



## Mecanismos evolutivos implicados en el miedo: una visión desde las neurociencias cognitivas

**Peñuela Velásquez, Leonardo Alejandro<sup>1</sup>**

[lpenuela@docentes.uat.edu.mx](mailto:lpenuela@docentes.uat.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0001-8908-2433>

Centro Universitario CIFE - Facultad de  
Medicina e Ingeniería en Sistemas  
Computacionales, Universidad Autónoma de  
Tamaulipas UAT

**Parra-Bolaños, Nicolás**

[nicolasparra@asociacioneducar.com](mailto:nicolasparra@asociacioneducar.com)

<https://orcid.org/0000-0002-0935-9496>

Asociación Educar para el Desarrollo  
Humano, Laboratorio de Neurociencias y  
Educación, Buenos Aires, Argentina

**Benjumea Garcés, Juan Sebastián**

[Juan.benjumea@tdea.edu.co](mailto:Juan.benjumea@tdea.edu.co)

<https://orcid.org/0000-0001-8230-2384>

Institución Universitaria Tecnológico de  
Antioquia, Medellín, Colombia

### RESUMEN

La relevancia filogenética y ontogenética de los mecanismos implicados en la aparición y el mantenimiento del miedo, es cada vez más alta y visible, pues el miedo tiende a cambiar cuando los niveles del mismo son excesivos, traumáticos o patológicos, dando lugar a la presencia de las fobias y estando correlacionado con muchos más cuadros clínicos que resultan altamente perjudiciales para nuestra salud mental. Esta investigación es una revisión y un análisis crítico sobre el papel de la neuroeducación y de la psicología contextualista como herramientas útiles y con probada eficacia para la autorregulación y autocontrol del miedo y de diferentes tipos de patologías vinculadas al miedo, las cuales se manejarían mucho mejor, si es que incorporamos a nuestra cultura y a nuestro sistema educativo, los hallazgos de estas dos disciplinas científicas.

**Palabras clave:** Neurociencias Cognitivas; Psicología; Neuroeducación; Fobias; Miedo

---

<sup>1</sup> Autor Principal

## **Evolutionary mechanisms involved in fear: a view from cognitive neurosciences**

### **ABSTRACT**

The phylogenetic and ontogenetic relevance of the mechanisms involved in the appearance and maintenance of fear is increasingly high and visible, since fear tends to change when its levels are excessive, traumatic or pathological, giving rise to the presence of phobias and being correlated with many more clinical pictures that are highly detrimental to our mental health. This research is a review and critical analysis of the role of neuroeducation and contextual psychology as useful tools with proven efficacy for the self-regulation and self-control of fear and of different types of pathologies linked to fear, which would be managed much better, if we incorporate into our culture and our educational system, the findings of these two scientific disciplines.

**Keywords:** *Cognitive Neurosciences; Psychology; Neuroeducation; phobias; Fear*

*Artículo recibido 16 mayo 2023*

*Aceptado para publicación: 16 junio 2023*

## INTRODUCCIÓN

En la evolución de las especies dotadas de sistema nervioso, el miedo ha jugado un papel fundamental, pues es un mecanismo que hace las veces de sistema de protección, el cual actúa como un movimiento inteligente tendiente a garantizar la supervivencia de la especie y del propio organismo en cuestión. Este mecanismo es antiquísimo en la evolución de las especies y es gracias a sus funciones más primitivas que son, atacar o huir, que nos podemos defender de millares de amenazas del entorno, y es precisamente el miedo, lo que hace que, en la actualidad, centenares de especies en selvas y bosques, jamás aparezcan ante la vista de los humanos, ya que el miedo es el modo más brillante, pese a lo primitivo de su evolución, para conservar la propia vida por generaciones y generaciones (Borgomaneri, Battaglia, Sciamanna, Tortora & Laricchiuta, 2021; Kostelnik, Lucki, Choi & Browne, 2021; Silva, Astori, Burns, Heiser & van den Heuvel, 2021; Wen, Marin, Blackford, Chen & Milad, 2021).

Considerando que, el miedo es un valioso mecanismo para sobrevivir, es necesario recalcar que, gracias al miedo es que nuestros cerebros nos permiten identificar agentes nocivos o dañinos del medioambiente, sin siquiera preguntarnos o sentarnos a meditar o reflexionar sobre la cantidad y la calidad de la posible amenaza y es justamente en esa capacidad de hacer las actividades de autocuidado de forma mecánica y automática, en donde radica el éxito evolutivo del miedo, pues si cada especie de fauna silvestre que aún no ha sido llevada al borde de la extinción o a la extinción misma por causa de nuestra especie, ello se debe en gran medida a la eficiencia de los mecanismos involucrados en la puesta en escena del miedo para proveer a un organismo y a toda su especie, la supervivencia a través del paso del tiempo y del humano por este planeta (Di Lorenzo, Munsters, Ward, de Jonge, Kemner & van den Boomen, 2021; Coelho, Polák, Suttiwan & Zsido, 2021; Icenhour, Petrakova, Hazzan, Theysohn, Merz & Elsenbruch, 2021; Stubbendorff & Stevenson, 2021).

En el caso de los seres humanos, nuestros cerebros no han tenido muchas diferencias evolutivas respecto del resto de mamíferos en cuanto a la forma en que se presenta el miedo, pues dicho mecanismo ha probado ser altamente efectivo para resguardar nuestra vida, hasta tal punto que, cuando un individuo carece de miedo o este no se activa ante situaciones que claramente requieren emprender la huida o contraatacar, estamos hablando de algún tipo de problema, desorden,

trastorno o condición psiquiátrica dentro del cuadro clínico de las anomalías (Ehlers, Nold, Kuhn, Klingelhöfer-Jens & Lonsdorf, 2020; Hennings, McClay, Drew, Lewis-Peacock & Dunsmoor, 2022; Yaşgüçlülkal, Makhalova, Carron & Bartolomei, 2021; Zhang, Kim & Tonegawa, 2020).

El miedo tiene una amplia serie de funciones evolutivas que denotan fortaleza y capacidad de adaptación, contrario a lo que se cree en el argot popular, donde el miedo se clasifica como una reacción de cobardes o de personas sin fuerza ni determinación, pero la realidad es todo lo opuesto a esa definición cultural, pues el miedo y la inmediata reacción de huir a máxima velocidad, con total sigilo y buscar refugio o escondite durante todo el tiempo que sea necesario hasta no percibir ninguna amenaza en el entorno externo, es una herramienta que le está permitiendo a muchas especies estar fuera del foco del ser humano y hacerlo con tal grado de éxito, que ni siquiera la taxonomía biológica es capaz de observar o evidenciar la existencia de muchas formas de vida, tanto vertebrados como invertebrados (Odriozola & Gee, 2021; Ressler, Goode, Kim, Ramanathan & Maren, 2021; Sperl, Wroblewski, Mueller, Straube & Mueller, 2021; Whittle, Fadok, MacPherson, Nguyen & Botta, 2021).

Para todos los organismos dotados de sistemas nerviosos complejos, el miedo se posiciona como un fenómeno altamente complejo que permite la preparación de un individuo para confrontar los desafíos o retos de supervivencia que le impone el nicho en el que vive, haciendo que, gracias al miedo, pueda ir momento a momento, haciendo ajustes automáticos de sus funciones cardiovasculares, sus funciones musculoesqueléticas y de las funciones neuroendocrinas, lo que, junto con el comportamiento en contexto y los procesos psicológicos básicos como la atención y la memoria, le permiten a cualquier organismo, casi con total grado de éxito, aumentar diametralmente sus probabilidades de supervivencia (Bertini & Lådavas, 2021; Cummings, Lacagnina & Clem, 2021; Smith, Thomasson, Yang, Sibert & Stocco, 2021; Sun, Gooch & Sah, 2020).

## **METODOLOGÍA**

Este estudio es una investigación de revisión, en donde se han tomado criterios de inclusión y exclusión tales como: que sean estudios experimentales, que también sean ensayos clínicos y si son estudios longitudinales o de meta-análisis, que fuesen cuantitativos y con hallazgos clínicos de laboratorio que tuviesen alto impacto o mínimamente significativo en las poblaciones estudiadas. Se revisaron las Bases de Datos: Web of Science junto con Scopus, debido a su enorme prestigio internacional entre la comunidad científica. Se inspeccionaron un total de 455 artículos científicos, para finalmente, construir una matriz definitiva con 24 estudios, en el periodo comprendido entre el año 2020, 2021 y 2022. Dichos manuscritos, fueron el fundamento teórico y metodológico para la construcción del presente artículo.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los estudios enfocados en entender el miedo, se han bifurcado en dos grandes vertientes. La primera de ellas proviene de las ciencias del comportamiento, que se han empeñado en mantener un alto rigor científico en todas sus experimentaciones para lograr tener hallazgos desde la ciencia básica en lo relativo a los mecanismos elementales del aprendizaje que subyacen a la aparición del miedo en mamíferos y en la especie humana, que como ya tenemos claro desde la taxonomía biológica, somos parte de ese reino animal, procurando tener un énfasis muy fuerte en el medioambiente y en los contextos en que se presentan los eventos de miedo. La otra vertiente de explicación del miedo proviene de las neurociencias cognitivas, que se han esforzado en tratar de encontrar los substratos neurobiológicos, neuroquímicos, neuroanatómicos y neurofisiológicos del miedo en nuestra especie (Klein, Dolensek, Weiland & Gogolla, 2021; Wen, Chen & Milad, 2021).

Las principales aportaciones de las ciencias del comportamiento en lo que respecta al miedo, nos han permitido entender cómo el condicionamiento clásico y el condicionamiento operante se hacen presentes para regular y temporalizar la aparición del miedo, lo que ha sido sumamente valioso en términos evolutivos de las conductas reflejas de miedo, pues gracias a los aportes realizados por estas ciencias, es que hemos logrado entender cómo un miedo llega a evolucionar en una fobia y en cómo una fobia puede llegar a alterar todas las facetas de la vida social en el ser humano (Ikeda, Yamamoto & Kamei, 2021; Namkung, Thomas, Hall & Sawa, 2022).

## CONCLUSIONES

Infinidad de estudios se han encargado de demostrar experimentalmente que, el miedo es una emoción primitiva, pero no por el hecho de ser primitiva, quiere decir que sea sinónimo de debilidad o subdesarrollo, sino que antes, por el contrario, las neurociencias cognitivas han arrojado múltiples evidencias de que, gracias al miedo, entendido este desde una óptica evolutiva, nuestra especie ha conseguido sobrevivir a las dificultades y los desafíos que imponía la naturaleza desde los tiempos en que vivíamos en la Estepa Africana hace 500.000 a 800.000 años atrás, procurando que mediante los sistemas neurológicos del miedo, pudiésemos sobrevivir no solo a otros depredadores, sino también a las amenazas del clima y de los movimientos tectónicos, junto con las eras glaciares y la extinción masiva de miles de especies que convivieron con nosotros mientras nuestros cerebros iban evolucionando hasta desarrollar las suficientes tecnologías como para dominar los entornos que en otras épocas, ciertamente hubieran representado una amenaza real contra toda nuestra especie.

Por último, las neurociencias nos están permitiendo entender que el miedo es una herramienta que puede causar estragos, si es que no usamos nuestros miedos sabiamente y con inteligencia, por lo que se propone a la neuroeducación de la mano de la psicología conductual contextual para conseguir generar modelos que nos confieran los repertorios conductuales necesarios como para impedir que un miedo básico escale o evolucione hacia una fobia y para que en situaciones de máxima tensión, estrés, ansiedad o ira, consigamos relajar todo nuestro sistema muscular, dispersar el pensamiento negativo y de confrontación o de huida irracional en estrategias de afrontamiento y poder comenzar a mejorar con base en ello, nuestra salud mental y calidad de vida, que son actualmente, dos de las variables que más nos han perjudicado y que podrían regularse y tramitarse mucho mejor, si es que hacemos uso del poderío técnico y metodológico de la neuroeducación y de todas los hallazgos derivados de la psicología contextualista.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Bertini, C., & Lådavas, E. (2021). Fear-related signals are prioritised in visual, somatosensory and spatial systems. *Neuropsychologia*, 150, 107698. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107698>
- Borgomaneri, S., Battaglia, S., Sciamanna, G., Tortora, F., & Laricchiuta, D. (2021). Memories are not written in stone: Re-writing fear memories by means of non-invasive brain stimulation and optogenetic manipulations. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 127, 334–352. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.04.036>
- Coelho, C. M., Polák, J., Suttiwan, P., & Zsido, A. N. (2021). Fear inoculation among snake experts. *BMC psychiatry*, 21(1), 539. <https://doi.org/10.1186/s12888-021-03553-z>
- Cummings, K. A., Lacagnina, A. F., & Clem, R. L. (2021). GABAergic microcircuitry of fear memory encoding. *Neurobiology of learning and memory*, 184, 107504. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2021.107504>
- Di Lorenzo, R., Munsters, N. M., Ward, E. K., de Jonge, M., Kemner, C., & van den Boomen, C. (2021). Is It Fear? Similar Brain Responses to Fearful and Neutral Faces in Infants with a Heightened Likelihood for Autism Spectrum Disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 51(3), 961–972. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04560-x>
- Ehlers, M. R., Nold, J., Kuhn, M., Klingelhöfer-Jens, M., & Lonsdorf, T. B. (2020). Revisiting potential associations between brain morphology, fear acquisition and extinction through new data and a literature review. *Scientific reports*, 10(1), 19894. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76683-1>
- Hennings, A. C., McClay, M., Drew, M. R., Lewis-Peacock, J. A., & Dunsmoor, J. E. (2022). Neural reinstatement reveals divided organization of fear and extinction memories in the human brain. *Current biology: CB*, 32(2), 304–314.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.11.004>
- Icenhour, A., Petrakova, L., Hazzan, N., Theysohn, N., Merz, C. J., & Elsenbruch, S. (2021). When gut feelings teach the brain to fear pain: Context-dependent activation of the central fear network in a novel interoceptive conditioning paradigm. *NeuroImage*, 238, 118229. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118229>

- Ikeda, H., Yamamoto, S., & Kamei, J. (2021). Increase in brain l-lactate enhances fear memory in diabetic mice: Involvement of glutamate neurons. *Brain research*, 1767, 147560. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2021.147560>
- Klein, A. S., Dolensek, N., Weiland, C., & Gogolla, N. (2021). Fear balance is maintained by bodily feedback to the insular cortex in mice. *Science (New York, N.Y.)*, 374(6570), 1010–1015. <https://doi.org/10.1126/science.abj8817>
- Kostelnik, C., Lucki, I., Choi, K. H., & Browne, C. A. (2021). Translational relevance of fear conditioning in rodent models of mild traumatic brain injury. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 127, 365–376. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.04.037>
- Namkung, H., Thomas, K. L., Hall, J., & Sawa, A. (2022). Parsing neural circuits of fear learning and extinction across basic and clinical neuroscience: Towards better translation. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 134, 104502. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.12.025>
- Odriozola, P., & Gee, D. G. (2021). Learning About Safety: Conditioned Inhibition as a Novel Approach to Fear Reduction Targeting the Developing Brain. *The American journal of psychiatry*, 178(2), 136–155. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2020.20020232>
- Ressler, R. L., Goode, T. D., Kim, S., Ramanathan, K. R., & Maren, S. (2021). Covert capture and attenuation of a hippocampus-dependent fear memory. *Nature neuroscience*, 24(5), 677–684. <https://doi.org/10.1038/s41593-021-00825-5>
- Silva, B. A., Astori, S., Burns, A. M., Heiser, H., & van den Heuvel, L. (2021). A thalamo-amygdalar circuit underlying the extinction of remote fear memories. *Nature neuroscience*, 24(7), 964–974. <https://doi.org/10.1038/s41593-021-00856-y>
- Smith, B. M., Thomasson, M., Yang, Y. C., Sibert, C., & Stocco, A. (2021). When Fear Shrinks the Brain: A Computational Model of the Effects of Posttraumatic Stress on Hippocampal Volume. *Topics in cognitive science*, 13(3), 499–514. <https://doi.org/10.1111/tops.12537>
- Sperl, M. F. J., Wroblewski, A., Mueller, M., Straube, B., & Mueller, E. M. (2021). Learning dynamics of electrophysiological brain signals during human fear conditioning. *NeuroImage*, 226, 117569. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117569>



- Stubbendorff, C., & Stevenson, C. W. (2021). Dopamine regulation of contextual fear and associated neural circuit function. *The European journal of neuroscience*, 54(8), 6933–6947. <https://doi.org/10.1111/ejn.14772>
- Sun, Y., Gooch, H., & Sah, P. (2020). Fear conditioning and the basolateral amygdala. *F1000Research*, 9, F1000 Faculty Rev-53. <https://doi.org/10.12688/f1000research.21201>
- Tao, D., He, Z., Lin, Y., Liu, C., & Tao, Q. (2021). Where does fear originate in the brain? A coordinate-based meta-analysis of explicit and implicit fear processing. *NeuroImage*, 227, 117686. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117686>
- Wen, Z., Chen, Z. S., & Milad, M. R. (2021). Fear extinction learning modulates large-scale brain connectivity. *NeuroImage*, 238, 118261. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118261>
- Wen, Z., Marin, M. F., Blackford, J. U., Chen, Z. S., & Milad, M. R. (2021). Fear-induced brain activations distinguish anxious and trauma-exposed brains. *Translational psychiatry*, 11(1), 46. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-01193-7>
- Whittle, N., Fadok, J., MacPherson, K. P., Nguyen, R., & Botta, P. (2021). Central amygdala micro-circuits mediate fear extinction. *Nature communications*, 12(1), 4156. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24068-x>
- Yaşgüçlülkal, M. A., Makhalova, J., Carron, R., & Bartolomei, F. (2021). Ictal fear during parietal seizures. *Epileptic disorders: international epilepsy journal with videotape*, 23(5), 793–798. <https://doi.org/10.1684/epd.2021.1321>
- Zhang, X., Kim, J., & Tonegawa, S. (2020). Amygdala Reward Neurons Form and Store Fear Extinction Memory. *Neuron*, 105(6), 1077–1093.e7. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.12.025>