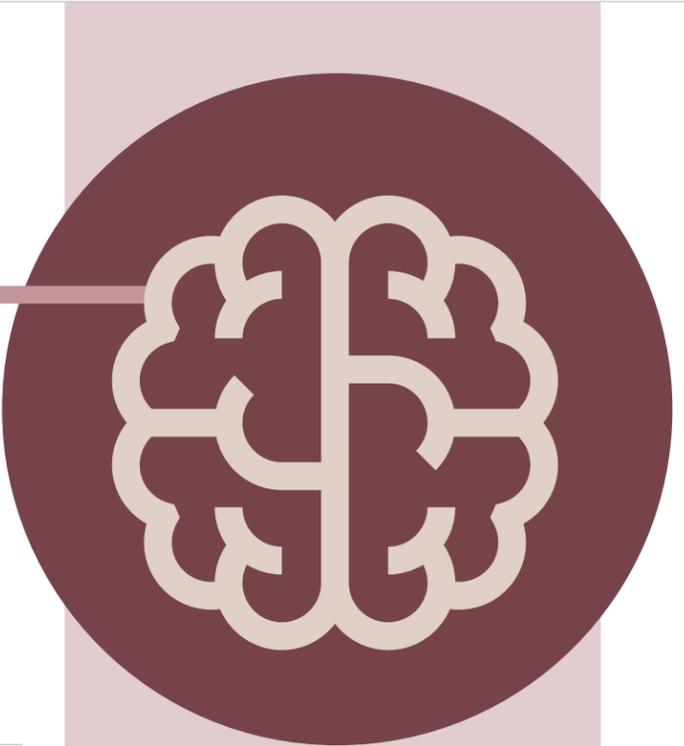




Variables psicobiológicas
ASOCIADAS A LA
CREATIVIDAD:
hallazgos y desafíos

Por:  Julio C. Penagos-Corzo

LAS REGIONES CEREBRALES INVOLUCRADAS PUEDEN VARIAR DEPENDIENDO DE LA TAREA CREATIVA, AUNQUE DIVERSOS ESTUDIOS HAN COINCIDIDO EN OBSERVAR UNA ACTIVIDAD DIFERENCIAL EN LA CORTEZA PREFRONTAL DORSOLATERAL.



RESUMEN

En el presente trabajo se abordan algunas aproximaciones a la creatividad desde la neurociencia. Tales aproximaciones incluyen hallazgos que vinculan los procesos creativos con la activación de diversas regiones cerebrales –por ejemplo, áreas de la corteza prefrontal–, como con estructuras que, por su volumen, parecen ser diferentes en personas creativas –por ejemplo, mayor grosor de regiones de la corteza-. Además, se presentan algunas evidencias en torno a variables biomoleculares y genéticas probablemente asociadas a la creatividad –por ejemplo, la dopamina y el gen Neuregulin 1 (NRG1)-. El estudio, tanto de las regiones cerebrales y su actividad, como de las variables genéticas y de neurotransmisión, no está exento del problema que significa medir la creatividad. Existen sesgos en las medidas y éstos son descritos en el presente trabajo. Por último, se destaca el componente actitudinal de la creatividad, dentro de los desafíos por abordar.

PALABRAS CLAVE
Creatividad • Actitud creativa • Medición de la creatividad • Neuroimaging • Biomarcadores

ABSTRACT
Some approaches to creativity are addressed from neuroscience in this paper. Such approxi-

mations include findings linking creative processes to the activation of various brain regions –i.e. prefrontal cortex areas-, as well as structures that by their volume appear to be different in creative persons –i.e. thicker cortex in some regions-. In addition, some evidence is presented on biomolecular and genetic variables likely associated with creativity –i.e. dopamine and neuregulin 1 gen (NRG1)-. Both the study of brain regions and their activity, as well as genetic and neurotransmission variables are not exempt from the problem of measuring creativity. There are biases in the measures and these are described in the present work. Finally, the attitudinal component of creativity is highlighted, within the challenges to be addressed.

KEYWORDS:
Creativity • Creative attitude • Creativity measurement • Neuroimaging • Biomarkers

INTRODUCCIÓN
En general, la mayor parte de autores sobre procesos creativos comparten que la originalidad y la efectividad (utilidad o relevancia) son esenciales en la definición de creatividad (Runco y Jaeger, 2012). Los instrumentos que la miden recogen –generalmente– esta esencia, más lo que el marco teórico del test psicológico señala como indicadores de creatividad. Frecuentemente los cuatro indicadores usados son los



REGIONES CEREBRALES

Las regiones identificadas pueden variar en función del tipo de estudio.

Algunos estudios investigan a la creatividad comparando tareas creativas vs. no creativas, pero equivalentes cognoscitivamente. (Gibson, et al., 2009; Mayselless et al., 2015).



Otros estudios abordan la creatividad comparando personas con puntuaciones altas en pruebas de creatividad frente a personas con puntuaciones bajas. (Chávez et al., 2004).



Otros toman el reto de medir la creatividad en tareas cotidianas. (Ottemiller et al., 2014).



En estudios que comparan tareas de insight frente a no insight, se han encontrado diferencias en la circunvolución cingulada anterior y corteza prefrontal lateral izquierda. (Luo et al., 2004).

propuestos por Guilford (1950) en un trabajo germinal para el abordaje contemporáneo de la creatividad: fluidez (habilidad para producir un gran número de ideas), flexibilidad (habilidad para simultáneamente proponer variaciones en la aproximación a un problema), originalidad (habilidad para producir ideas nuevas u originales) y elaboración (habilidad para sistematizar y organizar el grado de acabado o detalle de una idea). Con estos indicadores, o con esta base, parten muchos de los estudios de la creatividad, incluyendo aquellos que tratan de estudiar los mecanismos neurobiológicos vinculados con ésta. Tales estudios pueden inscribirse dentro del campo de las neurociencias.

¿Qué nos dicen las neurociencias sobre la creatividad? Mucho y, a la vez, muy poco. Conocemos algunas regiones cerebrales relevantes para el proceso creativo; también hay evidencia sobre algún tipo de actividad eléctrica cerebral e incluso hay aproximaciones a nivel biomolecular. Pero mucho de esto es también cierto para otras variables. Por ejemplo, sabemos que la corteza prefrontal juega un papel determinante en el proceso creativo (Aziz-Zadeh et al., 2013). Sin embargo, la corteza prefrontal también participa de igual manera en innumerables funciones cognoscitivas. Así, es como decir que la mano es fundamental para pintar... sí, como también lo es para escribir, comer, acariciar o golpear. La afirmación anterior no es para subestimar, simplificar en extremo, o restar valor a importantes hallazgos sobre la neurobiología de la creatividad. La afirmación es para matizar tales hallazgos y hacer visible lo mucho que falta por caminar. ¿Cuáles son esos hallazgos y cuál es el camino que falta por recorrer?

REGIONES CEREBRALES
Los hallazgos indican la participación de diferentes regiones cerebrales durante el proceso creativo (Dietrich y Kanso, 2010). Esto resulta relevante debido a que un mito bastante extendido es que la creatividad se relaciona con la actividad del hemisferio derecho. La evidencia señala claramente que ambos hemisferios participan en el proceso en mención (Aziz-Zadeh et al., 2013; Lindey, 2011; Pidgeon et al., 2016). Las regiones cerebrales involucradas pueden variar dependiendo de la tarea creativa, aunque diversos estudios han coincidido en observar una actividad diferencial en la corteza prefrontal dorsolateral (Beaty et al., 2017; Liu et al., 2015; Sun et al., 2016). Las regiones identificadas pueden variar en función del tipo de estu-



UN CANDIDATO BASTANTE FUERTE PARECE SER EL GEN NRG1... ESTE GEN ESTÁ RELACIONADO CON LA ESQUIZOFRENIA... Y EXISTE EVIDENCIA SOBRE UN POSIBLE EFECTO DE ESTE GEN EN LA CREATIVIDAD.

dio. Algunos estudios investigan a la creatividad comparando tareas creativas vs. no creativas, pero equivalentes cognoscitivamente (Gibson, et al., 2009; Mayselless et al., 2015). Otros estudios abordan la creatividad comparando personas con puntuaciones altas en pruebas de creatividad frente a personas con puntuaciones bajas (Chávez et al., 2004); otros toman el reto de medir la creatividad en tareas cotidianas (Ottemiller et al., 2014). En estudios que comparan tareas de insight frente a no insight, se han encontrado diferencias en la circunvolución cingulada anterior y corteza prefrontal lateral izquierda (Luo et al., 2004). Sin embargo, al estudiar la fluidez verbal, los datos indican regiones de actividad diferentes. Tal es el caso de hallazgos en torno a una correlación positiva entre el metabolismo de glucosa en el lóbulo temporal izquierdo y la fluidez verbal (Boivin et al., 1992). Los autores de este estudio hipotetizan que tal relación refleja un componente de memoria verbal implicado. Por otro lado, en comparaciones entre personas con puntuaciones altas vs. bajas en índices de creatividad, se han observado diferencias en el flujo sanguíneo cerebral en ambos hemisferios cerebrales y en múltiples regiones tales como: cerebelo anterior derecho, circunvolución parahipocámpica derecha, circunvolución frontal media izquierda, entre otras (Chávez et al., 2004).



UN MITO BASTANTE EXTENDIDO ES QUE LA CREATIVIDAD SE RELACIONA CON LA ACTIVIDAD DEL HEMISFERIO DERECHO. LA EVIDENCIA SEÑALA CLARAMENTE QUE AMBOS HEMISFERIOS PARTICIPAN EN EL PROCESO EN MENCIÓN.

● **PENSAMIENTO SOBRE-INCLUSIVO**
Para complicar el escenario, los resultados serán diferentes dependiendo del tipo de instrumento con que se evalúa a la creatividad, así como la técnica con la que se aborda la aproximación neurobiológica. Por ejemplo, en algunos abordajes se considera que el pensamiento sobre-inclusivo (integrar en una categoría algo que no pertenece a ésta), presente en la esquizofrenia, puede ser una forma de procesamiento creativo (Issa, 2013; Penagos-Corzo, 2014). Así, el buscar conexiones inusuales entre ideas, que podría ser una forma de pensamiento sobre-inclusivo, también conduce a una forma de pensamiento creativo (Eysenck, 2003; Plucker y Runco, 1999). Por tanto, una manera de aproximarse al estudio del pensamiento creativo sería estudiando el pensamiento sobre-inclusivo. Sin embargo, existe evidencia que contradice el señalamiento anterior. En este sentido, Ottemiller *et al.*, (2014), encontraron que personas con alto nivel de sobre-inclusión no sólo no muestran originalidad –variable fundamental de la creatividad– sino que cometen más errores en acciones de la vida diaria. Pero también existe evidencia en contra de los hallazgos anteriores: Acar y Runco (2012) encuentran relaciones significativas entre pensamiento sobre-inclusivo y creatividad a través de un estudio meta-analítico. Establecer dicha relación resulta relevante, derivado de trabajos que han reportado re-

lación entre psicoticismo y creatividad (Acar y Runco, 2012). El psicoticismo es un rasgo de personalidad que, en un extremo, puede conducir o vincularse con la esquizofrenia, a la vez que también puede ser característico de personas creativas (Eysenck, 1993). Esta relación ha abierto caminos de exploración neurobiológica, que a continuación se esbozan.

● **MARCADORES GENÉTICOS Y BIOMOLECULARES**
La evidencia es contundente al determinar que, en la esquizofrenia, los niveles de dopamina están alterados (Howes *et al.*, 2012). La dopamina es un neurotransmisor relacionado a diversas funciones, dentro de las que destacan: actividad motora, cognición, recompensa y motivación. Así, al haber una relación entre dopamina y esquizofrenia, y de ésta con la creatividad (Burton, 2015), la exploración entre dopamina y creatividad adquiere alta relevancia desde el punto de vista neurobiológico. Las primeras aproximaciones son recientes, pero dejan ver importantes evidencias. Por ejemplo, Runco *et al.* (2011) encuentran que la fluidez está relacionada con la dopamina. Otro trabajo más reciente confirma la relación entre el sistema dopaminérgico y la creatividad (Zabelina *et al.*, 2016). Si más estudios terminan comprobando dicha relación, se estaría hablando de las bases genéticas de la creatividad. Un candidato bastante fuerte parece ser el gen NRG1 (Arslan



DOPAMINA
Es un neurotransmisor relacionado a diversas funciones, dentro de las que destacan: actividad motora, cognición, recompensa y motivación.

Al haber una relación entre dopamina y esquizofrenia, y de ésta con la creatividad, la exploración entre dopamina y creatividad adquiere alta relevancia desde el punto de vista neurobiológico. (Burton, 2015).

Otro trabajo más reciente confirma la relación entre el sistema dopaminérgico y la creatividad. (Zabelina *et al.*, 2016).

Un candidato bastante fuerte parece ser el gen NRG1. (Arslan *et al.*, 2016). Este gen está relacionado con la esquizofrenia así como con la modulación de señales del sistema dopaminérgico (Ledonne *et al.*, 2015) y existe evidencia sobre un posible efecto de este gen en la creatividad (Kéri, 2009).

et al., 2016). Este gen está relacionado con la esquizofrenia (Stefansson *et al.*, 2002), así como con la modulación de señales del sistema dopaminérgico (Ledonne *et al.*, 2015)) y existe evidencia sobre un posible efecto de este gen en la creatividad (Kéri, 2009).

Estas últimas aproximaciones –aparentemente– escapan a uno de los problemas fundamentales en los estudios que abordan la creatividad desde lo neurobiológico: la tarea solicitada a la persona para comparar el momento creativo vs. no creativo. Al comparar personas con diferentes niveles de creatividad –como en los trabajos antes citados–, el momento creativo pasa a segundo término. El «momento» creativo resulta muy complicado metodológicamente pues no es un momento aislado, sino un momento que contiene emociones, experiencias o cogniciones que, probablemente, se mezclan con lo que se quiere medir. Pero, aun así, permanece otro problema: la creatividad definida por los valores del instrumento. Si bien un buen instrumento para cualquier constructo psicológico hipotéticamente tiene propiedades psicométricas que lo hacen válido y confiable, aun con ello existen dudas. Por ejemplo, es frecuente que se use el Test de Torrance (TTCT, por sus siglas en inglés) en estos estudios, pero hay algunas dudas sobre si el rendimiento evaluado por el instrumento es suficientemente fuerte para explicar la varianza de sus resultados (Almeida *et al.*, 2008). Además, cierta evidencia apunta a que evaluaciones sociales de un producto creativo no se correlacionan con las puntuaciones del Torrance (Penagos-Corzo y Rodríguez, 2008). Aun así, resulta ampliamente relevante que algunos indicadores de la creatividad tengan correlatos neurobiológicos.

● **NEUROANATOMÍA DE LA CREATIVIDAD**
Además de tratar de identificar regiones cerebrales con mayor o menor activación en relación con la creatividad, o explorar biomarcadores a nivel biomolecular, como el estudio de la dopamina, o a nivel genético como la investigación del gen NRG1, otros caminos derivados de tecnologías más recientes han sido explorados. Tal es el caso de tratar de determinar una neuroanatomía de la creatividad. Es decir, de estructuras cerebrales que sean diferentes (y no sólo se activen diferencialmente), por ejemplo, por su grosor o volumen, en personas con diferentes niveles de creatividad. Un primer hallazgo en este sentido, indica que la circunvolución lingual correlaciona negativamente con un índice de creatividad, medido a través de productos



EL PSICOTICISMO ES UN RASGO DE PERSONALIDAD QUE, EN UN EXTREMO, PUEDE CONDUCIR O VINCULARSE CON LA ESQUIZOFRENIA, A LA VEZ QUE TAMBIÉN PUEDE SER CARACTERÍSTICO DE PERSONAS CREATIVAS (EYSENCK, 1993).

evaluados por jueces; a la vez que el cíngulo posterior derecho correlacionó positivamente. En el mismo estudio, un bajo volumen en la corteza orbitofrontal lateral izquierda correlacionó con un alto desempeño creativo, mientras que un alto grosor cortical en la circunvolución angular fue relacionado con altos desempeños creativos (Jung *et al.*, 2010). Un trabajo realizado con personas musicalmente creativas parece confirmar la existencia de mayor superficie y volumen cortical en relación con la creatividad (Bashwiner *et al.*, 2016). Algunas de las áreas identificadas están vinculadas a la misma disciplina, por ejemplo, la corteza premotora sensorial (área de Brodmann 6). Pero otras (por ejemplo, corteza prefrontal dorsomedial y circunvolución temporal media) se vincularon con la ideación creativa de tipo más general.

● **LOS CAMINOS POR RECORRER**
Detallar las aproximaciones a la creatividad desde las neurociencias excede las intenciones de este trabajo, como del lugar en donde se exponen. Son múltiples las investigaciones con neuroimagen o electroencefalografía. El propósito aquí, como se mencionó antes, es destacar algunos hallazgos importantes (ver tabla 1) y señalar posibles caminos por recorrer. Un

EL «MOMENTO» CREATIVO RESULTA MUY COMPLICADO METODOLÓGICAMENTE PUES NO ES UN MOMENTO AISLADO, SINO UN MOMENTO QUE CONTIENE EMOCIONES, EXPERIENCIAS O COGNICIONES QUE, PROBABLEMENTE, SE MEZCLAN CON LO QUE SE QUIERE MEDIR.



camino es trabajar meta-analíticamente sobre aproximaciones psicométricas en relación con la neurobiología de la creatividad. Un destacado avance en este sentido está dado por Arden *et al.* (2010). Estos autores, después de revisar 45 estudios que investigaron la creatividad con neuroimagen, señalan que una meta por alcanzar es incrementar las medidas de confiabilidad y usar análisis factorial exploratorio. A la vez, también señalan, que resulta una meta relevante mejorar la validez discriminante. Esto tiene una importancia significativa, no sólo en términos de la validez del propio instrumento, sino incluso de los mismos estudios. Por ejemplo, al medir la creatividad en una tarea, y observar una actividad cerebral, al parecer, relacionada a dicha tarea, la pregunta siempre será ¿esa actividad es producto de la creatividad?, o más bien ¿es producto de un estado emocional que podría ser similar en otras tareas cognitivas? Si al crear algo, el participante se «siente bien de haberlo logrado» quizá simplemente estamos midiendo la actividad psicofisiológica asociada a la experiencia de logro. Una experiencia de logro no es creatividad.

Además de lo anterior, al ser la creatividad un proceso cognoscitivo complejo, otras funcio-

nes cognoscitivas estarán altamente involucradas en la tarea, por ejemplo: memoria, anticipación, planeación, control inhibitorio, etcétera. ¿Cómo evaluar tales procesos de manera independiente o cómo controlarlos? Quizá lo que estamos viendo como «actividad cerebral relacionada a la creatividad», es actividad relacionada a otras funciones. Aunque tales observaciones resulten obvias para algunos, el crear diseños experimentales que controlen la participación de tales variables es todavía un verdadero desafío. Por ello conviene empezar a explorar paradigmas para la evocación de actividad cerebral que rebasen las tareas de pensamiento divergente o de asociación de palabras.

Las tareas que demandan procesamiento divergente o asociación de palabras se usan frecuentemente en paradigmas para investigar variables neurobiológicas y desempeños creativos. Son aproximaciones relevantes y valiosas. Sin embargo, la participación de otras funciones cognoscitivas durante el desempeño en tales paradigmas, al menos genera interrogantes sobre lo que realmente se está midiendo. Lo mismo puede decirse de los instrumentos psicométricos. Una manera de empezar a resolver

Tabla 1. Resumen de algunos de los estudios, con variables psicobiológicas, revisados.

Estudio	Número de participantes	Método	Tareas y/o pruebas	Principales hallazgos
Aziz-Zadeh <i>et al.</i> , 2013	13	fMRI	Tarea creativa (formar figuras) vs. control vs. descanso	Activación de diversas regiones del hemisferio izquierdo, aun cuando la tarea fuera especializada del hemisferio derecho.
Beatty <i>et al.</i> , 2017	36	fMRI	Producción de metáfora vs. producción de sinónimos	Red distribuida, con varias regiones frontales y parietales.
Gibson <i>et al.</i> , 2009	35	NIRS	RAT, SPQ, WASI, GPS, DTT	Músicos mostraron mayor activación frontal bilateral durante la tarea de pensamiento divergente.
Chávez <i>et al.</i> , 2004	12	SPECT	TTCT como forma de medida y como tarea	Correlación positiva entre creatividad y circunvolución precentral derecha, circunvolución frontal media izquierda, circunvolución parahipocámpico derecha, entre otras.
Boivin <i>et al.</i> , 1992	33	PET	VF task, WAIS-R	Correlaciones negativas entre fluidez verbal y metabolismo cerebral en regiones frontales y positivas con lóbulo temporal izquierdo.
Runco <i>et al.</i> , 2011	147	Análisis de ADN	DTT, resolución creativa de problemas, pruebas de inteligencia Wonderlic	Conexiones entre varios genes relacionados a la dopamina y fluidez creativa. No se encuentran relaciones ni con flexibilidad ni con originalidad.
Zabelina <i>et al.</i> , 2016	100	Análisis de ADN	ATTA, CAQ, rendimiento académico	Relación entre creatividad y polimorfismos genéticos relacionados con vías dopaminérgicas frontales y estriales.
Kéri, 2009	128	Análisis ADN	ATTA, CAQ	Región promotora del gen neuregulin 1 es asociado con alto desempeño creativo.
Jung <i>et al.</i> , 2010	61	MRI/Imagen estructural	CAQ, DTT, WASI, NEO-FFI	Relación positiva entre grosor de la corteza cerebral con pensamiento divergente y desempeño creativo.
Bashwiner <i>et al.</i> , 2016	239	MRI/Imagen estructural	CAQ, Musical Creativity Questionnaire, Big-Five	Músicos creativos tienen mayor volumen cortical en áreas como corteza premotora dorsal, corteza prefrontal dorsomedial y regiones relacionadas a la emoción.

esto es que los protocolos de investigación simplemente cuenten con diversos instrumentos de medición tantos como sea posible. No basta que se use el TTCT o el RAT o cualquier otra prueba. Si se usan varias y hay resultados disímiles, aunque será complejo de explicar porque aparentemente miden la misma función, ayudará a clarificar algunos problemas de validez.

Por último, las aproximaciones planteadas a partir de los enfoques tradicionales de la creatividad estarán muy probablemente acotadas por la definición en donde lo original y lo relevante es esencial y, por tanto, es lo que se medirá. Al hacer esto hay dos cosas que pueden estar dejando de lado: el cuándo y el cómo. La creatividad vista como la generación de procesos de información, ideas, productos y/o conductas relevantes ante una situación de destreza o conocimiento insuficiente (Penagos-Corzo, 2001) quizá ayude a señalar el «cuándo» de la creatividad. El «cómo» será posible si además se considera a la creatividad como una actitud. Una actitud es una tendencia aprendida, relativamente estable, a responder a las personas, conceptos y eventos de una manera evaluativa. Para resolver algo creativamente, se necesita de una disposición a evaluar y orientarse hacia el problema con tendencias afectivas y comportamentales que se pueden denominar creativas. «La actitud creativa es un conglomerado de evaluaciones, afectos y comportamientos proactivos, primordialmente flexibles, tenaces en la incertidumbre, orientados a la generación de ideas o acciones, que resultan socialmente relevantes» (Penagos-Corzo, 2014). Así, evaluar esta tendencia a responder quizá ayude a clarificar una de las variables psicológicas más relevantes y de más impacto en el desarrollo científico, personal, tecnológico y artístico de la humanidad: la creatividad.

CONCLUSIONES

Las aproximaciones a la creatividad desde las neurociencias han permitido conocer que diversas regiones cerebrales presentan mayor actividad en relación a procesos creativos. Las diferencias entre personas más creativas vs. menos creativas quizá no sólo están circunscritas a un tipo de actividad encefálica, sino también a diferencias estructurales o anatómicas. A esto habrá que agregar recientes descubrimientos que han encontrado indicios de marcadores biomoleculares y genéticos asociados a la creatividad. Sin embargo, los hallazgos citados deben matizarse, al depender de a) ins-



LA ACTITUD CREATIVA ES UN CONGLOMERADO DE EVALUACIONES, AFECTOS Y COMPORTAMIENTOS PROACTIVOS, PRIMORDIALMENTE FLEXIBLES, TENACES EN LA INCERTIDUMBRE, ORIENTADOS A LA GENERACIÓN DE IDEAS O ACCIONES, QUE RESULTAN SOCIALMENTE RELEVANTES».

trumentos con algunos cuestionamientos y de b) tareas cognoscitivas que evocan a múltiples procesos psicológicos al momento de ejecutarse. Aunque estos matices quizá disminuyan un poco la validez ecológica de las investigaciones reportadas, no dejan de ser importantísimos hallazgos que sin duda clarifican la complejidad del proceso creativo. Quizá el mayor desafío, aún por enfrentar, está en abordar, desde las neurociencias, el componente actitudinal de la creatividad. Éste y otros desafíos, aún trascendidos, siempre serán sólo una parte de la historia en la investigación de lo que nos ocupa, pues no hay que olvidar que la biología acota a lo cognitivo, mientras que la psicología y la cultura lo enriquecen.



Julio C. Penagos-Corzo AUTOR DE CORRESPONDENCIA

El Dr. Penagos tiene una formación multidisciplinaria y cuenta con diversas publicaciones científicas sobre cognición y conducta desde aproximaciones propias de la Psicología Experimental y de la Neurociencia. Fue elegido recientemente como vicepresidente para la Región México Centroamérica y el Caribe de la Sociedad Interamericana de Psicología/Interamerican Society of Psychology. Es profesor de tiempo completo del Departamento de Psicología de la UDLAP. julio.c.penagos@udlap.mx

REFERENCIAS

- Acar, S.A., y Runco, M.A. (2012). Psychoticism and Creativity: A Meta-analytic Review. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and The Arts*, 6(4), 341-350.
- Almeida, L.S., Prieto, L.P., Ferrando, M., Oliveira, E., y Ferrandiz, C. (2008). Torrance Test of Creative Thinking: The Question of Its Construct Validity. *Thinking Skills and Creativity*, 3(1), 53-58.
- Arden, R., Chavez, R.S., Grazioplene, R., y Jung, R.E. (2010). Neuroimaging creativity: a psychometric view. *Behavioural Brain Research*, 214(2), 143-156. doi:10.1016/j.bbr.2010.05.015

- Arslan, K.S., Akpunar, F., y Ulucan, K. (2016). Can Neurogulin 1 be an Important Biomarker for Creativity in Sports?. *Annals of Applied Sport Science*, 4(1), 1-2. doi:10.7508/aass.2016.01.001
- Aziz-Zadeh, L., Liew, S., y Dandekar, F. (2013). Exploring the neural correlates of visual creativity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(4), 475-480. doi:10.1093/scan/nss021
- Bashwiler, D.M., Wertz, C. J., Flores, R.A., y Jung, R.E. (2016). Musical Creativity "Revealed" in Brain Structure: Interplay between Motor, Default Mode, and Limbic Networks. *Scientific Reports*, 6 (20482), 1-8. doi:10.1038/srep20482
- Beaty, R.E., Silvia, P.J., y Benedek, M. (2017). Brain networks underlying novel metaphor production. *Brain & Cognition*, 111, 163-170. doi:10.1016/j.bandc.2016.12.004
- Boivin, M.J., Giordani, B., Berent, S., y Amato, D.A. (1992). Verbal fluency and positron emission tomographic mapping of regional cerebral glucose metabolism. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 28(2), 231-239. doi:10.1016/S0010-9452(13)80051-2
- Burton, N. (2015). *The Meaning of Madness*. Exeter, UK: Acheron Press.
- Chávez, R. A., Graff-Guerrero, A., García-Reyna, J. C., Vaugier, V., y Cruz-Fuentes, C. (2004). Neurobiología de la creatividad: Resultados preliminares de un estudio de activación cerebral. *Salud Mental*, 27(3), 38-46.
- Dietrich, A., y Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136(5), 822-848. doi:10.1037/a0019749
- Eysenck, H. J. (1993). Creativity and Personality: Suggestions for a Theory. *Psychological Inquiry*, 4(3), 147-178.
- Eysenck, H. J. (2003). Creativity, personality, and the convergent-divergent continuum. En M. A. Runco (Ed.), *Critical creative processes* (95-114). Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Gibson, C., Folley, B.S., y Park, S. (2009). Enhanced divergent thinking and creativity in musicians: a behavioral and near-infrared spectroscopy study. *Brain And Cognition*, 69(1), 162-169. doi:10.1016/j.bandc.2008.07.009
- Guilford, J.P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444-454. doi:10.1037/h0063487
- Howes, O. D., Kambeitz, J., Kim, E., Stahl, D., Slifstein, M., Abi-Dargham, A., y Kapur, S. (2012). The nature of dopamine dysfunction in schizophrenia and what this means for treatment. *Archives of General Psychiatry*, 69(8), 776-786.
- Issa, J. (2013). Attention-deficit/hyperactivity disorder and creativity. En E. G. (Ed.) Carayannis. *Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship*. (128-138). New York: Springer.
- Jung, R.E., Segall, J.M., Jeremy Bockholt, H., Flores, R.A., Smith, S.M., Chavez, R.S., y Haier, R.J. (2010). Neuroanatomy of creativity. *Human Brain Mapping*, 31(3), 398-409. doi:10.1002/hbm.20874
- Kéri, S. (2009). Genes for psychosis and creativity: A promoter polymorphism of the Neuregulin 1 gene is related to creativity in people with high intellectual achievement. *Psychological Science*, 20(9), 1070-1073. doi:10.1111/j.1467-9280.2009.02398.x

- Lindell, A.K. (2011). Lateral thinkers are not so laterally minded: hemispheric asymmetry, interaction, and creativity. *Laterality*, 16(4), 479-498. doi:10.1080/1357650X.2010.497813
- Liu, S., Erkkinen, M.G., Healey, M.L., Xu, Y., Swett, K.E., Chow, H.M., y Braun, A.R. (2015). Brain activity and connectivity during poetry composition: Toward a multidimensional model of the creative process. *Human Brain Mapping*, 36(9), 3351-3372. doi:10.1002/hbm.22849
- Ledonne, A., Nobili, A., Latagliata, E.C., Cavallucci, V., Guatteo, E., Puglisi-Allegra, S., y ... Mercuri, N.B. (2015). Neuregulin 1 signalling modulates mGluR1 function in mesencephalic dopaminergic neurons. *Molecular Psychiatry*, 20(8), 959-973. doi:10.1038/mp.2014.109
- Luo, J., Niki, K., y Phillips, S. (2004). Neural correlates of the 'Aha! reaction'. *Neuroreport*, 15(13), 2013-2017.
- Maysless, N., Eran, A., y Shamay-Tsoory, S.G. (2015). Generating original ideas: The neural underpinning of originality. *Neuroimage*, 116232-239. doi:10.1016/j.neuroimage.2015.05.030
- Ottemiller, D.D., Elliott, C.S., y Giovannetti, T. (2014). Creativity, Overinclusion, and Everyday Tasks. *Creativity Research Journal*, 26(3), 289-296.
- Penagos-Corzo, J. C. (2001). Creatividad. Capital humano para el desarrollo social. *V Congress of the Americas*. Universidad de las Américas Puebla, Cholula, Puebla. En línea. Obtenido desde: <http://inteligencia-creatividad.com/ensayos/creatividad-social/index.html>
- Penagos-Corzo, J.C. (2014). Creativity as an attitude: an approach to origins of creativity. En F. Reisman, (Ed.). *Creativity in business* (162-172). Philadelphia, PA: KIE Books Series.
- Penagos-Corzo, J.C., y Rodríguez, G. (2008). Questioning the validity of the Torrance Creativity Test Thinking, from a social approach of creativity. *III European Congress of Methodology*. Oviedo, España.
- Pidgeon, L.M., Grealy, M., Duffy, A.B., Hay, L., McTeague, C., Vuletic, T., y ... Gilbert, S. J. (2016). Functional neuroimaging of visual creativity: a systematic review and meta-analysis. *Brain & Behavior*, 6 (10), n/a. doi:10.1002/brb3.540
- Plucker y Runco (1999). Deviance. En M. A. Runco y S. R. Pritzker (Eds.). *Encyclopedia of Creativity*. Vol 1. (541-546). San Diego CA: Academic Press.
- Runco, M.R., y Jaeger, G.J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96. doi:10.1080/10400419.2012.650092
- Runco, M. A., Noble, E.P., Reiter-Palmon, R., Acar, S., Ritchie, T., y Yurkovich, J.M. (2011). The Genetic Basis of Creativity and Ideational Fluency. *Creativity Research Journal*, 23(4), 376-380. doi:10.1080/10400419.2011.621859
- Stefansson, H., Petursson, H., Sigurdsson, E., Steinthorsdottir, V., Bjornsdottir, S., Sigmundsson, T., ... y Chou, T. T. (2002). Neuregulin 1 and susceptibility to schizophrenia. *American Journal of Human Genetics*, 71(4), 877-892.
- Sun, J., Chen, Q., Zhang, Q., Li, Y., Li, H., Wei, D., y Qiu, J. (2016). Training your brain to be more creative: brain functional and structural changes induced by divergent thinking training. *Human Brain Mapping*, 37(10), 3375-3387. doi:10.1002/hbm.23246
- Zabelina, D.L., Colzato, L., Beeman, M., y Hommel, B. (2016). Dopamine and the Creative Mind: Individual Differences in Creativity Are Predicted by Interactions between Dopamine Genes DAT and COMT. *Plos One*, 11(1), e0146768. doi:10.1371/journal.pone.0146768