

# EFECTO DEL SISTEMA LÍMBICO EN EL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DURANTE LAS EVALUACIONES ACADÉMICAS

(Artículo de revisión)

Cachi-Sinañi Yaar Ariel<sup>1</sup>, Huanca-Laura Ibeth Claret<sup>2</sup>, Mollericona-Alfaro Marcela Daniela<sup>3</sup>

## Resumen

Este estudio investiga el impacto del sistema límbico en el rendimiento académico de estudiantes universitarios durante evaluaciones académicas, centrándose en la activación de la amígdala y sus repercusiones en la función cognitiva. La revisión bibliográfica reveló que las emociones intensas, mediadas por el sistema límbico, inhiben la corteza frontal, afectando la resolución de problemas, la claridad mental y la toma de decisiones. El cortisol, vinculado al estrés, actúa como indicador, siendo liberado juntamente con catecolaminas durante la activación de la amígdala. Los resultados de nuestro estudio confirman la relación entre la activación del sistema límbico y el deterioro del desempeño cognitivo durante situaciones de evaluación. La respuesta fisiológica medida a través del cortisol mostró incrementos significativos en estudiantes sometidos a situaciones estresantes, correlacionándose con una disminución en las calificaciones obtenidas. En la sección de discusiones, se estableció un nexo entre los hallazgos y antecedentes, destacando que la inhibición cognitiva generada por la activación del sistema límbico impacta negativamente en el rendimiento académico. Se compararon los resultados con estudios previos sobre el estrés en estudiantes de medicina y se encontraron similitudes en las respuestas fisiológicas y comportamentales. Las conclusiones subrayan la relevancia de considerar el impacto del sistema límbico al diseñar estrategias educativas y abogar por entornos evaluativos menos estresantes. Este trabajo contribuye a la comprensión de las complejas interacciones entre las emociones, la fisiología y el rendimiento académico, destacando la importancia de abordar integralmente la salud emocional.

**Palabras clave:** sistema límbico, amígdala, cortisol, rendimiento académico, estrés.

## INTRODUCCIÓN

La educación desempeña un papel fundamental en el desarrollo individual y social. El desempeño académico no solo influye en la formación de los estudiantes, sino que también tiene un impacto directo en su calidad de vida futura, oportunidades laborales y bienestar emocional. Es importante entender los factores que pueden mejorar o dificultar el rendimiento académico de los estudiantes (Romero y Celso, 2011).

Los estudiantes universitarios a menudo se enfrentan a situaciones de estrés y ansiedad relacionadas con evaluaciones académicas, como exámenes finales. Estos momentos de evaluación generan una carga emocional significativa debido a la importancia de los resultados y la incertidumbre que rodea el desempeño individual (Palacio et al., 2016). El estrés y la ansiedad durante los exámenes pueden tener un impacto adverso en la capacidad de los estudiantes para pensar con claridad, recordar información crucial, tomar decisiones informadas y resolver problemas de manera eficaz (Sarmiento y Ríos, 2017).

El cerebro humano, una estructura compleja con diversas regiones funcionales, desempeña un papel importante en la cognición y el comportamiento. Entre estas regiones, se encuentra el sistema límbico, que alberga la amígdala cerebral, una estructura que se resalta frente en las respuestas emocionales,

<sup>1</sup> Estudiante de octavo semestre, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia, ORCID: 0009-0008-9143-6200. yaar.cs@gmail.com

<sup>2</sup> Estudiante de octavo semestre, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia, ORCID: 0009-0005-3244-0099. ibeth.huanca.laura@gmail.com

<sup>3</sup> Docente Investigadora, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0000-0001-8243-781X. marcela.mollericonaalfaro@yahoo.com

especialmente en situaciones de miedo y estrés (Hall, 2021; Klein, 2020). La amígdala puede influir en la función cognitiva al inhibir la corteza prefrontal, una región cerebral responsable de la memoria, la toma de decisiones y la resolución de problemas (O’Heare, 2017b).

La amígdala cerebral, una estructura en el cerebro que forma parte del sistema límbico, está involucrada en el procesamiento de las emociones y las respuestas al estrés, ha recibido una atención creciente en la investigación neuropsicológica. A pesar de esto, su influencia en el desempeño cognitivo durante situaciones académicas ha sido poco explorada. Esta región del cerebro, está intrínsecamente relacionada con la regulación de la respuesta al estrés y la toma de decisiones bajo presión. El estrés puede manifestarse de diversas maneras en estudiantes universitarios, afectando su capacidad para concentrarse, recordar información y tomar decisiones efectivas durante exámenes y evaluaciones académicas (Sacristán et al., 2018; Salzman y Fusi, 2010).

Además del desempeño académico, el exceso de estrés y la mala regulación del funcionamiento de la amígdala pueden tener un impacto significativo en la calidad de vida de los estudiantes. Esto puede incluir problemas de salud, relaciones sociales, dificultades para concentrarse, insomnio, ansiedad y otros problemas psicológicos que pueden persistir en la vida cotidiana (Palacio et al., 2016; Sánchez et al., 2002).

Este problema resalta la necesidad de investigar en profundidad cómo las respuestas emocionales generadas por la amígdala pueden afectar negativamente la capacidad de los estudiantes para llevar a cabo tareas cognitivas críticas durante los exámenes, lo que, a su vez, tiene implicaciones significativas para el bienestar y el desempeño académico a largo plazo en los estudiantes universitarios (Romero y Celso, 2011).

En España, Bermejo et al. (2021) exploraron los efectos de un ejercicio de fuerza de alta intensidad hasta el fallo en respuestas conductuales y fisiológicas, así como su influencia en los niveles de cortisol, catorce sujetos activos participaron en una serie de seis series de sentadillas hasta el fallo. Se observaron niveles de cortisol más bajos previos al ejercicio y un aumento antes de la realización de tareas cognitivas. Los resultados indicaron que el estrés inducido por el ejercicio afectó negativamente la atención. Además, se sugiere que la relación entre el estrés y el rendimiento cognitivo podría depender del intervalo de tiempo entre el ejercicio y la evaluación de las funciones cognitivas, pero no parece variar en función del tipo de ejercicio de alta intensidad realizado.

En el estudio titulado "El estrés y el cortisol antes y después de pruebas académicas en estudiantes de medicina" Castro et al. (2021), destacan la importancia de explorar temas relacionados con el cortisol y su impacto en el estrés, una afección que afecta significativamente a la humanidad en la actualidad. El trabajo enfatiza que el ámbito académico es un escenario donde se pueden observar las fluctuaciones del cortisol y su influencia en el estrés. Se reconoce que, ante factores estresantes, los niveles de cortisol pueden elevarse considerablemente y luego estabilizarse, buscando evitar daños en otros sistemas del cuerpo. Además, se señala que el mantenimiento constante del estrés puede llevar a niveles elevados de cortisol, lo que podría tener efectos adversos en otras funciones vitales del organismo.

Palacio et al. (2016) realizaron un estudio que lleva por título "Estrés académico: causas y consecuencias", donde los autores se centran en una revisión bibliográfica sobre la prevalencia del estrés académico en estudiantes de medicina y su significativa influencia en el bajo rendimiento académico de este grupo. El objetivo principal del trabajo es profundizar en las principales causas y consecuencias del estrés académico en estos estudiantes. Durante un período de dos meses, se realizaron exhaustivas búsquedas en Internet, consultando aproximadamente 500 referencias en bases de datos como Medline y Pubmed. Las causas identificadas incluyen la carga horaria, el sistema de

evaluaciones, las preocupaciones financieras, la sobrecarga de trabajo, la dificultad en el material de estudio, el estilo de vida, la competencia, la adaptación y la alta exigencia del programa de estudios. Entre las consecuencias más destacadas se encuentran la falta de concentración, la fatiga intelectual, la disminución del interés en tareas habituales, el descuido personal, la fatiga sexual, la tristeza, el deterioro del rendimiento intelectual o físico, el nerviosismo, así como alteraciones en la frecuencia cardíaca, la tensión arterial, el metabolismo y la actividad física. Este artículo resalta la importancia de comprender y abordar el estrés académico en estudiantes de medicina para mejorar su bienestar y desempeño académico.

En México, Romero y Celso (2011) realizaron un estudio llamado "Estrés y cortisol: implicaciones en la memoria y el sueño", donde destaca la importancia de la comunicación y sincronización funcional entre los sistemas nervioso, endocrino e inmunológico en un organismo complejo para mantener la homeostasis. El estrés, un resultado común del ritmo de vida en las ciudades modernas, se relaciona con desequilibrios en el organismo que pueden conducir a enfermedades. El término "estrés" fue acuñado por Hans Selye en 1936, y se refiere a la respuesta no específica del cuerpo ante situaciones de cambio. Este concepto abarca factores que amenazan la estabilidad emocional y física de un individuo y puede llevar a la sobrecarga alostática, un estado patológico. La hormona cortisol, un glucocorticoide clave, desempeña un papel esencial en la respuesta al estrés y puede afectar la memoria, el aprendizaje y los trastornos del sueño como el insomnio. Comprender mejor los efectos moleculares del cortisol en estos procesos podría mejorar la prevención y el tratamiento, tanto psicológico como farmacológico, para personas vulnerables al estrés.

En el estudio "Una revisión teórica sobre el estrés y algunos aspectos relevantes de este en el ámbito educativo", Naranjo (2009) aborda el estrés y sus efectos tanto en la salud física y mental como en el rendimiento académico y laboral. Se destaca que el estrés se origina en la vida moderna, caracterizada por la búsqueda de resultados sin tener en cuenta las consecuencias para la calidad de vida y la salud de las personas afectadas. El concepto de estrés abarca diversas concepciones teóricas, incluyendo enfoques fisiológicos y bioquímicos centrados en respuestas orgánicas, enfoques psicosociales que se enfocan en estímulos y eventos generadores de estrés, y enfoques cognitivos que resaltan la importancia de la evaluación cognitiva en la percepción del estrés. La autora concluye en que el estrés se caracteriza por una respuesta subjetiva de tensión o excitación, y puede provocar reacciones fisiológicas y psicológicas. En el ámbito educativo, el estrés se relaciona con la valoración cognitiva de situaciones estresantes y estrategias de afrontamiento, variando según la percepción de amenaza y los recursos de cambio disponibles.

En el estudio "Tasas de suicidio entre 1960 y 1989 en médicos noruegos en comparación con otros grupos educativos," Aasland et al. (2001) abordaron el tema de las tasas de suicidio en Noruega entre 1960 y 1989 y su comparación entre médicos y otros grupos educativos. El objetivo principal del estudio fue comparar las tasas de suicidio entre médicos y otros grupos educativos, tomando en cuenta factores como la edad y el sexo de los individuos, además de segmentar los datos por cada cinco años. Los autores se basaron en certificados de defunción para recopilar información sobre un total de 82 suicidios de médicos, de los cuales 9 eran mujeres, 265 suicidios de personas con otros estudios universitarios y 11.165 de personas sin estudios universitarios.

El análisis se centró en calcular las tasas de suicidio, expresadas como el número de suicidios por cada 100.000 personas-año. Las tasas brutas de suicidio, que no consideran variables de edad ni periodo, revelaron que los médicos tenían tasas de suicidio significativamente más altas que otros grupos. En particular, los resultados mostraron que tanto médicos varones como mujeres tenían tasas de suicidio más elevadas en comparación con sus contrapartes con educación universitaria y sin estudios universitarios.

Además, se observó que los médicos solteros tenían un riesgo de suicidio aproximadamente cinco veces mayor que sus colegas casados o convivientes. También se destacó que el método de suicidio más común entre los médicos fue el envenenamiento, con una prevalencia significativamente mayor que la población general. El estudio proporcionó una visión detallada de las tasas de suicidio entre médicos noruegos y su comparación con otros grupos educativos a lo largo de tres décadas. Los resultados sugieren diferencias significativas en las tasas de suicidio entre estos grupos y resaltan la importancia de abordar la salud mental de los médicos y los factores asociados a estas tasas elevadas de suicidio.

Mingote et al. (2013), realizaron un análisis bibliográfico detallado titulado “Prevención del suicidio en médicos” donde también han documentado que la tasa de suicidio en médicos supera a la de la población general, lo que plantea una cuestión preocupante en relación con la salud y bienestar de esta comunidad profesional. A pesar de la creciente evidencia que señala una morbilidad significativa en la profesión médica, la atención a la salud de los médicos ha sido insuficiente por parte de sus propios colegas. Esta situación plantea un dilema, ya que el acto de cuidar de la salud de otros genera estrés adicional en quienes lo realizan.

De acuerdo con los autores, el estrés en el médico está estrechamente vinculado con la incertidumbre clínica y el temor al fracaso, que son rasgos característicos de la cultura médica. Paradójicamente, aunque el cuidado de los pacientes es una fuente importante de gratificación para los médicos, también es un generador de estrés en sus vidas. Un aspecto adicional de esta paradoja es que aquellos que están al cuidado de otros a menudo tienen dificultades significativas para buscar y recibir ayuda para sí mismos.

Por estos motivos, las tasas de suicidio entre médicos, no solo en un país, sino en varias naciones, como Estados Unidos, Inglaterra y otros, superan las tasas de la población general y de otras profesiones. Además, las diferencias de género en estas tasas son notables, siendo las médicas quienes enfrentan una carga más pesada. Esta disparidad es aún más marcada en especialidades como la psiquiatría y la anestesiología.

Además, los médicos se enfrentan a necesidades asistenciales específicas debido a una alta prevalencia de problemas como el alcoholismo, la dependencia de drogas, las rupturas matrimoniales, enfermedades mentales y, lamentablemente, el suicidio. La automedicación, en particular con sustancias como hipnóticos, antidepresivos y analgésicos opiáceos, es un fenómeno común en esta población. Muchas de estas dificultades están directamente relacionadas con el estrés elevado, la carga de responsabilidad y la dificultad para conciliar las demandas laborales y familiares en sus vidas.

Los autores consideran que es relevante destacar la reticencia de muchos médicos a discutir abiertamente sus problemas con colegas y su tendencia a tratarse a sí mismos de manera autónoma agravan aún más esta problemática. Además, el acceso relativamente sencillo de los médicos a medicamentos plantea un riesgo ocupacional significativo en términos de abuso de sustancias, lo que afecta tanto a hombres como a mujeres en esta profesión. La salud mental y el bienestar de los médicos son cuestiones críticas que requieren atención urgente para garantizar la salud de quienes tienen la responsabilidad de cuidar la salud de otros.

Tomando en cuenta estos elementos, es evidente que los profesionales médicos enfrentan desafíos significativos relacionados con el bienestar mental, evidenciados en tasas alarmantes de suicidios que superan las de la población general y otras profesiones. Estudios previos han revelado la presencia de fenómenos similares en animales, destacando la importancia del sistema límbico en la respuesta a emociones intensas como el miedo y el estrés.

A pesar de su relevancia, la investigación sobre el papel de la amígdala en el ámbito académico es limitada. Existe un espacio significativo para explorar cómo el funcionamiento de la amígdala se relaciona con el rendimiento cognitivo de los estudiantes, las decisiones que toman en situaciones de evaluación y su calidad de vida en general.

Estos hallazgos plantean la pregunta central de esta investigación: ¿Cómo afecta la activación del sistema límbico, en respuesta a emociones intensas, al desempeño cognitivo de los estudiantes universitarios durante evaluaciones académicas? Este enfoque integral busca explorar la conexión entre la activación de la amígdala, la función de la corteza prefrontal y los efectos en la memoria, la toma de decisiones y la resolución de problemas, brindando una perspectiva valiosa para comprender tanto los desafíos de salud mental en la profesión médica como la influencia del sistema límbico en el rendimiento académico.

Por estos motivos, este trabajo de investigación busca explorar en profundidad cómo el funcionamiento de la amígdala puede afectar el desempeño académico y la calidad de vida de los estudiantes universitarios durante evaluaciones académicas. Comprender mejor la relación entre la amígdala y el desempeño académico puede proporcionar información valiosa para el desarrollo de estrategias de intervención y apoyo para estudiantes universitarios. Esto podría incluir enfoques para la gestión del estrés, programas de bienestar y estrategias de estudio más efectivas.

## **METODOLOGÍA**

La búsqueda de literatura se llevó a cabo utilizando bases de datos académicas, con especial atención a PubMed, SciELO, ScienceDirect y Google Scholar. Se utilizaron términos de búsqueda específicos relacionados con el sistema límbico, la amígdala, el estrés, el rendimiento académico y la salud mental. El rango temporal de la búsqueda se limitó (en lo posible) a los últimos 20 años para garantizar la inclusión de investigaciones recientes, no obstante, debido a la valiosa información encontrada en otros documentos, también se incluyeron publicaciones con mayor antigüedad.

Los estudios seleccionados se eligieron siguiendo criterios de inclusión que abarcaban la relevancia directa a la interacción entre el sistema límbico y el rendimiento académico en estudiantes universitarios. Se incluyeron trabajos originales, revisiones sistemáticas y metaanálisis, mientras que se excluyeron duplicados y aquellos con metodologías insuficientes.

La información obtenida se sometió a un análisis temático, agrupando los estudios en categorías que reflejan los aspectos neurobiológicos, las respuestas emocionales, los mecanismos de estrés y su impacto en el desempeño cognitivo. Este proceso permitió identificar tendencias, discrepancias y contribuciones clave en la literatura revisada.

Este artículo de revisión sigue un enfoque integrador al utilizar tanto métodos cualitativos y cuantitativos presentes en la literatura científica. La información cuantitativa se centra en datos numéricos extraídos de estudios previos, mientras que la cualitativa analiza comportamientos, patrones y tendencias cualitativas emergentes en la investigación revisada.

Dado que la revisión no implica intervenciones activas ni experimentos directos, se clasifica como no experimental. La finalidad principal es reunir, sintetizar y evaluar la evidencia existente en lugar de aplicar tratamientos o manipular variables independientes. El alcance de la revisión es exploratorio y descriptivo. Busca examinar y organizar la literatura existente sobre el impacto del sistema límbico en el desempeño cognitivo, sin establecer relaciones causales directas.

La fuente de datos proviene de estudios previos y documentos académicos, categorizando este artículo como documental. La revisión no involucra la recolección de datos de campo; en cambio, se basa en la síntesis de información ya publicada.

El objetivo es principalmente teórico, con el propósito de proporcionar una visión integral y actualizada del conocimiento existente sobre el tema. El periodo de obtención de datos es retrospectivo, ya que se examinan estudios previos y resultados ya publicados. El diseño de la revisión es transversal, al evaluar estudios en un momento específico, sin seguimiento a lo largo del tiempo. Este estudio, también involucra una comparación de poblaciones a través del análisis de diversos estudios y enfoques en la literatura revisada. Se minimiza la interferencia del investigador, ya que la revisión se basa en la recopilación y síntesis de datos previamente publicados, sin una manipulación directa de variables.

## **DESARROLLO**

### ***Sistema nervioso***

El sistema nervioso se erige como una intrincada red de comunicación compuesta por miles de millones de neuronas entrelazadas. Estas neuronas no operan de manera aislada; más bien, se integran en circuitos altamente organizados que orquestan funciones cerebrales y corporales fundamentales. Además, el soporte y alimentación de estas células nerviosas se encuentra a cargo de las células gliales, un conjunto aún más numeroso (O’Heare, 2004; Sacristán et al., 2018).

La neurona, como unidad básica de funcionamiento del sistema nervioso, posee una estructura característica. Consta de un cuerpo celular o soma del cual emanan prolongaciones denominadas neuritas. Estas neuritas se dividen en dos categorías fundamentales: los axones y las dendritas. A grandes rasgos, las dendritas y el cuerpo celular actúan como receptores de señales de entrada. El cuerpo celular integra y procesa esta información y, a su vez, emite señales de salida. Por otro lado, los axones se encargan del transporte de estas señales de salida hacia las terminaciones axónicas. Estas terminaciones permiten distribuir la información, ya sea a nuevas neuronas o a células efectoras, como las células musculares (Hall, 2021; Sacristán et al., 2018).

Uno de los aspectos notables del axón radica en su capacidad para transmitir señales a distancias considerables en el sistema nervioso. Cabe destacar que esta función está reservada exclusivamente a las neuronas. Las señales generadas por una neurona y transmitidas a lo largo de su axón se manifiestan como impulsos eléctricos. Sin embargo, el traspaso de la señal entre células neuronales se efectúa a través de moléculas de sustancias transmisoras, que circulan a través de contactos especializados denominados sinapsis. De esta manera, el sistema de señales en el sistema nervioso presenta un doble componente: eléctrico y químico (Hall, 2021; Sacristán et al., 2018).

En general, una neurona recibe información proveniente de cientos o incluso miles de otras neuronas, y en correspondencia, transmite señales a un número similar de estas células. Esta interconexión extensa y sofisticada facilita la comunicación dentro del sistema nervioso, permitiendo la integración y procesamiento de información a gran escala (Klein, 2020; Quiroga, 2012a).

### ***Encéfalo***

El sistema nervioso central (SNC) es una pieza muy importante de la maquinaria biológica que controla y regula diversas funciones del organismo humano. Situado en la cavidad craneal, el encéfalo (una parte del SNC) se encuentra resguardado por el cráneo, una estructura ósea que brinda protección a esta estructura fundamental (Sacristán et al., 2018).

El encéfalo se compone de tres elementos clave: el cerebro, el cerebelo y el tronco encefálico. El cerebro, como la estructura más prominente y compleja del encéfalo, desempeña un papel central en una amplia gama de procesos cognitivos y motores. Entre sus funciones se incluyen la regulación del pensamiento, la capacidad de aprendizaje, la resolución de problemas, el procesamiento de emociones, la formación de la memoria, el control del habla, la lectura y la escritura, así como la coordinación de movimientos voluntarios (Hall, 2021; Klein, 2020).

El cerebelo, ubicado en la parte posterior del encéfalo, se especializa en la coordinación de movimientos precisos, el mantenimiento del equilibrio y la postura del cuerpo (Pérez, 2009). Por último, el tronco encefálico, localizado en la base del encéfalo, se encarga de funciones vitales como la regulación de la respiración y la frecuencia cardíaca. Además, este componente del encéfalo alberga las vías neurales y músculos necesarios para procesos como la visión, la audición, la locomoción, el habla y la alimentación (Sacristán et al., 2018). Además, el tronco encefálico funciona como un puente de comunicación entre el encéfalo y la médula espinal, permitiendo la transmisión eficiente de señales nerviosas entre estos dos componentes fundamentales del sistema nervioso central (Blakemore y Frith, 2007; Quiroga, 2012a).

### **Sistema límbico**

La amígdala, estructura de relevancia en el estudio de la neurociencia, forma parte del sistema límbico. El sistema límbico es un conjunto de estructuras que residen en la porción medial del telencéfalo (la parte más grande del cerebro) y se caracterizan por su estrecha interconexión funcional (Phelps & LeDoux, 2005). Filogenéticamente, estas estructuras están fuertemente vinculadas a la vía olfatoria. A lo largo de la evolución de los mamíferos, el sistema límbico ha ido adquiriendo una creciente importancia en la realización de dos funciones vitales fundamentales: la autoconservación y la preservación de la especie (O’Heare, 2017b; Sacristán et al., 2018).

En la regulación de la conducta emocional y la memoria, las estructuras del sistema límbico desempeñan un papel central. Participan en el análisis y la elaboración de patrones de comportamiento emocional, tomando como referencia experiencias pasadas almacenadas en la memoria. Además, estas estructuras modulan los componentes motores, viscerales y hormonales asociados con la supervivencia de la especie (Johansen et al., 2011; O’Heare, 2017b, 2018).

La amígdala desempeña un papel significativo en la asociación de estímulos olfatorios con señales provenientes de otras regiones cerebrales. Además, esta estructura participa en una serie de actividades vegetativas, endocrinas y respuestas motoras somáticas relacionadas con la emoción, tales como la midriasis, la motilidad gástrica, la piloerección y la deglución, entre otras. La amígdala se involucra, asimismo, en la expresión somática de emociones intensas, como el miedo, la rabia y la agresión (LeDoux, 2000; O’Heare, 2004; Sacristán et al., 2018).

Además, actúa como un centro inhibitorio que previene la manifestación de conductas temerarias o inadecuadas en relación a diversas actividades comportamentales, como la alimentación, el comportamiento sexual o la exploración del entorno. La amígdala, por tanto, ejerce un control relevante en la regulación de las respuestas emocionales y la conducta de los individuos (Salzman y Fusi, 2010).

### **Corteza cerebral**

La corteza cerebral constituye un elemento fundamental en el funcionamiento del sistema nervioso. Es el lugar donde se procesa la percepción consciente de los estímulos sensoriales, así como donde se desencadena la vida de relación. Además, alberga funciones cruciales relacionadas con el aprendizaje,

la memoria, la actividad voluntaria, y el control del movimiento animal, particularmente en respuesta a la satisfacción de necesidades básicas (Lindsay, 2000; Martínez-Selva et al., 2006; O’Heare, 2004)

En los seres humanos, la corteza cerebral desempeña un papel preponderante en la alta diferenciación biológica de la especie, ya que está asociada con fenómenos esenciales como la conciencia, el intelecto y el desarrollo del lenguaje (Hall, 2021). A medida que avanzamos en la evolución hacia los mamíferos, la corteza cerebral va adquiriendo cada vez una mayor relevancia funcional y tiende a dominar la conducta en mayor medida. Esto se evidencia claramente cuando la corteza cerebral sufre daño o es objeto de extirpación, ya que tal situación conlleva la pérdida total de la percepción consciente de cualquier estímulo, ya sea de origen interno o externo (Quiroga, 2012b). Esta pérdida tiene como consecuencia la desaparición de la vida de relación y la supresión de cualquier tipo de conducta. La corteza cerebral, por tanto, se configura como el centro coordinador de los patrones comportamentales, la función cognitiva y la toma de decisiones (Klein, 2020).

### **Relación entre el sistema límbico y la corteza cerebral**

La percepción y el procesamiento de la información, tanto de naturaleza sensorial como emocional, son procesos que involucran tanto el sistema límbico como la corteza cerebral. En una secuencia compleja, la información procedente del sistema nervioso periférico y los sentidos viaja inicialmente hacia el tálamo. Desde allí, se dirige a los lóbulos posteriores del cerebro, donde se descifra y procesa. El cerebro, basándose en la experiencia y el aprendizaje previo, otorga significado a esta información. Finalmente, esta información se envía al lóbulo frontal, donde se utiliza para diseñar planes de acción (Benarroch, 2015; O’Heare, 2017a).

El sistema límbico y la corteza cerebral colaboran estrechamente para generar una respuesta conductual que combina elementos emocionales y cognitivos. La información que se recibe se organiza, evalúa y procesa antes de manifestarse como respuestas conductuales, ya sean reflejos involuntarios o comportamientos voluntarios (Salzman & Fusi, 2010).

Es importante destacar que existe una relación inversa entre la actividad de la corteza cerebral y la del sistema límbico. Cuando uno de estos componentes se activa, el otro tiende a reprimirse o inhibirse (O’Heare, 2004, 2018). Si una persona experimenta una respuesta emocional intensa, es probable que su capacidad para pensar con claridad y seleccionar comportamientos efectivos se vea reducida. Por el contrario, si un individuo se encuentra en un estado de ánimo analítico o razonable, es menos probable que muestre excesiva emotividad (Sarmiento-Rivera y Ríos-Flórez, 2017).

Este principio tiene relevancia directa en la interpretación de la conducta y en la toma de decisiones relacionadas con la modificación del comportamiento. Bajo condiciones de estrés, las actividades subcorticales tienden a intensificarse al mismo tiempo que las funciones reguladoras corticales pueden alterarse temporalmente. Por ejemplo, el estrés agudo induce una activación en la amígdala, lo que, a su vez, coordina la expresión de varios sistemas de preparación que movilizan al organismo para la acción inmediata. Esto conlleva la liberación de neurotransmisores como la norepinefrina (NE) y la dopamina en la corteza prefrontal, que, a pesar de facilitar los procesos subcorticales, genera un mal funcionamiento temporal en el área prefrontal (O’Heare, 2004; Sacristán et al., 2018).

La interacción entre el sistema límbico y la corteza cerebral demuestra su relevancia en la regulación del comportamiento y las emociones (Benarroch, 2015). Estos hallazgos subrayan la importancia de evitar situaciones de alta sensibilidad o estrés y de centrar a los individuos en tareas cognitivas que les permitan abordar los desafíos de manera efectiva y eficiente (Romero y Celso, 2011).

## **Desempeño cognitivo**

La corteza cerebral se divide en cuatro lóbulos, cada uno especializado en ciertas funciones. El lóbulo frontal, por ejemplo, es responsable de la planificación, ejecución y control del movimiento. Por otro lado, el lóbulo parietal se encarga de la interpretación de la información sensorial, mientras que el lóbulo occipital traduce la información visual. El lóbulo temporal, además de procesar información auditiva, está relacionado con el sistema límbico, lo que le permite procesar también información emocional (Blakemore y Frith, 2007; Klein, 2020).

Cuando un estímulo alcanza la corteza prefrontal, se somete a una evaluación y se decide una línea de acción. El plan de acción se enmarca en los patrones de comportamiento típicos de la especie. La corteza prefrontal evalúa los estímulos a la luz de la experiencia previa. Esta estructura, junto con la corteza orbitofrontal, parece estar implicada en el control de comportamientos impulsivos, como el pánico y la agresividad (McDonald, 1998; O’Heare, 2004).

## **Memoria**

La memoria desempeña un papel central en la definición de la identidad humana. A menudo, las personas son definidas por sus recuerdos y experiencias. Si un individuo perdiera la capacidad de escuchar y utilizara un implante coclear o se sometiera a un trasplante de corazón, continuaría siendo considerado la misma persona. Sin embargo, cuando alguien sufre de Alzheimer y sus recuerdos comienzan a distorsionarse, comúnmente se argumenta que "ya no es la misma persona", a pesar de que su cuerpo permanece inalterado. Esto resalta la importancia de la memoria en la construcción de la identidad y plantea preguntas sobre qué diferencia a los seres humanos de los animales, de las capacidades de las máquinas y de sistemas complejos como Internet (Quiroga, 2012b, 2012a).

El cerebro humano, un órgano notoriamente complejo, almacena y accede a recuerdos que permiten la rememoración de detalles precisos, desde escenas cinematográficas hasta partituras musicales o momentos de la infancia. En el campo de la ciencia, la curiosidad se nutre de preguntas, y la pregunta fundamental es cómo el cerebro logra estos logros impresionantes (Quiroga, 2012a).

Al explorar el cerebro y tratar de comprender cómo las neuronas codifican recuerdos, inevitablemente surgen más interrogantes, subrayando cuánto aún se desconoce. A pesar de los avances notables en neurociencia, muchas de las preguntas más profundas permanecen sin respuesta. La neurociencia también va más allá del ámbito científico, ya que al explorar cómo la actividad neuronal almacena recuerdos, surgen preguntas fundamentales sobre la conciencia, la distinción entre mente y materia, y la naturaleza de la identidad personal (Pereda et al., 2005; Sacristán et al., 2018).

La neurociencia se basa en la comprensión de que las neuronas son los componentes fundamentales del cerebro, y su actividad en diversas áreas del cerebro permite realizar una serie de funciones, incluyendo la percepción, el recuerdo y la autorreflexión. Aunque muchas cuestiones permanecen sin respuesta, existen principios fundamentales que ofrecen una base sólida para la investigación y el entendimiento futuro (Sánchez-Navarro y Román, 2004).

## **Procesamiento de información**

Varios componentes neurales desempeñan papeles importantes en el proceso de memoria y aprendizaje. Entre estos componentes, el hipocampo (una parte del sistema límbico) desempeña un rol central, particularmente en la conversión de la memoria a corto plazo en memoria a largo plazo. Se ha confirmado que, sin la presencia de los hipocampos, no se lleva a cabo el proceso de consolidación de la memoria. Además, el sistema límbico está fuertemente relacionado con la expresión y el procesamiento

de las emociones, la memoria y la agresividad, y coordina ciertos tipos de aprendizaje (O’Heare, 2004; Quiroga, 2012a).

El tálamo, por su parte, actúa como un intermediario clave en el procesamiento de información. Recibe señales sensoriales y respuestas emocionales, las procesa y luego las comunica a través del cuerpo, el sistema límbico (centro emocional) y la corteza cerebral (centro cognitivo). El tálamo permite que un individuo se enfoque selectivamente en una sola tarea o estímulo a la vez, funcionando como una estación de recepción y distribución (O’Heare, 2018; Sacristán et al., 2018).

### **Análisis**

Para terminar con esta sección, es necesario someter la información de este documento a un análisis detallado, estableciendo comparaciones detalladas con los antecedentes previamente expuestos. Este proceso permitirá identificar relaciones significativas y contrastes que enriquecerán nuestra comprensión del impacto de las emociones intensas en el rendimiento cognitivo de los estudiantes, así como su influencia en la adopción de hábitos perjudiciales por estrés y los crecientes casos de suicidio entre profesionales de la salud.

Bermejo et al. (2021) proporcionaron una base importante al explorar los efectos del ejercicio de fuerza de alta intensidad en las respuestas cognitivas y fisiológicas, así como en los niveles de cortisol. Si bien su enfoque no se centró en estudiantes (universitarios), sus observaciones sobre el impacto negativo del estrés inducido por el ejercicio en la atención concuerdan con nuestra investigación. La relación temporal entre el ejercicio y la evaluación de funciones cognitivas destaca la complejidad de estas interacciones, un aspecto crucial para comprender cómo las emociones fuertes pueden afectar el rendimiento académico.

En sintonía, Castro et al. (2021) destacaron la importancia del cortisol y el estrés en estudiantes de medicina, haciendo énfasis en el ámbito académico como escenario propenso a observar fluctuaciones en los niveles de cortisol y su impacto debido al estrés. La fluctuación de cortisol ante factores estresantes y los efectos adversos del estrés constante también concuerdan con nuestra investigación. La conexión directa entre la atención y el rendimiento cognitivo, subrayada por nuestros hallazgos, enriquece la comprensión de cómo las emociones fuertes pueden influir en el desempeño estudiantil.

El trabajo de Palacio et al. (2016) sobre el estrés académico y sus diversas causas y consecuencias proporciona un marco conceptual sólido para contextualizar nuestros resultados. Las presiones identificadas, como la carga horaria y la sobrecarga de trabajo, se alinean con las fuentes de estrés experimentadas por estudiantes universitarios en nuestro estudio. Las consecuencias del estrés académico, aunque no específicas del cortisol, subrayan como la activación excesiva del sistema límbico podría afectar negativamente el desempeño cognitivo.

Romero y Celso (2011) profundizaron en la relación entre estrés, cortisol, memoria y sueño. Su enfoque en la comunicación y sincronización funcional entre sistemas corporales resalta la complejidad de la respuesta al estrés. La influencia del cortisol en la memoria y su relación con el aprendizaje son aspectos que enriquecen nuestra comprensión de cómo las emociones fuertes pueden tener repercusiones a largo plazo en el desempeño cognitivo, deteriorándolo.

Naranjo (2009) abordó el estrés en el ámbito educativo, destacando su impacto en la salud física y mental, así como en el rendimiento académico. Su enfoque en la percepción de amenaza y estrategias de afrontamiento se conecta directamente con nuestra investigación, donde exploramos cómo las emociones fuertes pueden influir en la valoración cognitiva, al igual que las estrategias utilizadas por los estudiantes para sobrellevarlas.

Al analizar los estudios sobre tasas de suicidio en médicos (Aasland et al., 2001; Mingote et al., 2013), se establece un vínculo importante entre el estrés, la salud mental y el bienestar. Aunque nuestro estudio no se centra en tasas de suicidio, es importante señalar la conexión entre las emociones descontroladas y la toma de decisiones perjudiciales, como se refleja en hábitos por estrés y la tendencia al suicidio.

Esta discusión ha profundizado en la relación intrínseca entre las emociones fuertes (activación del sistema límbico), el desempeño cognitivo y las consecuencias perjudiciales, como hábitos por estrés y el aumento de casos de suicidio. De esta forma, se proporciona un marco teórico sólido para comprender cómo las emociones, de acuerdo a su grado de intensidad, pueden tener un impacto multifacético en la vida académica y la salud mental de los estudiantes universitarios, así como en profesionales de la salud.

## **CONCLUSIONES**

Esta investigación, enfocada en explorar la influencia del sistema límbico en el rendimiento académico de estudiantes universitarios durante las evaluaciones, ha desentrañado conexiones entre las emociones fuertes, activación de la amígdala, y la consiguiente inhibición de la función cognitiva, particularmente en la corteza frontal. A través de una revisión bibliográfica muy detallada, se ha encontrado el papel del sistema límbico, destacando la amígdala, en las respuestas emocionales, revelando patrones que inciden de manera significativa en el desempeño académico.

El estudio confirma que las emociones fuertes desencadenan la activación del sistema límbico (particularmente de la amígdala), el cual, a su vez, inhibe la función de la corteza frontal, encargada de la resolución de problemas, el pensamiento claro, la memoria y la toma de decisiones. Este fenómeno está intrínsecamente vinculado a la liberación simultánea de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) y cortisol, este último, un marcador importante asociado al estrés. La conexión entre la activación de la amígdala y la liberación de estas sustancias durante momentos de estrés, miedo o emociones descontroladas subraya la complejidad de los procesos neurológicos que impactan la capacidad cognitiva.

Cuando se estudia el sistema límbico, el cortisol no solo sirve como medida objetiva del estrés, sino que consolida la relación entre las emociones fuertes, la activación de la amígdala y su impacto en el desempeño académico. Esta interconexión se manifiesta de manera destacada durante las evaluaciones académicas, donde las emociones intensas son frecuentes, afectando el rendimiento estudiantil.

Es importante resaltar que la información obtenida en este estudio no solo proporciona una comprensión integral de los mecanismos neurológicos involucrados, sino que también tiene implicaciones significativas para la vida diaria de los estudiantes, especialmente aquellos inmersos en programas académicos exigentes, como medicina. Las emociones descontroladas durante las evaluaciones pueden comprometer la capacidad de pensar con claridad, recordar información esencial y tomar decisiones fundamentadas, elementos clave para el éxito académico y el bienestar general.

En coherencia con el análisis previo, donde se estableció la conexión entre las emociones fuertes, el desempeño cognitivo y las consecuencias perjudiciales, como malos hábitos debidos al estrés y el aumento de casos de suicidio, estas conclusiones refuerzan la importancia de abordar de manera integral y conjunta la salud mental de los estudiantes. La gestión efectiva del estrés y las emociones durante las evaluaciones académicas no solo puede mejorar el rendimiento académico, sino también contribuir a la prevención de problemas de salud mental a largo plazo.

Finalmente, este trabajo no solo responde a la pregunta central sobre el impacto del sistema límbico en el desempeño académico, sino que también proporciona un marco teórico sólido para comprender y abordar los desafíos emocionales y cognitivos que enfrentan los estudiantes universitarios durante las evaluaciones. Estas conclusiones tienen implicaciones significativas para la educación y la salud mental, subrayando la necesidad de estrategias efectivas para gestionar el estrés y las emociones fuertes, en beneficio tanto del rendimiento académico como del bienestar general de los estudiantes.

## **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a aquellos que han sido pilares fundamentales en el desarrollo y éxito de este proyecto de investigación. Su inquebrantable apoyo y contribuciones han enriquecido enormemente nuestra experiencia académica y profesional.

En primer lugar, agradecemos sinceramente a nuestros amigos y familiares por su constante apoyo emocional y comprensión durante las etapas desafiantes de este proyecto. Sus palabras alentadoras y ánimo incondicional fueron el combustible que necesitábamos para seguir adelante.

Extendemos nuestro agradecimiento a nuestros compañeros de clases y amigos, quienes fueron importante desde la concepción hasta la culminación de este proyecto. Sus valiosas ideas, discusiones y perspectivas enriquecieron nuestras deliberaciones y contribuyeron de gran manera a la elaboración de un trabajo integral y significativo.

A nuestros pacientes, cuya colaboración silenciosa pero impactante no pasa desapercibida, les extendemos un agradecimiento especial. Su presencia en nuestra vida diaria ha sido una fuente constante de aprendizaje y motivación. Cada interacción ha sido una lección valiosa sobre la conexión entre la salud emocional y física, reforzando la importancia de abordar integralmente la salud de aquellos a quienes servimos.

Asimismo, agradecemos a nuestros profesores y mentores, cuya orientación experta y dedicación nos guiaron en cada fase de esta investigación. Sus enseñanzas no solo impulsaron nuestro crecimiento académico, sino que también nos brindaron la confianza necesaria para abordar temas complejos y relevantes en el campo de la neurociencia y la educación.

En conjunto, este proyecto no solo representa el fruto de nuestro esfuerzo individual, sino también la culminación de una colaboración significativa y enriquecedora. Nuestra gratitud perdura por el impacto positivo que cada uno de ustedes ha tenido en este viaje académico y profesional.

Con aprecio, ¡Yaar, Ibeth e Ing. Dani!

## **BIBLIOGRAFÍA**

Aasland, O. G., Ekeberg, Ø., & Schweder, T. (2001). Suicide rates from 1960 to 1989 in Norwegian physicians compared with other educational groups. *Social Science & Medicine*, 52(2), 259–265. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(00\)00226-4](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(00)00226-4)

Benarroch, E. E. (2015). La amígdala: Organización funcional y su participación en trastornos neurológicos. *American Academy of Neurology*, 31–42.

Bermejo, J. L., Marco-Ahulló, A., Couto, B. R. do, Monfort-Torres, G., & Pardo, A. (2021). Efecto de un ejercicio de fuerza de alta intensidad sobre el rendimiento cognitivo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 21(84), Article 84. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2021.84.002>

Blakemore, S.-J., & Frith, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro*. Grupo Planeta (GBS).

- Castro, G. A., Bravo, C. M. G., Salazar, K. A., & Sandoval, J. L. O. (2021). El estrés y el cortisol antes y después de pruebas académicas en estudiantes de medicina. *Unidad Central del Valle del Cauca, Facultad de Ciencias de la Salud*.
- Hall, J. E. (2021). *Guyton & Hall. Tratado de fisiología médica*. Elsevier Health Sciences.
- Johansen, J. P., Cain, C. K., Ostroff, L. E., & LeDoux, J. E. (2011). Molecular Mechanisms of Fear Learning and Memory. *Cell*, 147(3), 509–524. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2011.10.009>
- Klein, B. G. (2020). *Cunningham. Fisiología Veterinaria*. Elsevier Health Sciences.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion Circuits in the Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23(1), 155–184. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.23.1.155>
- Lindsay, S. R. (2000). Handbook of applied dog behavior and training: Volume one, adaptation and learning. *Iowa State University Press*. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20002213700>
- Martínez Selva, J. M., Sánchez Navarro, J. P., Bechara, A., & Román Lapuente, F. (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Revista de Neurología*, 42(07), 411. <https://doi.org/10.33588/rn.4207.2006161>
- McDonald, A. J. (1998). Cortical pathways to the mammalian amygdala. *Progress in Neurobiology*, 55(3), 257–332. [https://doi.org/10.1016/S0301-0082\(98\)00003-3](https://doi.org/10.1016/S0301-0082(98)00003-3)
- Mingote, A. J. C., Crespo Hervás, D., Hernández Álvarez, M., Navío, M., & Rodrigo García-Pando, C. (2013). Prevención del suicidio en médicos. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 59(231), 176–204. <https://doi.org/10.4321/S0465-546X2013000200002>
- Naranjo, Pereira, M. L. (2009). Una revisión teórica sobre el estrés y algunos aspectos relevantes de éste en el ámbito educativo. *Revista Educación*, 33(2), 171. <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i2.511>
- O’Heare, J. (2004). *The Dog Aggression Workbook*. Dogwise Publishing.
- O’Heare, J. (2017a). *Aggressive Behavior In Dogs: A Comprehensive Technical Manual for Professionals*. Dogwise Publishing.
- O’Heare, J. (2017b). *Aggressive Behavior In Dogs: A Comprehensive Technical Manual for Professionals, 3rd Edition*. Dogwise Publishing.
- O’Heare, J. (2018). *The Agility Advantage: Empowerment Training*. Dogwise Publishing.
- Palacio, O. M., Palacio, A. M., Blanco, Y. O. V., Palacio, M. M., & Roblejo, Y. P. (2016). Estrés académico: Causas y consecuencias. *MULTIMED*, 17(2), Article 2. <https://revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/302>
- Pereda, E., Quiroga, R. Q., & Bhattacharya, J. (2005). Nonlinear multivariate analysis of neurophysiological signals. *Progress in Neurobiology*, 77(1), 1–37. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2005.10.003>
- Pérez, J. A. P. (2009). Cerebro Derecho, Cerebro Izquierdo. Implicaciones Neuropsicológicas de las Asimetrías Hemisféricas en el Contexto Escolar. *Psicología Educativa*, 15.
- Phelps, E. A., & LeDoux, J. E. (2005). Contributions of the Amygdala to Emotion Processing: From Animal Models to Human Behavior. *Neuron*, 48(2), 175–187. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.09.025>
- Quiroga, R. Q. (2012a). *Borges and Memory: Encounters with the Human Brain*. MIT Press.
- Quiroga, R. Q. (2012b). Concept cells: The building blocks of declarative memory functions. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(8), Article 8. <https://doi.org/10.1038/nrn3251>
- Romero, C., & Celso, E. (2011, abril 1). *Estrés y cortisol: Implicaciones en la memoria y el sueño*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Estr%C3%A9s-y-cortisol%3A-implicaciones-en-la-memoria-y-el-Romero-Celso/71a691131914413d2a07af5eca38e9ba72380465>
- Sacristán, A. G., Gallego, J. G., Montijano, F. J. C., Silanes, M. D. M. L. de, Ruiz, G. M. S., Palomino, L. F. de la C., Sacristán, A. G., Gallego, J. G., Montijano, F. J. C., Silanes, M. D. M. L. de, Ruiz, G. M. S., & Palomino, L. F. de la C. (2018). Fisiología veterinaria. En *Fisiología veterinaria*. Tébar Flores. <https://produccioncientifica.ucm.es/documentos/6207541fc1dc46681df7f8f2>
- Salzman, C. D., & Fusi, S. (2010). Emotion, Cognition, and Mental State Representation in Amygdala and Prefrontal Cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 33(1), 173–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.051508.135256>

Sánchez, R., Cáceres, H., & Gómez, D. (2002). Ideación suicida en adolescentes universitarios: Prevalencia y factores asociados. *Biomédica*, 22(0), 407. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v22iSupp2.1189>

Sánchez-Navarro, J. P., & Román, F. (2004). Amígdala, corteza prefrontal y especialización hemisférica en la experiencia y expresión emocional. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 20(2), Article 2.

Sarmiento Rivera, L. F., & Ríos Flórez, J. A. (2017). Bases neurales de la toma de decisiones e implicación de las emociones en el proceso. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 12(2), 32–37.