

Red neuronal por defecto: ciencia y arte

Enrique Canchola^{1*}, Luis Gabriel Contreras-Ferrat¹, Leticia González Núñez¹, Lorena Ruiz Valderrama¹ y Edith Arenas Ríos¹

1. Departamento de Biología de la Reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, C.P. 09310, Ciudad de México, México.

***Autor de correspondencia:**

Enrique Canchola

cancho@xanum.uam.mx

RESUMEN

El pensamiento creativo en la ciencia y el arte es la capacidad de generar ideas nuevas, originales e innovadoras que se adapten a un contexto determinado. El cerebro construye el pensamiento creativo a través de un proceso fascinante que involucra varias áreas cerebrales y neurotransmisores. Aunque aún no se conocen completamente la neuroquímica y las zonas cerebrales involucradas. En 2001 Raichle ME. et al, propusieron la interacción de tres redes neuronales: a) la red neuronal predeterminada o por defecto (RND), b) la red de control ejecutivo (RCE) y c) la red de relevancia o emocional (RRE); para construir el pensamiento creativo. La red RND se activa cuando la mente entra en un proceso de imaginación, y permite generar posibles soluciones a un problema. Esta red está relacionada con la meditación cuando la mente entra en un trance alucinatorio o una experiencia mágico-religiosa, es como el soñar despierto. La RND, se localiza en los lóbulos temporal, parietal y prefrontal. Parece desempeñar un papel fundamental en la generación de ideas y posibles soluciones rescatando recuerdos asociados a la simulación mental, haciendo uso flexible de la información para construir pensamientos creativos relevantes. La red RCE, se localiza en el giro del cíngulo, donde confluyen las redes nerviosas que conforman la RND, se encarga de enfocar nuestra atención o controlar procesos de pensamiento y de evaluar las ideas y seleccionar las más adecuadas al objetivo creativo. La RRE detecta y filtra estímulos emocionales y sensoriales destacados, actúa como un interruptor que alterna entre las dos redes anteriores, facilitando la integración de la información.

Palabras Clave: red neuronal por default, cerebro, ciencia, arte

ABSTRACT

Creative thinking in science and art is the ability to generate new, original, and innovative ideas that adapt to a given context. The brain builds creative thinking through a fascinating process that involves several brain areas and neurotransmitters. Although the neurochemistry and brain areas involved are not yet fully understood. In 2001 Raichle ME. et al, proposed the interaction of three neural networks: a) the default neural network (RND), b) the executive control network (RCE) and c) the relevance or emotional network (RRE), to build creative thinking. The RND network is activated when the mind enters a process of imagination and allows possible solutions to a problem to be generated. This network is related to meditation when the mind enters a hallucinatory trance or a magical-religious experience, it is like daydreaming. PNR is in the temporal, parietal and prefrontal lobes. It seems to play a fundamental role in the generation of ideas and possible solutions by rescuing memories associated with mental simulation, making flexible use of information to build relevant creative thoughts. The RCE network, located in the gyrus of the cingulate, where the nerve networks that make up the RNP converge, is responsible for focusing our attention or controlling thought processes and evaluating ideas and selecting the most appropriate ones for the creative objective. The RRE detects and filters outstanding emotional and sensory stimuli, acts as a switch that alternates between the two previous networks, facilitating the integration of information.

Keywords: default neural network, brain, science, art.

INTRODUCCIÓN

Los cerebros humanos están maravillosamente contruidos para funcionar de modo predeterminado o por defecto (*default mode network*) para percibir y decodificar el flujo de información interna y externa que llega a través de los órganos de los sentidos, filtran y discriminan intuitivamente señales relevantes y significativas del ruido de fondo o aquellas sin importancia (Menon, 2023).

El neuroconectoma, tiene la capacidad de otorgar una importancia particular a ciertos estímulos, cruciales para la supervivencia de nuestra especie, construyendo perceptos y pensamientos geométricos y algebraicos que permiten la creatividad artística y científica (Patil et al., 2021). Esta extraordinaria y asombrosa función cerebral, que posibilita la creatividad humana, es posible mediante 3 redes nerviosas: a) la red neuronal predeterminada o por defecto (RND), b) la red de control ejecutivo (RCE) y c) la red de relevancia o emocional (RRE); las cuales promueven neuroplasticidad, consolidación de memoria, facilitación de la memoria de trabajo, conciencia situacional continua, procesamiento de estímulos emocionalmente destacados y la interacción entre el procesamiento emocional y las funciones cognitivas (Raichle et al., 2001).

La red RND se activa cuando la mente entra en un proceso de imaginación, y permite generar posibles soluciones a un problema. Esta red está relacionada con la meditación cuando la mente entra en un trance alucinatorio o una experiencia mágico-religiosa, es como el soñar despierto (Menon, 2023). La RND, se localiza en los lóbulos temporal, parietal y prefrontal. Parece desempeñar un papel fundamental en la generación de ideas y posibles soluciones rescatando recuerdos asociados a la simulación mental, haciendo uso flexible de la información para construir pensamientos creativos relevantes (Raichle et al., 2001).

La red RCE, se localiza en el giro del cíngulo, donde confluyen las redes nerviosas que conforman la RND, se encarga de enfocar nuestra atención o controlar procesos de pensamiento y de evaluar las ideas y seleccionar las más adecuadas al objetivo creativo (Buckner et al., 2008).

La RRE detecta y filtra estímulos emocionales y sensoriales destacados, actúa como un interruptor que alterna entre las dos redes anteriores, facilitando la integración de la información (Raichle et al., 2001; Gerver et al., 2023).

La RCE facilita comportamientos adaptativos mediante el control cognitivo del pensamiento lógico, opuestos a RND (Beaty et al., 2016).

La RND o modo predeterminado (piloto automático/proyección/mente emocional) se refiere a un estado en el que un individuo está alerta, pero no participa activamente en tareas que exigen atención dirigidas a eventos externos (Andrews-Hanna et al., 2010). La RND, participa en la atribución de valor personal y la regulación emocional. Enfoca la atención al mundo interno. Conta de 3 subsistemas: 1.-área temporal medial (ATm) donde se guardan los recuerdos de experiencias anteriores asociadas a simulaciones mentales, 2.- áreas de la corteza frontal orbital (CFo) y prefrontal ventro medial (CPFm) las cuales se encargan del uso flexible de la información para la construcción de procesos mentales relevantes estos dos subsistemas confluyen en el tercer subsistema formado por, 3.- el cíngulo (CNG) estructura cerebral involucrada en la regulación de las emociones, la memoria, el aprendizaje, la atención selectiva, la toma de decisiones, el control ejecutivo, la detección de errores, la expresión emocional y la modulación de la voz, la orientación espacial, la memoria episódica, la imaginación, la empatía y la metacoscienza (Raichle et al., 2001; Gerver et al., 2016; Shi et al., 2018). En estos subsistemas donde se organiza el RND se

encuentran grandes cantidades de receptores para Dopamina, noradrenalina, serotonina y de psicodélicos parecidos a la molécula de serotonina: dimetilriptamina (MT), psilocina y psilocibina (Gatusso et al., 2023; Chen et al., 2023) (Figura 1).

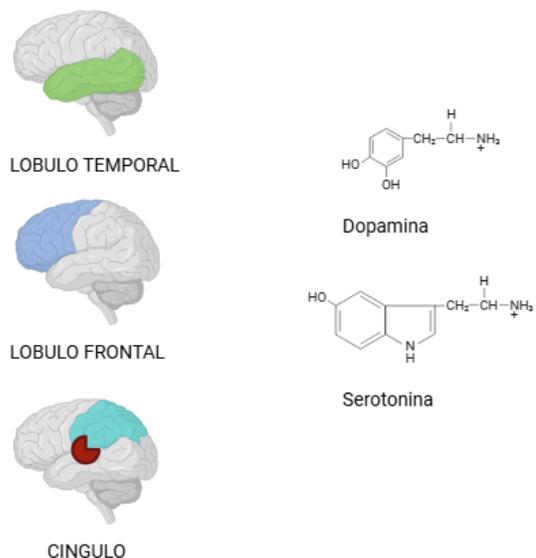


Figura 1. Subsistemas Red Neuronal por Defecto (RND) y transmisores principales. Imagen creada con BioRender.com.

RED NEURONAL POR DEFECTO (RND) Y SU RELACIÓN CON LA CREATIVIDAD CIENTÍFICA Y EL ARTE

La red cerebral de modo predeterminado está vinculada a la creatividad científica y el arte de varias maneras:

1. Mediante el flujo de pensamiento no dirigido el cual se activa cuando nuestra mente está en reposo y en auto concentración, sin estar enfocada en tareas específicas externas. Durante este estado creativo, la mente del artista o científico fluye en andamios de la imaginación y creatividad evocando experiencia mágico religiosas. En esos momentos, el cerebro entra en un trance de sincronización con el universo, donde encuentra inspiración e ideas creativas nuevas que surgen sin esfuerzo aparente y que muchas de las veces representan un mundo iluminado y alucinado (Beaty et al., 2016).
2. Durante la inspiración creativa los subsistemas temporales medial y el prefrontal medial se conectan y sincronizan con el cíngulo posterior, permitiendo asociaciones inesperadas entre conceptos y recuerdos, simulación mental y uso flexible y atrevido de la información para la construcción de procesos mentales relevantes donde se combinan ideas aparentemente no relacionadas que son la fuente del proceso creativo (Vessel et al., 2012).
3. Por la recuperación mental de la autobiografía y narrativa personal y la reflexión sobre experiencias pasadas. Los artistas y científicos a menudo utilizan sus propias historias y emociones como fuente de inspiración, incluso algunos artistas relatan que las ideas las obtuvieron durante el sueño, o en un estado mental alucinatorio, como si estuvieran soñando, durante esta etapa, el cerebro está en frecuencias oscilatorias de entre 8 a 30 Hz (Tarasova et al., 2006; Razumnikova 2017).

4. La red cerebral de modo predeterminado permite explorar mentalmente diferentes escenarios y posibilidades para que los artistas y científicos experimenten y con ideas, colores, formas y técnicas nuevas donde la creatividad y el arte pueden florecer en un lienzo en blanco donde las ideas se entrelazan y se transforman en expresiones estéticas (Bieth et al., 2024; Smallwood et al., 2021; Leech & Smallwood 2022) (Figura 2).



Figura 2. Confluencia de los subsistemas RND, y la creación de ciencia y arte. Imagen tomada de <https://pixabay.com> (Stock photo ID:2129773720, de Alones Creative).

Es importante, analizar y explicar desde una perspectiva metapsicológica los procesos cognitivos emocionales sociales y espirituales que influyen en el proceso creativo mental y su relación con el sentido de identidad, la voluntad, la memoria y la genialidad, haciendo énfasis en que la creación, es la manifestación del espíritu entre el principio del placer y el principio de realidad, que el cerebro estructura con una perspectiva real y no como una experiencia mitológica desinteresada. Todo ello determina que la actividad creativa se vaya convirtiendo en una necesidad adictiva que va construyendo hechos oníricos donde el pensamiento y la voluntad reemplazan alucinaciones por imágenes y actividades reales, es decir, que el fenómeno onírico es reemplazado por concepciones visuales o acústicas, con lo cual cobra sentido la actividad misma y la alucinación deja lugar de nuevo a la representación mnémica, que oscila entre la inconsciencia de la realidad y la construcción de un mundo ideológico (Christensen & Gomila, 2018).

Queda entonces propuesto que la inspiración puede ser considerada metafóricamente como un símbolo de la conciencia, donde la genialidad a través del modo predeterminado de acción del cerebro se adquiere la capacidad de crear obras o ideas originales que cambian a la sociedad de forma significativa y cambian también la forma de percibir e interpretar al mundo y que, la genialidad no depende solo del coeficiente intelectual, el talento o los grados académicos, sino también de otros hábitos ocultos que tienen en común los genios, como la curiosidad, la perseverancia, la imaginación, la intuición o incluso el sentido del humor, el manejo de las emociones y hasta el sufrimiento (Chatterjee & Vartanian, 2016; Thaler, 2016).

Por otra parte, el modo predeterminado de acción del cerebro permite proponer que la inspiración es un proceso mental inconsciente que poseen los cerebros con un neuro-conectoma especial, donde la persuasión es la pasión y la moda y donde la razón pierde los límites, para dejar que surjan las ideas en la mente de forma repentina y sin previo aviso, como si fuera una inspiración divina (Vessel et al., 2012).

CONCLUSIÓN

La red neuronal por defecto y sus subsistemas desempeñan un papel crucial en la creatividad humana, al permitir la flexibilidad mental, la recuperación de recuerdos y la expresión emocional, estas regiones cerebrales facilitan la creación artística y la innovación. La comprensión de cómo funciona esta red puede ofrecer nuevas perspectivas sobre la naturaleza de la creatividad y cómo fomentar su desarrollo en diversos campos.

REFERENCIAS

- Andrews-Hanna, J. R., Reidler, J. S., Sepulcre, J., Poulin, R., & Buckner, R. L. (2010). Functional-anatomic fractionation of the brain's default network. *Neuron*, 65(4), 550–562.
- Beaty, R. E., Chen, Q., Christensen, A. P., Qiu, J., Silvia, P. J., & Schacter, D. L. (2018). Brain networks of the imaginative mind: Dynamic functional connectivity of default and cognitive control networks relates to openness to experience. *Human brain mapping*, 39(2), 811–821.
- Beaty, R.E., Benedek, M., Silvia, P.J., Schacter, D.L. (2016). Creative Cognition and Brain Network Dynamics. *Trends in Cognitive Science*. 20(2), 87-95.
- Bieth, T., Ovando-Tellez, M., Lopez-Persem, A., Garcin, B., Hugueville, L., Lehongre, K., Levy, R., George, N., & Volle, E. (2024). Time course of EEG power during creative problem-solving with insight or remote thinking. *Human Brain Mapping*, 45(1), 1-20.
- Boccia, M., Barbetti, S., Piccardi, L., Guariglia, C., Ferlazzo, F., Giannini, A. M., & Zaidel, D. W. (2016). Where does brain neural activation in aesthetic responses to visual art occur? Meta-analytic evidence from neuroimaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 60, 65–71.
- Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R., & Schacter, D. L. (2008). The brain's default network: anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 1–38.
- Chatterjee, A., & Vartanian, O. (2016). Neuroscience of aesthetics. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1369(1), 172–194.
- Chen, X., Song, X., Öngür, D., & Du, F. (2023). Association of default-mode network neurotransmitters and inter-network functional connectivity in first episode psychosis. *Neuropsychopharmacology: official publication of the American College of Neuropsychopharmacology*, 48(5), 781–788.
- Christensen, J. F., & Gomila, A. (2018). Introduction: Art and the brain: From pleasure to well-being. *Progress in Brain Research*, 237, xxvii–xlvi.
- Gattuso, J. J., Perkins, D., Ruffell, S., Lawrence, A. J., Hoyer, D., Jacobson, L. H., Timmermann, C., Castle, D., Rossell, S. L., Downey, L. A., Pagni, B. A., Galvão-Coello, N. L., Nutt, D., & Sarris, J. (2023). Default Mode Network Modulation by Psychedelics: A Systematic Review. *The International Journal of Neuropsychopharmacology*, 26(3), 155–188.
- Gerver, C.R., Griffin, J.W., Dennis, N.A., Beaty, R.E. (2023). Memory and creativity: A meta-analytic examination of the relationship between memory systems and creative cognition. *Psychonomic Bulletin Review*. 30(6), 2116-2154.
- Leech, R., Smallwood, J. (2019). The posterior cingulate cortex: Insights from structure and function. *Handbook of Clinical Neurology*, 166, 73-85.
- Menon, V. (2023). 20 years of the default mode network: A review and synthesis. *Neuron*, 111(16), 2469–2487.
- Patil, A. U., Madathil, D. & Huang, C. M. (2021). Healthy Aging Alters the Functional Connectivity of Creative Cognition in the Default Mode Network and Cerebellar Network. *Frontiers in aging neuroscience*, 13, 1-15.
- Raichle, M.E., MacLeod, A.M., Snyder, A.Z., Powers, W.J., Gusnard, D.A., Shulman, G.L. (2001). A default mode of brain function. *PNAS*, 98(2), 676-82.

- Razumnikova, O. M. (2007). Creativity related cortex activity in the remote associate's task. *Brain Research Bulletin*, 73(1-3), 96–102.
- Shi, L., Sun, J., Xia, Y., Ren, Z., Chen, Q., Wei, D., Yang, W., Qiu, J. (2018). Large-scale brain network connectivity underlying creativity in resting-state and task fMRI: Cooperation between default network and frontal-parietal network. *Biological Psychology*, 135, 102-111.
- Smallwood, J., Bernhardt, B.C., Leech, R., Bzdok, D., Jefferies, E., Margulies, D.S. (2021). The default mode network in cognition: a topographical perspective. *Nature Review Neuroscience*. 22(8), 503-513.
- Tarasova, I. V., Razumnikova, O. M., & Vol'f, N. V. (2006). Zhurnal vysshei nervnoi deiatelnosti imeni. *I. P. Pavlova*, 56(5), 611–617.
- Thaler, S. L. (2016). Cycles of insanity and creativity within contemplative neural systems. *Medical Hypotheses*, 94, 138–147.
- Vessel, E. A., Starr, G. G., & Rubin, N. (2012). The brain on art: intense aesthetic experience activates the default mode network. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 66.