándose a las nuevas exigencias
- La espontaneidad y la iniciativa (decisión)
- La tendencia a la exploración, el pasar de la idea a la acción
- La confianza y seguridad en sí mismo, el autoconcepto firme
- La valoración de los procesos y producciones (autorregulación y autoevaluación)
- La constancia y disciplina, la perseverancia y persistencia (tenacidad)
- La motivación e interés, la curiosidad y entusiasmo
- La concentración y esfuerzo para sobrepasar obstáculos
- La independencia (Autonomía, conciencia de sí mismo y de que se puede trabajar por sí solo)

Si se trata de entender la complejidad de la personalidad creadora hay que considerar un competente estudiado por Amabile (1983, 1989) denominado motivación.

Existen entonces personas creativas, en quienes la creatividad se evidencia en una forma de comportamiento, de pensar y actuar en un ámbito específico, pero para alcanzar un nivel alto es necesaria una dedicación absoluta y casi exclusiva a ese trabajo. En este sentido, hablar de creatividad en lo abstracto no tiene ninguna significación operativa, por tanto, hay que referirla siempre al trabajo de la mente con un material conceptual dado.

Finalmente, Arieti (1976) consideró relevante tomar en cuenta la formación reticular y propuso que las estructuras que normalmente se encuentran inhibidas en la mayoría de la gente, en la persona altamente creativa mantienen una disposición a la activación. Además de estas condiciones emocionales, se requiere de la participación de las áreas motoras, visuales y auditivas y de los centros del lenguaje para que la persona creativa plasme su obra. De este modo el impulso retorna a las fuentes primarias después de una transformación complicada e impredecible.

La autora Rosa María Chávez (2004) plantea que además de los aportes de Arieti (1976) existen otros estudios que han estudiado la creatividad en relación con la activación de zonas de la corteza, al respecto menciona:

Martindale, por otra parte, realizó estudios de electrofisiología comparando individuos de alta creatividad con individuos de baja creatividad. Encontró diferencias electroencefalográficas al comparar a individuos con elevados índices de creatividad con individuos con bajos índices de creatividad durante la realización de una misma tarea creativa. Los individuos con alto índice de creatividad tuvieron una actividad mayor parieto-temporales derechas. Años después Martindale encontró además que los individuos altamente creativos tienen la tendencia a presentar una sobre-respuesta fisiológica; por ejemplo presentan un mayor bloqueo del ritmo alfa en respuesta a distintos tonos, se habitúan de forma más lenta a los estímulos, y tienden a evaluar la estimulación eléctrica como más dolorosa. Los individuos con bajos índices de creatividad tienden a presentar mayor bloqueo del ritmo alfa durante la realización de diversas tareas cognitivas, incluyendo tareas creativas, mientras que los individuos con elevados índices de creatividad tienden a presentar una respuesta diferencial: durante la realización de tareas no creativas presentan un elevado bloqueo alfa, sin embargo, durante la realización de tareas creativas muestran un incremento de la actividad alfa. Al evaluar si durante distintas fases del proceso creativo había una respuesta distinta, Martindale y sus colaboradores encontraron que durante una tarea análoga a la inspiración (asociación) en los individuos altamente creativos se apreciaban mayores índices de actividad alfa que durante la elaboración, no habiendo encontrado este patrón en sujetos con bajos puntajes de creatividad. Martindale relaciona los hallazgos anteriores con un proceso de atención difusa asociado con la creatividad o, dicho de otro modo: las personas menos creativas fijan demasiado su atención, lo cual les impide pensar en cosas más originales (Chávez y otros, 2004: 41).

Referencia también esta autora los trabajos de Miller (1996), donde se concluía que «el funcionamiento de los lóbulos frontales y parietales permite la planeación y la ejecución del arte» y que una disminución en la función temporal anterior y una consecuente inhibición de la corteza visual posterior pueden contribuir a una sensibilidad visual incrementada que puede servir, a su vez, como motivación para la pintura, y para que se dé un incremento de la actividad artística (Chávez y otros, 2004: 41).

Por otra parte, y en lo que se refiere a la fluidez verbal y al pensamiento divergente, los estudios de Carlsson (2000) encontraron que «en los individuos de mayor índice de creatividad ocurría un incremento en el flujo cerebral de ambos lóbulos frontales a diferencia del grupo de menor creatividad, en el cual el flujo cerebral era predominantemente izquierdo» (Chávez, 2004: 41).

Los estudios electroencefalográficos que miden las ondas cerebrales han permitido identificar que las ondas de baja frecuencia alfa y theta son las que participan de forma importante en la creatividad.

Las ondas theta corresponden al sueño ligero creativo y a la imaginación activa procedente de la psique mientras que las alfa corresponden a las situaciones de relajación o meditación profunda y a la receptividad en estado de alerta, todo ello a diferencia de las altas ondas beta que corresponden al estado de vigilia, al dominio del conocimiento normal y al estado pensativo (Watson, 1993 citado por Pérez-Rubín, 2001: 110).

Más allá de este tipo estudios, han sido muy pocos los desarrollos investigativos y la información publicada sobre la neurobiología y los mecanismos neurológicos de la creatividad. En los últimos años, y gracias a una sofisticación creciente en las medidas neurofisiológicas y las técnicas de imagen funcional, la neurobiología de algunos procesos cognitivos complejos se ha podido entender mejor (Drubach, 2007) y con ello se han empezado a desarrollar explicaciones y a hacer deducciones sobre la creatividad. En este orden y para poder entender los mecanismos del cerebro que participan en la generación de ideas y/o productos creativos y teniendo en cuenta que la creatividad se sirve de un número amplio de funciones ejecutivas y no ejecutivas, y de otros procesos cognitivos incluyendo el desarrollo cognitivo, la adquisición y mejora de habilidades, la teoría de la mente, y las emociones, se hace necesario dedicar una cuantas líneas a estas relaciones.

La imaginación, entendida como la representación de información adquirida a través de los sentidos, hace posible la producción creativa, ya que en este proceso se utilizan datos almacenados y se combinan selectivamente trozos de información.

Respecto a la memoria, vale la pena decir que la capacidad creativa requiere no sólo de la memoria a largo plazo, sino de la memoria de trabajo, ya que es ésta la que permite mantener y manipular la información en el depósito de la atención durante cortos períodos. En este sentido, si ocurre una lesión del cerebro que afecta la memoria, la capacidad de crear también puede verse alterada (Drubach, 2007).

Un importante aspecto de la creatividad es que constituye en gran parte, aunque no exclusivamente, un proceso voluntario. La persona elige elaborar un producto creativo y escoge su contenido. Sin embargo, la experiencia también ha señalado que las creaciones frecuentemente aparecen sin el deseo de crearlas.

Sobre el desarrollo cognitivo, se puede decir que los niños invierten una mayor cantidad de tiempo imaginando y creando en comparación con los adultos, lo que demuestra su importancia en el desarrollo. Así mismo, en la literatura científica se indica que el funcionamiento y la práctica de la creación en un campo específico pueden mejorar el funcionamiento de esa habilidad o aspecto. De este modo, se sugiere que la creatividad puede afectar a la plasticidad del cerebro, lo cual puede demostrar el enorme poder que tiene la creatividad.

Una de las capacidades más fascinantes de los seres humanos es la de determinar cómo otra persona pensará, sentirá y se comportará. Esta capacidad se conoce como teoría de la mente. Para ello, la persona deberá atribuir a otra un 'estado mental independiente', distinto del propio, lo cual se constituye en una de las funciones

fundamentales para la interacción y la función social diaria. En este sentido, la teoría de la mente desempeña un papel clave porque proporciona a la persona creativa la posibilidad de prever cómo otros pueden sentir o cómo se van a comportar en una situación particular.

Junto con los procesos descritos líneas atrás, **la creatividad se relaciona con la percepción**. El proceso perceptual ha sido ampliamente estudiado y se ha encontrado que en la corteza cerebral se dan una serie de operaciones seriadas desde las áreas sensoriales primarias implicadas en la sensación (características elementales de un objeto) a las áreas unimodales implicadas en la percepción (representación de un objeto como una entidad única), y de ahí a las áreas transmodales implicadas en el reconocimiento del objeto. Estas áreas proyectan a las áreas prefrontal y premotora de los lóbulos frontales para iniciar una respuesta motora, así como a áreas límbicas y paralímbicas que están implicadas en el procesamiento emocional y en la memoria. Luego la corteza prefrontal interactúa con las áreas del lóbulo temporal de la vía ventral para centrar la atención en las características particulares del estímulo.

De este modo, una persona puede dirigir la atención hacia un objeto, conseguirlo y, entonces, agarrarlo. Visto hasta ahora, puede decirse que la creatividad no ha estado implicada o más bien que este proceso descrito es indispensable para varios procesos, habilidades y capacidades. En este orden, podemos afirmar que la percepción se constituye en un fundamento para la entrada de información al cerebro, constituyéndose en un mecanismo básico para desarrollar cualquier proceso creativo.

Este procesamiento implica mecanismos de atención selectiva, donde **el córtex prefrontal y el lóbulo parietal posterior desempeñan un papel importante, a través de las proyecciones de retroalimentación, que introducen la posibilidad de desarrollar una ejecución motora**.

Los estudios funcionales muestran que la ejecución motora en sujetos normales, es decir, el pasar de la idea a la acción en el proceso creativo, activa una variedad de áreas implicadas en todas las etapas de programación motora. Las áreas activadas más consistentemente incluyen el PMC dorsal bilateral, el PMC ventral, el córtex motor pre-SMA, el surco intraparietal contralateral y el cerebelo ipsilateral.

Asimetría hemisférica: ¿es creativo el hemisferio derecho?

A partir de los estudios de R. W. Sperry (1973), se ha estimado **que el hemisferio cerebral derecho —a pesar de la inversión hemisférica— gobierna la percepción espacial y que tiene a su cargo el pensamiento emocional, creativo y artístico**.

Ya en la segunda mitad del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, varios estudiosos del cerebro habían afirmado que existía una asimetría funcional del cerebro, que se traducía en la prevalencia de uno de los hemisferios; asimismo, se supo que uno y otro rigen la mayor parte del costado inverso del cuerpo. También se concluyó que el hemisferio derecho tiene que ver mayoritariamente con nuestro mundo interior y que el izquierdo tiene que ver con el exterior. Junto con estos planteamientos, cabe destacar las investigaciones sobre las zonas que gobiernan el habla y el lenguaje (concretamente, los centros de Broca y Wernicke), las cuales están situadas en el hemisferio izquierdo, y los estudios que han permitido comprender que las zonas que gobiernan la percepción espacial están en el hemisferio derecho. Desde entonces, las investigaciones del cerebro vienen demostrando crecientemente la importancia del hemisferio derecho. No obstante, hay personas

que rechazan este tipo de investigación, haciendo caso omiso de una rica bibliografía contemporánea que sobre este asunto se ha producido.

Sperry (1973 citado por Edwards, 1994), empezó a observar el funcionamiento cerebral en pacientes epilépticos que habían sufrido comisurotomía total (corte del cuerpo caloso y de la comisura anterior). Demostró que el hemisferio izquierdo tiene normalmente la dominancia en tareas analíticas y verbales, en tanto que el derecho asume la dominancia en tareas espaciales, en la música y en otros campos. Éstos son sólo algunos de los argumentos que permiten hablar de la especialización hemisférica y a esta particularidad no es ajena la creatividad.

Si bien, ambos hemisferios son complementarios y han de coordinarse o fusionarse mentalmente para la ejecución de muchas acciones, vale la pena detenernos en algunas de esas **diferencias**.

Hemisferio izquierdo	Hemisferio derecho
Lógico. Capaz de relacionar de manera exacta los antecedentes y consecuentes según las reglas de la lógica.	Analógico. Capaz de establecer relaciones de semejanza entre dos cosas diferentes.
Verbal. Relacionado con el uso de la palabra (habla y escritura).	Plástico. Relacionado con el uso de las formas.
Racional. Capaz de establecer la verdad a partir de la organización de las ideas.	Intuitivo. Conoce la verdad sin necesidad de acudir al razonamiento.
Analítico (discursivo). Está en condición de descomponer los elementos de un todo para conocerlos y establecer sus funciones.	Sintético. Está en capacidad de expresar el todo por la reunión de sus partes.
Procesamiento lineal: es secuencial, es decir, el orden de las ideas está determinado por la cadena de razonamiento que se establece.	Procesamiento sistemático: no sigue instrucciones trazadas para realizar una tarea, sino que procesa simultáneamente, en paralelo, especialmente eficiente en el proceso visual espacial (imágenes).
Reproductivo. Presenta de nuevo o repite algo que ha conocido antes.	Creativo. Es capaz de crear o producir cosas nuevas.
Realista. Aprecia y representa las cosas tal como las ve.	Fantástico. Crea realidades inexistentes, basándose en la imaginación.
El razonamiento es intelectual, objetivo, científico, generalizador.	El razonamiento está abierto a la ensoñación y a la imaginación.
Aritmético. Basado en las operaciones con los números naturales.	Geométrico. Considera dimensiones.
Concreto y práctico. Considera a los objetos en sí, sin elementos extraños.	Holístico: considera la realidad desde diferentes ópticas o puntos de vista.
Discriminativo: diferencial.	Receptivo: sensible.
Actuación esquemática, impersonal, legalista, organizativa, impositiva.	Actuación no discriminativa, asistemática y no dogmática.
Realiza un análisis secuencial de hechos.	Tiene una visión integradora en el análisis.
Habilidades científicas, técnicas.	Habilidades interpretativas, musicales, apreciación estética y artística.
Pensamiento convergente: permite encontrar la solución adecuada ante un problema. Al evaluar una situación contra experiencias relevantes, puede elegir la ruta y moverse hacia una solución.	El pensamiento divergente o creativo implica abrir su mente para encontrar nuevas soluciones, formas de hacer las cosas y pensar en muchas respuestas posibles para un problema.

La teoría de las dos mentes ha quedado confirmada con los años por los que han investigado o investigan esta cuestión identificada en el siglo XIX; aunque actualmente se habla de lateralización cerebral, bipolaridad cerebral, dicotomía o dualidad mental, es claro que **todos poseemos dos cerebros conscientes: uno racional y analítico (el izquierdo) y otro intuitivo y sintetizador, no intelectivo (el derecho)**. En la actualidad se sabe que usamos ambos hemisferios al mismo tiempo en casi todas las actividades cotidianas y sólo varía el grado en que los usamos. Ninguno de los hemisferios cerebrales es más importante que el otro, **el pensamiento efectivo requiere de ambos**. Sin embargo, es necesario llamar la atención acerca del hecho de que nos hemos convertido en esclavos de una mitad del cerebro y que, al ser lógicos y depender del lenguaje, hacemos que el mundo se adapte a la visión que nos impone el cerebro izquierdo, suprimiendo la parte *más* creativa de nosotros, la cual está siendo relegada además en los diferentes espacios, incluso en el escolar.

El conocimiento científico de la pluralidad de habilidades que se procesan en cada mitad del cerebro nos abre la posibilidad de aprovechar mejor esta riqueza; nos invita a desarrollar en forma más racional nuestras inmensas capacidades potenciales.

Por último veamos otra postura acerca de la creatividad y el cerebro.

Los cuatro cuadrantes cerebrales y la creatividad

Un enfoque muy sugestivo es el propuesto por Herrmann (1989). Se trata del modelo *de cerebro total*, el cual resulta de la **integración** de la teoría del cerebro triuno de McLean y de la teoría de especialización hemisférica.

El esquema nuclear del Modelo del Cerebro Total de Herrmann describe la existencia de **cuatro estilos de pensamiento denominados cuadrantes A, B, C y D**, los cuales se conforman como los cuatro modos específicos, distintos e independientes de procesamiento diferencial de información, detectados especialmente por el método estadístico de conglomerados (clúster) y con el apoyo empírico de multitud de datos rigurosamente. Además de las mitades izquierda y derecha representadas por los hemisferios, se tienen las mitades superior (cerebral) e inferior (límbica), lo que da origen a cuatro porciones, todas ellas conectadas directa o indirectamente entre sí por el cuerpo caloso y otras comisuras. Herrmann propuso un modelo que integra la neocorteza con el sistema límbico, lo cual nos describe una totalidad orgánica dividida en cuatro áreas o cuadrantes, a partir de cuyas integraciones se puede lograr un estudio más amplio y completo de la operatividad del cerebro y sus implicaciones para la creatividad y el aprendizaje.

Los cuadrantes, A, B, C y D corresponden a modalidades autónomas de procesamiento diferencial de información que pueden ser desarrolladas individualmente o en forma combinada, secuencial o simultáneamente en los diversos procesos de funcionamiento cerebral. El complejo modelo metafórico de cuadrantes o estilos de pensamiento, con las características de cada uno, es el siguiente:

Cuadrante	Características
A	Es el lóbulo superior izquierdo y se especializa en un procesamiento lógico, cuantitativo, analítico, crítico, fáctico.
B	Es el lóbulo inferior izquierdo y se caracteriza por un estilo de pensamiento secuencial, controlado, conservador, organizado, planificado y controlado, estructural, detallista, crítico, matemático y basado en hechos concretos.
C	Es el lóbulo inferior derecho, se caracteriza por un estilo de pensamiento emocional, sensorial, musical, humanístico, expresivo, interpersonal, musical, simbólico y espiritual.
D	Es el lóbulo superior derecho y se destaca por su estilo de pensamiento conceptual, sintético, visual, metafórico, integrador, holístico, global, creativo, artístico, espacial y metafórico.

De acuerdo con Gardié (2001) «estas cuatro áreas se recombinan y forman cuatro nuevas formas de pensamiento: A-B del hemisferio izquierdo con pensamiento realista y del sentido común. C-D del hemisferio derecho idealista y kinésico. A-D pragmático. B-C instintivo y visceral que incluye el sistema límbico».

Algunos consideran el cuadrante D como el de la creatividad por cuanto es el disparador de situaciones novedosas, no convencionales, originadas conscientemente por medio de la imaginación, o de manera no consciente mediante el brote de chispazos de inspiración intuitiva. La producción de ideas, el diseño de una visión gerencial estratégica, el manejo simultáneo e integrador de escenarios de acción, la concepción de proyectos visionarios: he aquí lo esencial del modo de procesamiento de información que es activado de preferencia por el cuadrante C.

El modelo de Herrmann postula la activación situacional e iterativa de los cuadrantes; además, los estilos de pensamiento no son fijos: pueden ser reajustados en busca de las configuraciones óptimas para cada caso individual o grupal. En síntesis, el modelo de cerebro total es unitario, dinámico e integrador. De acuerdo con él, la creatividad, la inteligencia, el aprendizaje, la toma de decisiones y la solución de problemas requieren de la *acción concertada de todo el cerebro*: ningún estilo, habilidad o estrategia resulta privilegiado en detrimento de los restantes. Sin duda alguna, el modelo se ajusta perfectamente bien a la *visión holístico-creativa de la educación que ha sido ya expuesta*.

Conclusión

El cerebro humano es único, cada cerebro tiene diferencias en su fisiología, conducción neuronal, balance bioquímico y también contiene en su interior la información de experiencias, creencias, modelos, datos. El cerebro es muy maleable, no es una estructura fija, sino, por el contrario, tiene la habilidad de pensar y aprender permanentemente cuando lo ejercitamos física y mentalmente a través de la vida y puede seguir desarrollándose hasta la ancianidad, si se tienen los estímulos necesarios para mantenerlo activo. En este sentido, es necesario usar un enfoque creativo que implicaría entre otras cosas tener en cuenta la toma de decisiones y las técnicas de pensamiento creativo.

Bibliografía

- AMABILE, T. (1983) The social psychology of creativity: a componential conceptualization. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45 (2).
- (1989) *Growing up creative: Nurturing a lifetime of creativity*. New York: Crown Publishers.
- ARDILA, A. y ROSSELLI, M. (1991) Evaluación neuropsicológica del síndrome prefrontal. En D. PINEDA y A. ARDILA (eds.) *Neuropsicología: Evaluación clínica y psicometría*. Medellín: Prensa Creativa, 129-136.
- ARIETI, S. (1976) *La Creatividad. Síntesis mágica*. México: Editorial Fondo de la Cultura Económica.
- AUSTIN, E. (1997) *Las Tres Caras de la Mente*. Caracas: Editorial Galac, S. A.
- BODEN, M. (1994) *La mente creativa: Mitos y Mecanismos*. Barcelona: Gedisa.
- BUSTAMANTE, J. (1994) *Neuroanatomía funcional*. Santafé de Bogotá: Celsus.
- CARTER, R. (1998) *El Nuevo Mapa del Cerebro*. Barcelona: Ediciones de la Librería.
- CHÁVEZ, R. (2007) Cerebral blood flow associated with creative performance: A comparative study. *Neuroimage*, 38, 519-528.
- CHÁVEZ, R. y otros (2004) Neurobiología de la creatividad: resultados preliminares de un estudio de activación cerebral. *Revista Salud Mental*, vol. 27, n.º 3, 38-46.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1996) *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Collins.
- DE LA TORRE, S. (1982) *Educación en Creatividad*. Madrid: Editorial Narcea.
- DINEY, V. (1995) Evolution, the brain and the arts. *Mankind Quarterly*, vol. 36, n.º 2.
- DRUBACH D. y otros (2007) Imaginación: definición, utilidad y neurobiología. *Rev Neurol*, 45, 353-358.
- EDWARDS, B. (1994) *Aprender a Dibujar con el lado derecho del Cerebro*. Barcelona: Ed. Urano.
- ESTRADA, L. (1991) Concepto moderno de la creatividad. En *Ponencias 1.º Encuentro. Pensamiento Creativo*. Medellín.
- GARDIÉ (2001) Cerebro Total, Enfoque Holístico-Creativo de la Educación y Reingeniería Mental. En *II Encuentro Internacional de Creatividad*. Valencia, octubre.
- GARDNER, H. (1998) *Mentes creativas. Una anatomía de la creatividad*. Barcelona: Paidós.
- GOLEMAN, D. (1996) *Inteligencia emocional*. Buenos Aires: Javier Vergara, editor.
- GONZÁLEZ, A. (1994) *Desarrollo multilateral del potencial creador*. La Habana: Pueblo y Educación.
- GONZÁLEZ, C. y otros (2007) *Informe de Investigación: Pensamiento, Creatividad y Afiliación Académica*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- GONZÁLEZ, F. y MITJANS, A. (1989) *La personalidad: su educación y desarrollo*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- GUILFORD, J. P. (1980) La creatividad Retrospectiva y Prospectiva. En A. BEAUDOT, *La Creatividad*. Madrid: Ed. Narcea.
- HERRMANN, N. (1989) *The creative brain*. Lake Lure. North Caroline: The Ned Herrmann Group.
- JUNG, C. (1955): *La formación de lo inconsciente*. Buenos Aires: Editorial Losada.
- KOESTLER, A. (1989) *The act of creation*. New York: Arkana/Penguin Books.
- LANDAU, E. (1987) *El vivir creativo*. Barcelona: Herder.
- LUBART, T. I. (1994) Creativity. En R. J. STERNBERG (ed.) *Thinking and problem solving*. San Diego: Academic Press.
- LURIA, A. R. (1966) *Human brain and psychological processes*. New York: Harper & Row.
- LURIA, A.; SMIRNOV, A. y RUBINSSTEIN, S. (1961) *Psicología*. Cuba: Imprenta Nacional.
- MACLEAN, P. (1978) *The Triune Brain Evolution*. New York: Plenum Press.
- MARÍN, R. y DE LA TORRE, S. (1991) *Manual de Creatividad. Aplicaciones Educativas*. Barcelona: Ed. Vincens Vives.

- MARTÍNEZ, M. (1990) *La Creatividad en la Escuela*. La Habana: Instituto Superior E. J. Varona.
- (1994) *El paradigma emergente*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- MCCALLUM, R. y GYNN, S. (1979) Hemispheric specialization and creative behavior. *The Journal of Creative Behavior*, 13 (4).
- MEDNICK, S. (1962) The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69, 220-232.
- MITNUJIN, A. y MIRABENT, G. (1989) ¿La creatividad se aprende? *Rev. Educación*, XIX. La Habana.
- MONTBRUN, F. (2000) *Neuroanatomía*. Vol. II: *El Cerebro Humano*. Caracas: Ediciones y Publicaciones del Vicerrectorado Académico de la UCV.
- PÉREZ-RUBÍN, C. (2001) La creatividad y la inspiración intuitiva. Génesis y evolución de la investigación científica de los hemisferios cerebrales. *Arte, Individuo y sociedad*, 13, 107-122.
- RENDÓN, M. A. (2003) *Propuesta pedagógica para el desarrollo de la creatividad en niños de edad preescolar*. Tesis Doctoral no publicada. La Habana: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas.
- RIDING, R.; GLASS, A. y DOUGLAS, G. (1993) Individual differences in thinking: cognitive and neurophysiological perspectives. *Educational Psychology*, vol. 13, n.º 3 y 4.
- RODRÍGUEZ, Mauro (1997) *El pensamiento creativo integral*. México: McGraw Hill.
- RODRÍGUEZ, M. y FERNÁNDEZ, J. A. (2000) *Creatividad para resolver problemas, principios y técnicas*. México: Pax.
- ROGERS, C. (1954) Toward a Theory of Creativity. *A review of general semantics*, vol. XI, n.º 4.
- ROMERO, I. (1996) El mito del hemisferio derecho del cerebro y la creatividad. *Arte, Individuo y Sociedad (Revista)*, n.º 8. Madrid: Universidad Complutense.
- ROMO, M. (1997) *Psicología de la Creatividad*. España: Paidós.
- SEMR, Z. (2007) Artistic Creativity and the Brain. *Rev. Neurol.*, 45, 353-358.
- SPRINGER, S. y DEUTSCH, G. (1991): *Cerebro Izquierdo Cerebro Derecho*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- STERNBERG, R. (1997) *Inteligencia exitosa*. Barcelona: Paidós.
- STERNBERG, R. J. (1999) *Handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.
- STUSS, D. T. y BENSON, D. F. (1986) *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- STUSS, K. H. y BENSON, D. F. (1984) Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin*, 95, 3-28.
- TORRES, M. (1984) *La Mente Dividida*. Bogotá: Ed. Tercer Mundo.
- VERLEE WILLIAMS, L. (1986) *Aprender con todo el cerebro*. Barcelona: Martínez Roca.
- WEISBERG, R. W. (1999) Creativity and knowledge: A challenge to theories. En R. J. STERNBERG (ed.) *Handbook of creativity*. New York, NY: Cambridge University Press, 227-250.
- WOODMAN, R. y SCHOENFELDT, L. (1990) An interactionist model of creative behavior. *The Journal of Creative Behavior*, 24 (4).