

# BIOLOGÍA DE LA CREATIVIDAD

## CREATIVITY'S BIOLOGY

**Palabras Clave del Autor:** Creatividad, cerebro, neurociencia

**KEY WORDS:** Creativity, brain, neuroscience

**DECS:** creatividad, neurociencia.

**MESH:** creativity, neuroscience.



### **D. Andrés González García**

*Licenciado en Medicina y Cirugía. Universidad de Santiago Compostela. Especialista en Psiquiatría. Área Sanitaria Vigo. Coordinador de Unidad de Salud Mental I. Tutor Residentes de Medicina Familiar y Comunitaria y Residente de Psiquiatría. Área Sanitaria de Ferrol.*

### **Como citar este artículo en sucesivas ocasiones:**

González García A. Biología de la creatividad. TOG (A Coruña) [revista en Internet]. 2014. [fecha de consulta]; monog. 6: [38-53]. Disponible en: <http://www.revistatog.com/mono/num6/biologia.pdf>

## Introducción

*"Los hombres razonables se adaptan al mundo. Los hombres insensatos hacen que el mundo se adapte a ellos. Por eso el progreso depende de los insensatos"*

George Bernard Shaw

Cuando las coordinadoras de este monográfico me propusieron participar en él, acepté gustoso. Mi interés por las Neurociencias se ha ido desarrollando a lo largo de los años, así como el estudio y exposición en sesiones Clínicas del Servicio en el que trabajo de algunos de los temas desarrollados por autores punteros en la investigación en este campo.

Quisiera haber logrado una recopilación y redacción dignas, porque mi intento por acercarme a este complejo tema ha sido muy interesante para mi aprendizaje pero complicado a la hora de organizarlo.

**RESUMEN**

La creatividad y el proceso creativo son conceptos complejos que han recibido gran atención durante todas las épocas y desde diversos campos del conocimiento. En la actualidad, ha sido incipiente el interés que algunas disciplinas científicas, como es el caso de la neurociencia, han mostrado por contribuir al entendimiento de este proceso que tiene evidentes correlatos en el funcionamiento del cerebro humano. El objetivo de este artículo es revisar algunos de los principales hallazgos que se han producido en la investigación neurocientífica durante las últimas décadas. De este modo, se discuten las principales regiones nerviosas que pueden estar involucradas en el proceso de la creatividad y su relación con otras variables. Finalmente, estos progresos suponen una importante contribución para la comprensión del ser humano.

**SUMMARY**

Creativity and the creative process are complex concepts that have received much attention at all times and from different fields of knowledge. Nowadays, some scientific disciplines, including neuroscience, have contributed substantially to the explanation of this process that has clear correlates in the human brain structure. The aim of this paper is to review some key findings that have occurred in neuroscience research in recent decades. It is also discussed the main nerve regions that might be involved in the process of creativity and its relationship to other variables. Finally, these developments imply an important contribution to the understanding of human nature.

**Definición de Creatividad**

Es de suponer que a lo largo del Monográfico los autores intentarán aportar definiciones en la introducción al tema desde cuya perspectiva intentar abordarlo. Son numerosas las definiciones de creatividad que aparecen en la literatura. Algunas de ellas: "*Creatividad es la función cerebral que asocia, analiza e interpreta conocimientos adquiridos para generar nuevas ideas, que benefician al individuo o a la comunidad*". (1)

Hay numerosos artículos, algunos citados aquí, para quien tenga interés en profundizar acerca del funcionamiento de distintas estructuras cerebrales, circuitos cerebrales, neurotransmisores....

Lo apunto por el que eche de menos una mayor extensión en las explicaciones complejas (o simplistas, según se mire) que cito de forma sucinta y sólo como apoyo, porque mi intención es intentar aportar una visión lo más holística que he sido capaz.

Al fin y al cabo mi interés por las Neurociencias no deja de ser una extensión de mi auténtica vocación, aquello que me hizo interesarme por la Salud Mental: Intentar profundizar en el conocimiento del ser humano.

Se pueden considerar discutibles pues dejan fuera algunas creaciones que merecerían el calificativo de indignas, infames e "inhumanas"; despreciables pero no por su falta de creatividad sino por la facultad del ser humano en utilizar esta capacidad también para el mal, dando testimonio de que nuestra especie puede ser capaz de lo mejor y de lo peor... Quizá destacaría, por su carácter sintético, la aproximación conceptual de Corbalán-Berná para quien la creatividad es entendida como la *"capacidad de utilizar conocimientos e informaciones de forma novedosa, y de hallar soluciones divergentes a los problemas"*. (2)

Esta característica, la capacidad para resolver problemas es crucial para varios autores entre ellos Damasio (3) llegando a afirmar que *"a menos que exista un problema que haya que enfocar, no merece la pena hablar de creatividad"*, coincidiendo en cierta medida con Albert Einstein, para quien *"La formulación de un problema es frecuentemente más esencial que su solución, que puede ser tan solo un asunto de destreza matemática o experimental. Plantearse nuevas cuestiones, nuevas posibilidades, ver viejos problemas desde un nuevo ángulo, requiere una imaginación creadora y marca un avance real en la ciencia"*. (4)

Otra forma de considerarlo es buscar entre los numerosos términos que han sido utilizados como sinónimos de la creatividad humana: "inventiva", "originalidad", "imaginación constructiva" o "pensamiento divergente".

Esta última es de mis preferidas y da sentido a la provocativa frase de G. Bernard Shaw que encabeza este artículo, sólo tenemos que definir al "insensato" como aquel dotado de un Pensamiento Divergente *"aquel pensamiento que elabora criterios de originalidad, inventiva y flexibilidad"* en contraposición con el "razonable" o de Pensamiento Convergente *"pensamiento orientado a la solución convencional de un problema"*.

Hasta los años 60, el estudio de la inteligencia se había limitado al análisis del pensamiento convergente, y es Guilford quien da el primer paso para la consideración del pensamiento divergente como entidad propia e independiente.

A través del pensamiento divergente, la creatividad puede plasmarse tanto en la invención o descubrimiento de objetos y/o técnicas, en la capacidad para encontrar nuevas soluciones modificando los habituales planteamientos o puntos de vista; o en la posibilidad de renovar antiguos esquemas o pautas.

La creatividad haría así referencia a la capacidad que poseen las personas para producir ideas originales y, a partir de estas, originar materiales nuevos, tomando siempre (y esto es importante) como referente el contexto social en el que tienen ocasión esas innovaciones, las cuales, en definitiva, comportan la expansión de los campos conceptuales y estéticos preexistentes. (4)

## **Introduciéndonos en la Biología de la Creatividad.**

### **Algunos Aspectos Previos**

Quisiera aquí apuntar diversos aspectos que considero de interés y que nos introducen ya de lleno en el estudio de los aspectos biológicos de la Creatividad:

a) *¿Es la creatividad una característica específicamente humana?*

Este debate ha estado vigente durante más de un siglo. En 1871, Darwin redactó una lista de peculiaridades humanas que, según se había afirmado, formaban una barrera infranqueable entre el hombre y los animales. Luego aniquiló una a una todas esas peculiaridades:

---

*"La diferencia mental entre el hombre y los animales superiores, por grande que sea, es sin lugar a dudas de grado y no de clase. Hemos visto que los sentidos y las intuiciones, las diversas emociones y facultades, como el amor, la memoria, la atención, la curiosidad, la imitación, la razón, etcétera, de las que el hombre se vanagloria, pueden encontrarse en los animales inferiores en estado incipiente o a veces bien desarrolladas". (5)*

Cualquier estudioso de las ciencias naturales tiene hoy como marco general de referencia a la Teoría de la Evolución para T. Dobzhansky: *"Nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución"*; asumiendo así que toda la diversidad de la vida de este planeta tuvo un origen común y es fruto de mecanismos evolutivos. Este sería su primer postulado: el origen común de la diversidad de la vida".

En los últimos años se ha planteado que la Teoría de la Evolución podría utilizarse como marco integrador entre la eterna batalla doctrinal de los enfoques biológicos, psicológicos y sociales y sobre el eterno debate entre lo innato y lo adquirido (Genes vs Ambiente).

No existe una respuesta clara a la pregunta de cuáles son las características específicas del ser humano respecto al resto de la especie animal. Si bien hay un cierto consenso en que es posible rastrear en otras especies capacidades que se creían exclusivas de la nuestra. Siempre va a depender de la definición que hagamos para cada capacidad. Así si entendemos por Cultura la *trasmisión de conocimientos adquiridos de una generación a la siguiente* podemos encontrar similitudes como por ejemplo en la orcas que practican técnicas de caza, modalidades de reclamo y sistemas sociales totalmente diferentes dependiendo de la población a la que pertenezcan; ocurre lo mismo si en el lenguaje incluimos *cualquier tipo de comunicación entre miembros de una misma especie*, descubrimos que entre otros, los simios tienen un vocabulario para referirse a diferentes depredadores.

---

Este ejemplo del lenguaje es especialmente ilustrativo. Varios investigadores han tratado afanosamente de enseñar a «hablar» a los animales. Washoe (un chimpancé), Koko (un gorila), Kanzi (un bonobo) y Alex (un loro) lo han hecho extraordinariamente bien. Han aprendido cientos de palabras, normalmente en forma de lenguaje de signos, y han aprendido a combinar estas palabras en frases rudimentarias. Aun así, como señaló Herbert Terrace después de trabajar con un chimpancé, lo que nos han enseñado todos estos experimentos es lo mal que se les da el lenguaje a estos animales. Rara vez pueden rivalizar siquiera con un niño de dos años, y parecen incapaces de utilizar la sintaxis y la gramática. Nuestra aptitud para el lenguaje es tan grande comparada con la del resto de las especies que aunque asumiendo que muy probablemente como insinuó Darwin, la diferencia es de grado y no de clase, no es menos cierto que los cambios cuantitativos cuando adquieren un nivel crítico pueden producir diferencias cualitativas (Ley del tránsito de la cantidad a la cualidad de Engels).

De esta forma, por lo que sabemos hasta ahora, al menos los Sentimientos (entendidos como emociones conscientes), el Lenguaje, la Cultura y por supuesto la Creatividad sí serían cualidades exclusivamente humanas. (5) (6) (7) (8) (9)

Lo que caracteriza a la creatividad humana es la extraordinaria flexibilidad con la que se manifiesta, la potencial infinidad de dominios en la que se puede expresar y la intencionalidad de la actividad creadora. Para Damasio la creatividad, como respuesta a un problema, pasa por el razonamiento, las imágenes sensoriales y la memoria. Esta clase de creatividad -flexible, intencional y no sujeta al entorno inmediato- es, pues, inherente a la constitución biológica del ser humano pero exige perspectivas individuales y sociales. (3) (10)

b) *¿Es la Creatividad una Cualidad inherente a cualquier ser humano?*

Existe también un relativo consenso con respecto a que todos los seres humanos somos, al menos potencialmente, creativos. El solo hecho de llevar a

---

cabo una conversación congruente, con las palabras apropiadas, constituye una muestra de creatividad. Sin embargo, para que una creación tenga visos novedosos, que sea relevante, se requiere poseer un acervo de conocimientos, buenos mecanismos de memoria de trabajo, razonamiento normal y el lenguaje necesario, todo lo cual conlleva a la asociación de ideas indispensable en la generación de nuevos conceptos.

Se ha estudiado la Creatividad del ser humano en relación con otras características como la Inteligencia, Personalidad, Cultura, Motivación.

Me interesa en especial la posible relación con la Psicopatología a la que me refiero a continuación. (1) (4) (11) (12)

c) *¿Existe relación entre Creatividad y Patología mental?*

Desde el punto de vista de la psicopatología, Emil Kraepelin planteó en 1921 que los cambios en los procesos de pensamiento en la psicosis maníaco-depresiva podían liberar facultades que normalmente permanecían inhibidas. En esta línea Kay Renfield Jamison y Nancy Andreasen han destacado la relación entre la creatividad y el trastorno bipolar. Ruth Richard, de la Universidad de Harvard ha propuesto la asociación de ciertos genes que predisponen al trastorno bipolar con un aumento de la probabilidad de que la persona sea creativa, aunque esto no signifique que la enfermedad sea la que favorezca la creatividad. (13)

Para la mayoría de los autores la suposición de que creatividad y patología son fenómenos relacionados entraña graves riesgos. Se resalta que desgraciadamente es muy fácil tachar de locos a quienes simplemente no entendemos y que además, existe la tendencia a sobrestimar el grado en el que dos acontecimientos ocurren juntos, especialmente cuando uno de ellos suscita gran impacto emocional lo que podría, en parte, estar explicando esta asociación. Para algunos autores esta conexión es algo puramente accidental

---

(Amabile, 1993; Csikszentmihalyi, 1996; Rothenberg, 1990; Simonton, 2000). Son muchas más las personas consideradas creativas que han gozado de buena salud física y mental. La capacidad para descubrir lo que uno puede hacer bien, y disfrutar haciéndolo, es el sello de las personas creativas y no el sufrimiento alimentado por modas románticas. (11)

Sea cual sea la relación, si esta existe, el consenso es mayor en que sería más probable encontrarla en familiares de enfermos mentales (Tr. Bipolar y Esquizofrenia) que entre los propios enfermos pues como apunta Colodrón *"La enfermedad nada crea, destruye; y los genios que la han padecido mantuvieron su fuerza intelectual no por ella, sino a pesar de ella"* (14) pues parece razonable que la creatividad exija un mínimo de organización y de coherencia mental. (2)

### **Estudios sobre la Neurobiología de la creatividad**

La mayoría de los artículos que he consultado sobre Creatividad se centran en el estudio de la creatividad artística. (2) (10) (15) (16) (17)

Sin duda el arte constituye un espacio propicio para el desarrollo y análisis de la creatividad. Aunque sería esperable que intervengan diferentes áreas cerebrales, quizá no en la imaginación pero desde luego sí en la ejecución de las diferentes modalidades artísticas. Podemos además preguntarnos hasta qué punto se puede equiparar la creación artística con la científica o la técnica o dicho de otra forma ¿Hasta qué punto el autor de la Teoría de la Relatividad (Albert Einstein) y el creador del Fútbolín (un Gallego de nombre Alejandro Finisterre) compartirían características similares en sus procesos creativos?

Aun asumiendo las dificultades para su estudio los intentos de la Neurociencias por adentrarse en el estudio de tan complejo tema resultan muy loables.

La mayoría de los estudios intentan examinar el funcionamiento del cerebro mientras los sujetos realizan una actividad creativa para identificar que estructuras cerebrales entran en funcionamiento. Diversos métodos técnicos han sido utilizados dependiendo del avance en la tecnología de neuroimagen.

Se ha partido de estudios en que se utilizaban registros electroencefalográficos, hasta las más avanzadas técnicas como la resonancia magnética funcional y la tomografía por emisión de positrones. (18)

Son pioneros y muy citados los estudios de Sperry que le valieron el premio nobel en 1981 (17), realizados con pacientes que habían pasado por una Intervención quirúrgica que separaba los dos hemisferios cerebrales. Según estos estudios en pacientes con cerebro escindido, el hemisferio derecho y el izquierdo se ocuparían de funciones muy diferentes. El derecho, se ocuparía de las ocurrencias, fantasías, intuiciones. Funcionaría mediante un mecanismo holístico, globalizador y sería esencialmente la parte "creativa" dentro del cráneo. Por eso trabaja con información compleja, imágenes, melodías, rostros, lenguajes no verbales, etc. Sería, en definitiva, la sede del pensamiento divergente, peculiaridad o rasgo típico de las personas creativas y artísticas. Por su parte, el hemisferio izquierdo sería esencialmente lógico, analítico, racional, detallista, y procesaría la información discreta, el lenguaje verbal y la escritura. Sería la sede, en suma, del pensamiento convergente, más típico de las personas con mentes racionales y científicas.

Ahora bien, sus teorías y observaciones, pese a ser ampliamente aceptadas y reproducidas, sólo explicarían diferencias en el funcionamiento de los hemisferios, pero no dicen nada sobre las peculiaridades propias de los cerebros creativos. Por otra parte no hay que olvidar que estos estudios clásicos fueron realizados en pacientes con graves epilepsias en los que se recurrió a una intervención quirúrgica muy agresiva como tratamiento para que la irritación del foco epiléptico no se extendiera por todo el cerebro; en todo caso cerebros dañados antes y después de la intervención. Hay que tener en cuenta que en condiciones normales existe una estructura denominada cuerpo calloso por la que se trasmite información entre ambos hemisferios cerebrales que haría que el cerebro trabajara como una unidad.

Existen intentos de explicación como la siguiente de Montilla en la que destaca en primer término el significado de la asimetría cerebral en relación con las funciones cognitivas superiores propias de cada hemisferio, para pasar después a establecer los significados de otras formaciones nerviosas involucradas en el proceso, tales como el hipotálamo lateral que guarda relación con la motivación básica y es vector de la conducta; el complejo amigdalino, como modulador de la motivación en relación con el mundo afectivo y las experiencias del pasado; el hipocampo, como archivo de memoria, los cortex prefrontales derecho e izquierdo como ejecutores del diálogo entre lo verbal y lo no verbal y, finalmente, núcleo caudado, tegmento ventral y locus coeruleus como estructuras comprometidas en la respuesta motora. Para este autor el proceso neurobiológico de creatividad podría resumirse diciendo que se trata de una actividad coordinada de amígdala, hipocampo y córtex prefrontal que conduce a la formación de hipótesis y pensamientos originales. A ellas se unen los influjos del núcleo caudado, portador de neuronas que seleccionan y deciden las respuestas mientras que las interacciones entre las áreas prefrontales de ambos hemisferios suministran el dialogo de dos voces, la fantástica y la crítica. La asimetría funcional de los dos hemisferios cerebrales sería, en suma, lo que nos proporciona de un modo más satisfactorio las bases neurobiológicas de la interacción mantienen el consciente y el inconsciente en la creatividad humana. (19)

Andel apunta la importancia de los procesos inconscientes en las actividades creativas. Según Dijksterhuis el pensamiento consciente puede ser superior para la toma de decisiones simples, cuantitativas y con pocas opciones (decidir qué dirección seguir o resolver un problema aritmético) pero se ve superado cuando se trata de decisiones de carácter cualitativo con muchas soluciones posibles (elección de carrera o evaluación estética de un cuadro). (7)

La conciencia se sirve de la atención, que tiene limitaciones porque sólo puede examinar un número pequeño de posibilidades. El pensamiento consciente actúa de forma descendente, es jerárquico y se guía por expectativas y modelos internos, mientras que el pensamiento inconsciente es ascendente, no

---

jerárquico y ofrece mayor flexibilidad a la hora de ofrecer nuevas permutaciones o combinaciones de ideas.

Así, dice Kandel (7), los datos experimentales socavan la idea de que tomamos todas las decisiones importantes de manera consciente. Encontramos indicios sobre las bases neurales de los destellos de intuición, que parecen irrumpir en la conciencia, los momentos "¡Ajá!" o lo que llamamos inspiración. En esos momentos de revelación intuitiva pueden participar todas las partes de la corteza cerebral, pero ciertos aspectos de la creatividad parecen implicar a áreas de asociación, y más concretamente estructuras del hemisferio derecho (circunvolución temporal superior y corteza parietal). Por ejemplo, cuando las personas que participan en un experimento solucionan problemas verbales que exigen intuición creativa se aprecia un aumento de actividad en la circunvolución temporal superior del hemisferio derecho, y además aparece una ráfaga súbita de actividad de alta frecuencia en esa región tres décimas de segundo antes de que la persona obtenga la intuición.

Los estudios de John Geake (20) indican que el área parietal derecha y los lóbulos frontales de ambos hemisferios intervienen en las dimensiones creativas de la resolución de problemas matemáticos, en contra de la arraigada opinión de que la asimetría funcional de los hemisferios cerebrales sólo tenía papel en el lenguaje.

John Huglins Jackson (1835-1911) propuso que cada hemisferio cerebral lleva a cabo cierta actividad inhibitoria sobre la actividad del contrario. Cuando estudiaba las aptitudes musicales de los niños con afasia adquirida se encontró que las lesiones del hemisferio izquierdo que provocaban afasia en estos niños, no reducían la aptitud musical de estos niños sino que la aumentaban, de lo que dedujo que el hemisferio izquierdo intacto reprimía las capacidades musicales regidas por el hemisferio derecho.

Dos investigadores de la Universidad de Princeton, Earl Miller y J. Cohen (21), atribuyen a la corteza prefrontal (que participa en el razonamiento abstracto y

la regulación descendente de las emociones) la participación en intuiciones creativas. Así, cuando una persona busca una solución se activa la corteza prefrontal, que se centra en la tarea y decide qué áreas del cerebro deben entrar en juego para solucionar el problema. Cuando intentamos resolver un rompecabezas verbal, la corteza prefrontal puede decidir, sin que seamos conscientes de ello, activar el hemisferio derecho, lo que da lugar a una solución intuitiva, o bien activar el hemisferio izquierdo, lo que llevará a encontrar la solución "poco a poco", si es que los consigue. Un estado inconsciente permite optar por una estrategia de resolución metódica o creativa.

Los estudios mediante pruebas de neuroimagen funcional, que permiten registrar la actividad metabólica en áreas concretas indican que a medida que aumenta la capacidad para un arte visual se reconfiguran las conexiones entre los hemisferios derecho e izquierdo y que la actividad de la corteza prefrontal derecha parece anular la actividad inhibitoria del hemisferio izquierdo, lo que parece confirmar la hipótesis de JH Jackson sobre el papel de las interacciones entre los hemisferios cerebrales en la inhibición liberación de la creatividad y la originalidad. En algunos pacientes con demencia frontotemporal cuyas lesiones se inician en el hemisferio izquierdo adquieren repentinamente talento artístico especialmente de tipo visual más que verbal, lógicamente, de forma transitoria, porque la demencia avanza y acaba afectando ambos hemisferios.

Kounios y Jung-beema realizaron experimentos en los que combinaban las metodologías electroencefalográfica y de resonancia magnética funcional. A los participantes se les ofrecían problemas que podían ser resueltos por razonamiento metódico o bien de forma intuitiva. Los destellos de intuición se asociaban con la activación de la circunvolución temporal anterosuperior. Esto también ocurría en el caso de tareas que requieren la integración de la actividad semántica relacionada con la ambigüedad (deducir el tema de una historia ambigua). La intuición parece surgir repentinamente, pero eso se debe a que es el resultado de un procesamiento inconsciente de información. Vilayanur Ramachandran encontró que las lesiones en la región parietal derecha

---

dan lugar a la pérdida del sentido artístico. Por otra parte, técnicas experimentales que inhiben el lóbulo temporal anterior izquierdo y liberan el derecho inducen artificialmente ciertas capacidades artísticas. (7)

En resumen, la creatividad implica, desde el punto de vista neurobiológico la eliminación de ciertas inhibiciones, y algunos estudios muestran que la expresión del talento artístico tiene que ver con una reducción de la inhibición de un rasgo llamado búsqueda de novedad, que incluye capacidades como la facultad de pensar de manera poco convencional, usar un pensamiento divergente en situaciones indefinidas o abiertas, y de abrirse a experiencias nuevas. Los lóbulos frontales forman parte de la red responsable de buscar y detectar la novedad, algo fundamental para la creatividad.

Cito a modo de colofón un estudio realizado por un grupo de investigadores mexicanos (22) que presentaron los resultados de un interesantísimo estudio sobre la relación entre creatividad y activación cerebral regional. El objetivo era correlacionar el índice de creatividad, obtenido mediante las pruebas de Torrance de Pensamiento Creativo, con el flujo sanguíneo cerebral usando básicamente el SPECT. Para realizarlo reclutaron doce personas seleccionadas entre 100 por sus altas puntuaciones en creatividad. Se les administró una tarea de desempeño creativo tras la inyección intravenosa del radioligando Tc99m-ECD, al tiempo que se obtenían imágenes del flujo sanguíneo cerebral mediante el SPECT. Los resultados mostraron una correlación notable entre el índice de creatividad y el flujo sanguíneo cerebral en las siguientes áreas: giro precentral derecho, cerebelo anterior derecho, giro frontal medio izquierdo, giro recto derecho, lóbulo parietal inferior derecho y giro parahipocámpico derecho.

En conclusión, que el índice de creatividad correlaciona con el flujo cerebral en múltiples áreas de ambos hemisferios cerebrales, las cuales están involucradas en el procesamiento multimodal, en funciones cognitivas complejas y en el procesamiento de emociones. Esto lleva a proponer, una vez más, que el procesamiento cerebral del proceso creativo se realiza en sistemas muy amplios

---

distribuidos por todo el cerebro. Es decir, que por muy interesante que nos parezca este estudio, queda claro que la creatividad sigue siendo una función esquiva, como una musa caprichosa que migra por todo el cerebro de su pretendiente. (17)

### **A Modo de Conclusión**

En este artículo he procurado un acercamiento al conocimiento de los factores biológicos que intervienen en la creatividad. ¿Qué aspectos de nuestra neurobiología dan lugar a esta flexible, ubicua e intencional creatividad de la que es capaz el ser humano?

Si algo merece subrayarse es que la creatividad no está relacionada estrictamente con ninguna región concreta del cerebro. Más bien, el estudio de los efectos de diversos tipos de lesiones cerebrales y enfermedades neurodegenerativas sugiere que la creatividad emerge a raíz de la interacción de sistemas neuronales ampliamente distribuidos en el cerebro. Incluso algunos estudios parecen apuntar que la creatividad es un ingrediente tan esencial del ser humano que puede seguir manifestándose a pesar de graves lesiones o una considerable degeneración. Las actividades creativas en cualquier ámbito implican regiones del cerebro relacionadas con la toma de decisiones, la percepción, la memoria, la atención, las emociones, etc. Destaca el hecho de que ninguna de estas regiones participa de manera exclusiva en este tipo de tareas sino que son resultado de la acción integrada de procesos cognitivos y afectivos que participan en otras numerosas actividades, tampoco ninguna de estas regiones aparece de manera exclusiva en el ser humano.

Habiendo constatado cuáles son las piezas básicas del rompecabezas, y habiendo comprendido sus funciones básicas, la incógnita de la creatividad humana que queda todavía por disipar, pues, se refiere a la manera en la que se produce su interacción. Resolver ese misterio pasa por seguir estudiando la manera en la que los cambios en la conectividad neuronal, especialmente en las áreas de asociación y entre estas y otras regiones del cerebro, ocurridos a lo

largo de la evolución de nuestro linaje, están relacionados con nuestras capacidades para integrar, recombinar, transformar y abstraer información, que, sin duda, son el motor de nuestra ubicua, flexible e intencional creatividad.  
(10)

Sabemos más biología que hace 50 años y, por tanto, tenemos muchas más preguntas que responder. Esa es para muchos la grandeza de la ciencia "A más conocimiento, más incógnitas...".

## BIBLIOGRAFÍA

1. Escobar A, Gómez-González B. Creatividad y función cerebral. Rev Mex Neuroci. 2006; 7(5):391-399.
2. Rodríguez-Muñoz FJ. Contribuciones de la Neurociencia al estudio de la creatividad humana. Arte, Individuo y Sociedad. 2011; 23(2):45-54.
3. Damasio A. La Interfaz entre biología y cultura. El proceso de introducción de la creatividad Telos. 2008; 77.
4. Álvarez E. Creatividad y Pensamiento Divergente. Desafío de la mente o desafío del ambiente. InterAc. 2010.
5. Ridley M. Que nos hace humanos. Madrid: Ed. Taurus; 2004.
6. Sanjuán J. Evolución cerebral y psicopatología. Madrid: Ed. Triacastela; 2000.
7. Sanjuán J. Teoría de la Evolución en la Medicina. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2010.
8. Gould SJ. ¿Podemos completar la evolución de Darwin? Barcelona; 1997.
9. Sanjuán J, Cela Conde CJ. La Profecía de Darwin. Del origen de la mente a la Psicopatología. Barcelona: Ed. Ars Medica; 2005.
10. Nadal Roberts M, Flexas Oliver A. Bases biológicas de la creatividad. El enfoque desde la neuroestética. En: Instituto Tomás Pascual Sanz para la Nutrición y la Salud y Centro Mixto Universidad Complutense-Instituto de Salud Carlos III de Evolución y Comportamiento Humanos. Creatividad y Neurociencia Cognitiva. IMC; 2012.
11. Vecina Jiménez ML. Creatividad. Papeles del psicólogo. 2006; 27(1):31-39.
12. Colom Marañón R. Inteligencia y Creatividad. En: Instituto Tomás Pascual Sanz para la Nutrición y la Salud y Centro Mixto Universidad Complutense-Instituto de Salud Carlos III de Evolución y Comportamiento Humanos. Creatividad y Neurociencia Cognitiva. IMC; 2012.
13. Kandel Eric R. La era del inconsciente. Barcelona: Ed. Paidós; 2013.
14. Colodrón A. Las Esquizofrenias. Síndrome de Kraepelin-Bleuler. Madrid: Ed. Siglo Veintiuno; 1990.
15. Hagendoor I. The dual relation between art and the brain. En: Instituto Tomás Pascual Sanz para la Nutrición y la Salud y Centro Mixto Universidad Complutense-Instituto de Salud Carlos III de Evolución y Comportamiento Humanos. Creatividad y Neurociencia Cognitiva. IMC; 2012.

16. Larocca EF. La creatividad y la neurociencia. La Explosión Creativa: El Big-Bang de las Artes. 2007.
17. De la Gándara MJ. Psico-Neuro-Biología de la creatividad artística En: Martínez Azumendi O. Arte y Psiquiatría. 2008; 8(1):29-46.
18. Martindale C. Creativity, oversensitivity and rate of habituation. Personality and Individual Differences. 1996; 20:423-7.
19. Montilla López P. Creatividad humana. Enfoques y bases neurobiológicas Intus. Revista de la cátedra de psicología médica y psiquiatría y U.D. de la Historia de la Medicina. 1997; 8(1-2):13-32.
20. Geake JG. The neurological basis of intelligence: Implications for education: An abstract, Gifted and Talented. 2005; 10(1).
21. Miller EK, Cohen JD. An integrative theory of prefrontal cortex function. Annual Review of Neuroscience. 2001; 24: 167-202.
22. Chávez RA, Graff-Guerrero A, García-Reyna JC, Vaugier V, Cruz-Fuentes C. Neurobiología de la creatividad: resultados preliminares de un estudio de activación cerebral. Salud Mental. 2004; 27(3).