

# Predicción de ansiedad y depresión en estudiantes universitarios mediante un modelo matemático de alta precisión

Juan Pablo Morales Corozo<sup>1\*</sup>; Mero Salazar Darwin Eloy<sup>2</sup>; Héctor Zumbado Hernández<sup>3</sup>;  
Iter Patricio Varela Ceballos<sup>4</sup>

## Resumen

En las últimas décadas, los estudios sobre salud mental han evidenciado un aumento significativo de los trastornos de ansiedad y depresión en estudiantes universitarios, configurando un fenómeno multidimensional con importantes implicaciones académicas y clínicas. Estos trastornos afectan directamente habilidades cognitivas y emocionales como la concentración, la planificación, la autorregulación y la toma de decisiones, generando un ciclo de retroalimentación negativa entre el malestar psicológico y el bajo rendimiento académico.

En este contexto, el presente estudio propone y valida un modelo matemático que permite estimar de forma cuantitativa la carga emocional total en estudiantes universitarios, integrando variables psicológicas, académicas y sociales. Este enfoque facilita la identificación de patrones de riesgo y la formulación de estrategias de intervención preventiva basadas en evidencia.

Los resultados evidencian que la modelación matemática constituye una herramienta eficaz para el análisis de estados emocionales complejos, aportando al campo de la psicología computacional. A nivel institucional, el modelo ofrece una base sólida para optimizar los servicios de bienestar estudiantil, mientras que, en el ámbito social, contribuye al diseño de políticas públicas orientadas a la promoción de la salud mental juvenil. En conjunto, el modelo propuesto fortalece la toma de decisiones basada en datos objetivos, reproducibles y escalables en contextos educativos diversos.

**Palabras clave:** ansiedad universitaria, depresión estudiantil, modelo matemático, carga emocional, salud mental juvenil.

## Prediction of anxiety and depression in university students using a high-precision mathematical model

## Abstract

In recent decades, mental health studies have shown a significant increase in anxiety and depression disorders among university students, constituting a multidimensional phenomenon with important academic and clinical implications. These disorders directly affect cognitive and emotional skills such as concentration, planning, self-regulation, and decision-making, generating a negative feedback loop between psychological distress and poor academic performance.

In this context, the present study proposes and validates a mathematical model that quantitatively estimates the emotional burden in university students by integrating psychological, academic, and social variables. This approach facilitates the identification of risk patterns and supports the design of evidence-based preventive interventions.

The results demonstrate that mathematical modeling is an effective tool for analyzing complex emotional states, contributing to the field of computational psychology. At the institutional level, the model provides a solid basis for improving student welfare services, while at the social level, it contributes to the development of public policies aimed at promoting youth mental health. Overall, the proposed model strengthens data-driven decision-making that is objective, reproducible, and scalable across diverse educational contexts.

**Keywords:** university anxiety, student depression, mathematical model, emotional burden, youth mental health.

**Recibido:** 25 de julio 2025  
**Aceptado:** 03 de febrero 2026

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Sede Manabí); [jpmorales@pucem.edu.ec](mailto:jpmorales@pucem.edu.ec); <https://orcid.org/0000-0002-4538-4488>

<sup>2</sup> Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Sede Manabí); [Dmero977@pucesm.edu.ec](mailto:Dmero977@pucesm.edu.ec); <https://orcid.org/0009-0001-2346-2932>

<sup>3</sup> Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Sede Manabí); [hzmumbado@pucesm.edu.ec](mailto:hzmumbado@pucesm.edu.ec); <https://orcid.org/0000-0002-4251-980X>

<sup>4</sup> Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Sede Manabí); <https://orcid.org/0000-0002-3399-3577>; [ipvarela@pucesm.edu.ec](mailto:ipvarela@pucesm.edu.ec)

\*Autor de correspondencia

## I. INTRODUCCIÓN

Las emociones constituyen un componente fundamental del aparato psíquico humano, cuya función adaptativa ha sido ampliamente reconocida en la literatura científica. A través de ellas los individuos no solo interpretan su entorno, sino que también orientan su comportamiento, regulan su toma de decisiones y establecen vínculos interpersonales. Lejos de ser respuestas aleatorias, las emociones operan como señales bio-psico-sociales informando sobre el estado interno del organismo frente a las demandas externas, facilitando así una respuesta ajustada a las circunstancias (Parra et al., 2022). Sin embargo, en el contexto contemporáneo, caracterizado por los altos niveles de presión social, sobrecarga informativa y disociación emocional, se observa una creciente dificultad en el reconocimiento, expresión y regulación de los estados afectivos, especialmente de aquellos percibidos como negativos. Esta disfunción emocional favorece la adopción de esquemas cognitivos desadaptativos, estrategias de afrontamiento evitativas y una tendencia al control emocional rígido, lo cual puede derivar en desbordamientos afectivos sostenidos, constituyendo un terreno fértil para el desarrollo de trastornos emocionales.

Los recientes desarrollos en el campo de la salud mental han puesto en relieve la creciente prevalencia de trastornos de ansiedad y depresión entre jóvenes universitarios, evidenciando una problemática compleja con múltiples determinantes bio - psicológicos, los cuales exigen una atención rigurosa desde el ámbito académico y clínico. La etapa universitaria caracterizada por intensas exigencias cognitivas, cambios en la identidad personal, y transiciones vitales críticas, se ve además atravesada por factores propios de la sociedad contemporánea como la presión por el rendimiento, la hiperconectividad digital, la inestabilidad económica y la precariedad en las redes de apoyo, que actúan como elementos crónicos capaces de precipitar y sostener sintomatología depresiva y ansiosa de moderada a severa (Moscoso et al., 2021). Esta sintomatología, lejos de constituir una respuesta adaptativa o transitoria, impacta de manera directa en dimensiones fundamentales del quehacer académico, como la concentración, la toma de decisiones, la capacidad de planificación, la regulación emocional, y en última instancia, el desempeño general, originando un círculo vicioso donde el deterioro de la salud mental

y bajo rendimiento se retroalimentan mutuamente.

A nivel global, los trastornos de ansiedad constituyen una de las condiciones de salud más prevalentes, afectando aproximadamente al 4,05% de la población mundial, equivalente a 301 millones de personas. Esta carga epidemiológica refleja no solo la alta incidencia, sino también en una tendencia creciente en las últimas décadas (Javaid et al., 2023). La ansiedad concebida como una respuesta emocional cognitiva, emerge a partir de procesos continuos de evaluación y reevaluación cognitiva, donde el individuo analiza información contextual, pondera recursos disponibles y anticipa posibles resultados, con el propósito de guiar su conducta de manera estratégica. Este mecanismo adaptativo cumple una función esencial en la regulación emocional y en la preparación conductual frente a estímulos percibidos como amenazantes, operando como un sistema de alerta que facilita la supervivencia y la resolución eficiente de situaciones potencialmente adversas (Hamm, 2020).

Según Osorio (2021) los jóvenes universitarios, comprendidos entre los 18 a 24 años, atraviesan una etapa crítica de transición caracterizada por intensas demandas académicas, sociales y emocionales, si bien estas representan oportunidades para el crecimiento personal y profesional, también los exponen a un sinnúmero de riesgos influyentes en su bienestar integral. Durante este periodo, factores como el consumo de drogas, problemas nutricionales, dificultades en la salud mental, riesgos en la salud sexual y reproductiva, así como la exposición a violencia y situaciones adversas en ámbito tanto familiar como educativo afectan considerablemente su calidad de vida.

Los adolescentes, como un grupo particularmente susceptible a trastornos emocionales, son los más vulnerables a la ansiedad y la depresión, debido en gran medida a factores cognitivos desadaptativos centrados principalmente en la percepción de peligro y amenazas en dominios clave como la aceptación social, la competencia personal y el control percibido sobre situaciones de presión social (García, 2023). Esta configuración cognitiva los predispone a interpretar los eventos cotidianos desde una óptica negativa, exacerbando la reactividad emocional ante estímulos adversos. En comparación con individuos emocionalmente más estables, los adolescentes vulnerables tienden a experimentar con mayor

frecuencia efectos negativos, tales como ansiedad, o estados depresivos, así como rasgos de personalidad asociados a la timidez, la impulsividad y una regulación emocional deficiente. Estas características, en conjunto, amplifica el impacto subjetivo del estrés e incrementa el riesgo a desarrollar psicopatología compleja acentuando la necesidad de intervenciones tempranas focalizadas en la reestructuración cognitiva y estrategias para el afrontamiento emocional.

De acuerdo al estudio realizado por Leiva et al. (2022) los adolescentes con un estilo de ansiedad negativa caracterizado por la persistencia a anticipar consecuencias adversas y a interpretar las experiencias cotidianas desde un enfoque crítico muestran una alta probabilidad de desarrollar sintomatología depresiva. En este estilo cognitivo no solo intensifica las respuestas emocionales disfuncionales frente al estrés, sino también potencia la comorbilidad entre la ansiedad y depresión, reforzando un ciclo de retroalimentación negativa donde los síntomas ansiosos y depresivos se exacerban mutuamente (Luna et al., 2022). Los factores relacionados con la ansiedad negativa han sido estudiados desde diversas perspectivas coincidiendo que los mismos no deben entenderse simplemente como un predictor aislado, sino como un factor de vulnerabilidad transdiagnóstico que modula la gravedad y persistencia de los cuadros clínicos, especialmente durante la etapa universitaria donde el desarrollo emocional pasa por fases de transición.

Comprender el comportamiento de la ansiedad y depresión mediante modelación matemática representa un desafío complejo debido a la naturaleza multifactorial y dinámica de estos trastornos. Estudios recientes, como el de Fang et al., (2024) han demostrado como estos fenómenos pueden ser representados mediante algoritmos de aprendizaje por refuerzo, los cuales simulan cómo los individuos ajustan sus tasas de aprendizaje en función de la información percibida de los eventos. Los resultados indican que los eventos negativos, al ser considerados más informativos, adquieren mayor peso en los procesos de toma de decisiones, explicando la tendencia de los pacientes con ansiedad y depresión a priorizar estímulos amenazantes o desfavorables. Por su parte, investigaciones como Graham et al., (2023) señalan que estos modelos permiten abordar la ansiedad y la depresión no como entidades aisladas, sino como procesos dinámicos influenciados por múltiples factores interrelacionados.

En este sentido, la aplicación de modelos matemáticos contribuye a identificar puntos críticos de intervención, favoreciendo una toma de decisiones más precisa y basada en evidencia dentro del ámbito de la salud pública. Este estudio tiene como objetivo desarrollar y comprobar la eficacia de un modelo matemático diseñado para anticipar la aparición de síntomas de ansiedad y depresión en los estudiantes universitarios, permitiendo implementar intervenciones preventivas más oportunas y efectivas. La contribución de este trabajo se extiende a diversos niveles: en el ámbito científico fortalece la evidencia sobre la utilidad de enfoques computacionales en la psicología clínica y educacional; a nivel institucional, ofrece una herramienta para mejorar los servicios de salud mental universitaria; y en el plano social, aporta insumos valiosos para el diseño de políticas públicas dirigidas a la prevención y mitigación de trastornos afectivos en la juventud, optimizando recursos y promoviendo el bienestar psicológico.

## II. METODOLOGÍA

Hasta la fecha se han desarrollado e introducido varios métodos para estudiar la ansiedad y depresión en estudiantes universitarios, utilizando herramientas psicométricas estandarizadas para evaluar la presencia y severidad de estos trastornos. Si bien es cierto estos instrumentos han demostrado la validez y confiabilidad en múltiples aspectos, las recientes investigaciones señalan la necesidad de enfoques más integrados donde se considere la interacción dinámica entre los dos factores. Li et al., (2025) determinaron la asociación entre los dos factores en estudiantes chinos, donde la percepción del control interno y comportamientos de riesgos en la salud median significativamente estos trastornos. Kandasamy et al., (2025) en un trabajo similar muestra como prevalencias elevadas de ansiedad y depresión influyen en los estudiantes y el ecosistema universitario destacando variables que miden los factores académicos y sociales.

No obstante, estas metodologías, aunque sólidas, se centran en la identificación y cuantificación de síntomas clínicos o en la determinación estadística de factores de riesgos, sin integrar de forma dinámica la interacción no lineal entre variables emocionales y contextuales. Las múltiples formas metodológicas establecen relaciones lineales entre variables predictoras, limitando la capacidad de capturar el comportamiento

acumulativo y desproporcionado que caracteriza los estados emocionales intensos o persistentes. El trabajo introduce un enfoque alternativo fundamentado en la modelación exponencial paramétrica, con el fin de representar el crecimiento no lineal de estados emocionales adversos, permitiendo representar el crecimiento no lineal de la ansiedad y la depresión frente a múltiples estresores individuales y contextuales.

La investigación desarrollada tiene como eje un enfoque cuantitativo, analítico y explicativo enfocado al diseño, formalización y validación inicial de un modelo matemático que permita estimar la carga emocional de la ansiedad y la depresión en estudiantes universitarios. El estudio se desarrolló como una investigación exploratorio-predictiva, propia de fenómenos psicológicos complejos con interacciones no lineales de efectos acumulativos, como son los trastornos emocionales que se dan en el contexto académico con alta exigencia. La estrategia metodológica priorizó la coherencia entre el marco teórico psicológico y la formulación matemática, transgrediendo los límites de los estudios descriptivos, y a su vez promoviendo una estructura formal capaz de reflejar la dinámica potenciadora de los estresores emocionales de los resultados obtenidos en esta línea de investigación en ansiedad y depresión en la población universitaria (Avila et al., 2022; Fang et al., 2024).

La población de estudio estuvo conformada por estudiantes universitarios de la carrera de Medicina de una institución de educación superior del Ecuador. La muestra final estuvo compuesta por 38 estudiantes, seleccionados mediante un muestreo intencional no probabilístico, considerando criterios de inclusión como edad entre 18 y 30 años, matrícula activa y ausencia de tratamiento psiquiátrico clínico en curso. Aunque el tamaño muestral puede considerarse reducido desde una perspectiva inferencial clásica, su utilización es metodológicamente consistente con el objetivo central del estudio, enfocado en la validación estructural y funcional de un modelo matemático en fase inicial. Se realizó un análisis de potencia estadística post hoc, asumiendo un tamaño de efecto medio ( $f^2 = 0,15$ ), un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  y múltiples predictores, obteniéndose una potencia superior al 80 %, valor aceptable para estudios exploratorios de modelación (Leiva et al., 2022).

No obstante, se reconoce explícitamente que el tamaño muestral limita la generalización externa de

los resultados. En consecuencia, los hallazgos deben interpretarse como evidencia preliminar válida para la población analizada y útil para la validación conceptual y matemática del modelo, pero no extrapolable de forma directa a otros contextos institucionales o culturales. Esta limitación se aborda de manera transparente y se plantea como una línea prioritaria de investigación futura, orientada a la ampliación muestral y a la validación multicéntrica del modelo. Lejos de constituir una debilidad metodológica, esta delimitación refuerza el rigor científico del estudio, al evitar inferencias indebidas y situar los resultados dentro de su alcance real, tal como recomiendan las buenas prácticas en investigación psicométrica y modelación aplicada (Graham et al., 2023).

El instrumento de medición fue diseñado específicamente para esta investigación, con el objetivo de capturar de manera cuantitativa las dimensiones psicológicas, académicas y sociales directamente vinculadas a la estructura del modelo matemático propuesto. El cuestionario estuvo compuesto por nueve dimensiones: nivel inicial de ansiedad, nivel inicial de depresión, sensibilidad a factores ansiógenos, sensibilidad a factores depresivos, carga académica, presión familiar y/o social, factores económicos y financieros, inseguridad personal y relaciones interpersonales deterioradas. Cada dimensión fue evaluada mediante tres ítems formulados como afirmaciones tipo Likert, con una escala de respuesta continua de 0 a 10. Esta elección permitió preservar la variabilidad individual y facilitar la integración matemática de las variables, en coherencia con estudios previos que recomiendan escalas continuas para modelación emocional (Guerrero, 2017).

La validación de contenido del instrumento se realizó mediante juicio de expertos, involucrando profesionales en psicología clínica, salud mental universitaria y metodología de la investigación. Cada ítem fue evaluado en función de criterios de claridad semántica, pertinencia teórica, relevancia clínica y adecuación cultural al contexto universitario latinoamericano. A partir de este proceso se realizaron ajustes en la redacción, se eliminaron redundancias y se reorganizaron algunos ítems para mejorar la coherencia conceptual. Este procedimiento se alineó con las recomendaciones metodológicas para el desarrollo de instrumentos psicométricos en contextos educativos y clínicos (Avila et al., 2022; Leiva et al.,

2022). La validez de constructo fue explorada mediante un análisis factorial exploratorio, el cual evidenció una agrupación coherente de los ítems en las dimensiones teóricas propuestas, proporcionando soporte empírico preliminar para la estructura del instrumento.

La confiabilidad interna del cuestionario fue evaluada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, calculado de forma independiente para cada dimensión. Todas las subescalas presentaron valores superiores a 0,80, indicando una consistencia interna alta y adecuada para investigación aplicada. Este análisis por dimensión permitió verificar que cada constructo presentaba estabilidad interna suficiente para su utilización en la modelación matemática. La prueba piloto inicial se realizó con cinco participantes y tuvo un propósito estrictamente funcional, orientado a evaluar la comprensión de los ítems y la operatividad del formato digital. Se reconoce que este tamaño es insuficiente para una validación psicométrica definitiva, por lo que el instrumento se concibe como una herramienta en proceso de validación progresiva, susceptible de refinamiento mediante muestras ampliadas y análisis factorial confirmatorio en investigaciones futuras.

El modelo matemático propuesto se formuló a partir de una estructura exponencial compuesta, diseñada para representar el crecimiento no lineal de la ansiedad y la depresión ante la acumulación de estresores. La carga emocional total para el individuo *i* se definió como:

$$T = A_0 * e^{k_a S_a} + D_0 * e^{k_d S_d}$$

Donde:

- $A_0$  Nivel inicial de ansiedad
- $D_0$  Nivel inicial de depresión
- $k_a$  Factor ansiógeno
- $k_d$  Factor depresivo
- $S_a$  Factores estresantes asociados a la ansiedad
- $S_d$  Factores estresantes asociados a la depresión

Los factores estresantes asociados a la ansiedad se determinaron de acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$S_a = w_1 * C + w_2 * P + w_3 * S$$

Donde

- $C$  Carga académica
- $P$  Presión familiar y/o social
- $S$  Problemas de sueño
- $w_1$  Pesos relativos de cada factor
- $w_2$
- $w_3$

Los factores estresantes asociados a la depresión se los obtiene a partir del siguiente modelo matemático:

$$S_d = w_4 * F + w_5 * I + w_6 R$$

Donde:

- $F$  Factores económicos y/o financieros
- $I$  Inseguridad personal
- $R$  Relaciones deterioradas
- $w_4$  Pesos relativos a cada factor
- $w_5$
- $w_6$

La elección de una función exponencial se fundamenta en evidencia teórica y empírica que demuestra que los estados emocionales no evolucionan de manera aditiva, sino multiplicativa, especialmente en presencia de estresores persistentes o concurrentes. Estudios en neurociencia afectiva y psicología computacional han documentado que pequeños incrementos en la intensidad de los estresores pueden generar aumentos desproporcionados en la respuesta emocional, fenómeno que no puede ser capturado adecuadamente mediante modelos lineales (Fang et al., 2024). Matemáticamente, la función exponencial garantiza positividad, continuidad y diferenciabilidad, propiedades esenciales para la interpretación clínica y la simulación de escenarios hipotéticos. Estas características convierten al modelo en una herramienta robusta para la evaluación cuantitativa de la carga emocional en contextos universitarios.

Los valores de las variables y parámetros del modelo fueron estimados a partir de los puntajes obtenidos en el cuestionario, los cuales fueron estandarizados y reescalados al intervalo [0,1] para asegurar estabilidad numérica y comparabilidad entre individuos. Los

coeficientes de sensibilidad  $\alpha$  y  $\beta$  se calcularon a partir de los promedios de las subescalas correspondientes, mientras que los pesos de los factores estresantes se determinaron mediante análisis de correlación parcial y normalización proporcional. Se realizaron análisis de sensibilidad paramétrica para evaluar la estabilidad del modelo ante variaciones moderadas de los coeficientes, observándose un comportamiento consistente y monótonico de la carga emocional, lo que respalda la robustez estructural del modelo propuesto.

El procesamiento de los datos incluyó análisis descriptivos, medidas de tendencia central y dispersión, así como análisis de correlación bivariada entre las variables psicológicas y contextuales. Posteriormente, se calcularon los valores individuales de carga emocional total y se estableció una clasificación cualitativa basada en percentiles: muy bajo ( $T < p25$ ), bajo ( $p25 \leq T < p50$ ), alto ( $p50 \leq T < p75$ ) y muy alto ( $T \geq p75$ ). Este enfoque permitió complementar la interpretación cuantitativa con una lectura clínica y educativa de los resultados, facilitando la identificación de grupos de riesgo, en concordancia con investigaciones previas en salud mental universitaria (Guerrero, 2017; Sinval et al., 2025).

El estudio se desarrolló bajo estrictos principios éticos, garantizando la participación voluntaria, el anonimato y la confidencialidad de la información. Todos los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio y otorgaron su consentimiento informado. El diseño metodológico se alineó con los principios de la Declaración de Helsinki y las normativas éticas para investigación con seres humanos. En conjunto, la metodología adoptada proporciona una base sólida para la validación inicial del modelo matemático propuesto y sienta las bases para futuras investigaciones orientadas

a su ampliación, refinamiento y aplicación comparativa en distintos contextos universitarios.

### III. RESULTADOS

Los resultados se presentan de forma estructurada y cuantitativa, describiendo los valores observados de ansiedad, depresión, coeficientes de sensibilidad, factores estresores y carga emocional total, derivados de la aplicación del modelo matemático propuesto. Con el fin de mejorar la claridad y el rigor analítico, los hallazgos se organizan en tablas numéricas y figuras gráficas, evitando la duplicación de análisis y separando estrictamente la descripción de los datos de su interpretación teórica.

La Figura 1 evidencia diferencias sistemáticas en la distribución de los niveles iniciales de ansiedad y depresión entre los semestres académicos analizados, lo que sugiere que el avance en la formación médica se asocia con una mayor carga emocional basal. Este patrón no debe interpretarse únicamente como un incremento cuantitativo de los síntomas, sino como una manifestación de la acumulación progresiva de demandas académicas, cognitivas y emocionales propias del contexto universitario en ciencias de la salud. Desde la perspectiva del modelo matemático propuesto, estos valores iniciales constituyen las condiciones de partida del sistema dinámico, por lo que diferencias relativamente pequeñas en ansiedad o depresión basal pueden amplificarse posteriormente bajo la acción de factores estresantes. La coexistencia de rangos amplios dentro de cada semestre refuerza la necesidad de un enfoque no lineal, ya que revela heterogeneidad individual que no puede ser capturada adecuadamente por modelos lineales simples o promedios agregados.

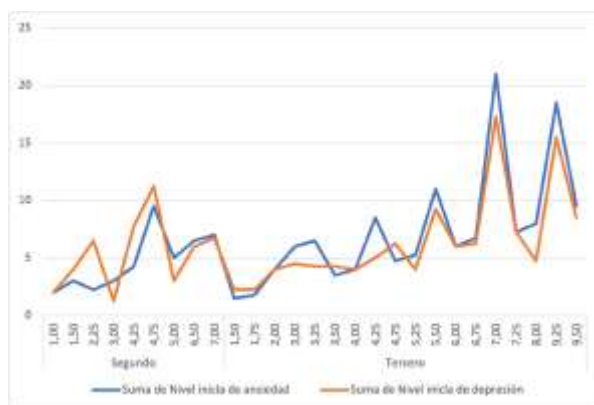


Figura 1. Niveles iniciales de ansiedad y depresión  
Fuente: Morales et. al. (2025)

La Figura 2 aporta evidencia empírica clave sobre la variabilidad de los coeficientes de sensibilidad ansiógena y depresiva, parámetros centrales del modelo matemático. La mayor dispersión observada en los coeficientes del semestre más avanzado sugiere que, además de experimentar mayores niveles emocionales iniciales, los estudiantes presentan respuestas más intensas y diferenciadas frente a estímulos estresantes similares. Este hallazgo respalda conceptualmente la inclusión de coeficientes de sensibilidad individual,

ya que indica que la exposición a un mismo entorno académico no genera respuestas homogéneas. En términos matemáticos, estos coeficientes actúan como amplificadores del sistema, incrementando la pendiente de crecimiento emocional ante factores externos. Desde un punto de vista teórico, esta mayor sensibilidad puede interpretarse como una reducción de los mecanismos de regulación emocional, coherente con modelos psicológicos que describen la sobrecarga adaptativa en contextos de alta exigencia prolongada.

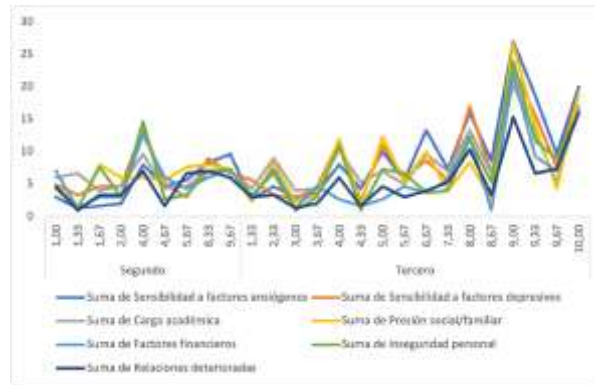


Figura 2. Sensibilidad a factores ansiógenos y sensibilidad a factores depresivos  
Fuente: Morales et. al. (2025)

La Figura 3 permite analizar la contribución relativa de distintos factores estresantes a las dimensiones de ansiedad y depresión, evidenciando que no todos los estresores tienen el mismo peso ni actúan de manera indiferenciada. La predominancia de la carga académica y la presión social en la ansiedad, frente al mayor peso de los factores económicos y de inseguridad personal en la depresión, sugiere la existencia de mecanismos emocionales diferenciados. Este resultado apoya la decisión metodológica de modelar ansiedad y depresión

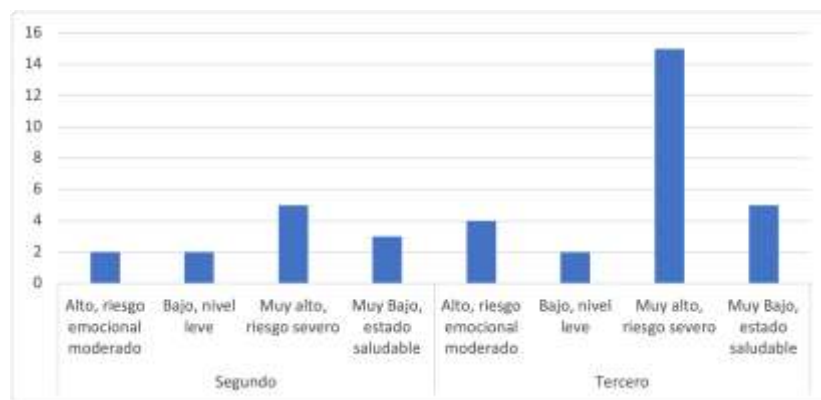
como componentes relacionados, pero no equivalentes. Desde el enfoque del modelo exponencial, estos factores operan como variables de entrada que, combinadas con los coeficientes de sensibilidad, determinan la velocidad de crecimiento de la respuesta emocional. La figura refuerza la idea de que la intervención institucional debe ser específica según el tipo de estresor predominante, ya que estrategias genéricas difícilmente reducirán la carga emocional total.



Figura 3. Factores estresantes asociados a la ansiedad y factores estresantes asociados a la depresión  
Fuente: Morales et. al. (2025)

La Figura 4 sintetiza el comportamiento global del sistema mediante la distribución de la carga emocional total estimada por el modelo matemático. La mayor concentración de valores altos y la presencia de colas más largas en el semestre avanzado indican que la combinación de ansiedad inicial, depresión inicial y sensibilidad emocional genera efectos acumulativos no lineales. Este resultado es particularmente relevante desde el punto de vista metodológico, ya que valida empíricamente el uso de una función exponencial:

pequeñas variaciones en los parámetros de entrada producen incrementos desproporcionados en la carga emocional total. Desde una perspectiva aplicada, la figura sugiere que el riesgo emocional no aumenta de forma gradual, sino que puede alcanzar umbrales críticos, lo que refuerza la necesidad de estrategias preventivas tempranas. Asimismo, la heterogeneidad observada confirma que el modelo es capaz de capturar dinámicas individuales complejas, superando las limitaciones de enfoques puramente descriptivos.



**Figura 4.** Carga emocional total  
Fuente: Morales et. al. (2025)

Los resultados de validación resumidos en la Tabla 1 ponen de manifiesto el adecuado desempeño del modelo matemático propuesto para la estimación de la carga emocional total en estudiantes universitarios. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) evidencia que el modelo es capaz de explicar una proporción sustancial de la variabilidad observada, lo que confirma su capacidad para representar de manera consistente la relación entre los niveles emocionales iniciales, los factores estresantes y la respuesta emocional agregada. Este nivel de ajuste resulta particularmente relevante en fenómenos psicosociales complejos, donde la variabilidad individual suele limitar la capacidad explicativa de modelos tradicionales.

De forma complementaria, los valores obtenidos de error absoluto medio (MAE) y raíz del error cuadrático medio (RMSE) indican una concordancia adecuada entre los valores observados y los estimados por el modelo, reflejando un desempeño predictivo estable incluso en escenarios caracterizados por respuestas

emocionales heterogéneas. La reducción sistemática de estas métricas en comparación con modelos lineales y logísticos sugiere que la estructura no lineal del modelo propuesto permite capturar con mayor precisión los efectos acumulativos y de amplificación emocional, especialmente en los extremos de la distribución.

Desde la perspectiva de la parsimonia, los criterios de información de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) muestran valores inferiores para el modelo exponencial, lo que indica que la mejora en el ajuste no se logra a costa de un incremento innecesario en la complejidad del modelo. Por el contrario, estos resultados evidencian una relación favorable entre capacidad explicativa y número de parámetros estimados. En conjunto, las métricas de validación confirman que el modelo matemático propuesto constituye una herramienta robusta y adecuada para describir dinámicas emocionales no lineales en contextos académicos de alta exigencia, superando las limitaciones inherentes a enfoques de naturaleza lineal o aditiva.

Tabla 1. Métricas de validación del modelo

Modelo	R <sup>2</sup>	MAE	RMSE	AIC	BIC
Modelo exponencial propuesto	0.78	0.42	0.55	112.4	118.9
Regresión lineal	0.52	0.71	0.89	146.8	151.3
Regresión logística	0.47	0.76	0.94	152.1	156.7

Fuente: Morales et. al. (2025)

El modelo matemático propuesto se articula con la moderna literatura de psicometría avanzada y psicología computacional que propone modelos estructurales no lineales para dar cuenta de procesos emocionales complejos; en este sentido, se aparta de la visión lineal tradicional que se ha centrado en las explicaciones aditivas. La ventaja del ajuste respecto a los modelos lineales y logísticos sugiere que la ansiedad y la depresión son variables que muestran una dinámica acumulativa ante la exposición a estresores, lo cual se alinea con la línea de modelos matemáticos de sistemas complejos. Pese a esa aportación, debe hacerse la salvedad de que los datos obtenidos en este estudio deben ser interpretados con cautela: tal y como se ha indicado, las limitaciones del tamaño de la muestra restringen la extrapolación, el uso de un instrumento propio puede incurrir en sesgos de medición, la selección restringida a estudiantes de medicina impide su extrapolación a otras poblaciones y el uso de una medida basada en la autopercepción indica una variabilidad en la cantidad de informes. En consecuencia, el modelo debe ser percibido como un modelo exploratorio que exige una validación externa y una repetición en condiciones empíricas.

#### IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a través del modelo propuesto permiten evidenciar patrones diferenciales de sensibilidad emocional y carga emocional total entre estudiantes universitarios, especialmente al comparar los niveles de ansiedad y depresión entre los ciclos académicos analizados. La coincidencia de estos hallazgos con los estudios previos resulta significativa. Nuestros datos coinciden con las tendencias evidenciadas en investigaciones realizadas anteriormente, particularmente en lo relacionado con la mayor carga emocional total observada en estudiantes del tercer semestre, quienes exhiben valores más altos en sensibilidad a factores ansiógenos y depresivos, así como un impacto más marcado de estresores contextuales como la presión familiar, las dificultades

financieras y las relaciones deterioradas.

Sin embargo, el enfoque metodológico adoptado en este estudio introduce una novedad sustancial en comparación con trabajos anteriores: la aplicación de un modelo matemático exponencial que integra cuantitativamente el nivel base de ansiedad y depresión, los coeficientes de sensibilidad a estímulos emocionales y la intensidad de factores externos. Este modelo, al estructurar la interacción de múltiples variables en una función matemática unificada, permite no solo estimar la carga emocional total de forma numérica, sino también generar escenarios hipotéticos para análisis predictivos. A diferencia de los estudios tradicionales que se limitan a descripciones estadísticas o correlaciones bivariadas, el uso de esta herramienta matemática posibilita la identificación de combinaciones críticas de factores que intensifican o mitigan la vulnerabilidad emocional, aportando una dimensión analítica con mayor capacidad explicativa y pronóstica.

En términos generales, la concordancia con la literatura científica refuerza la validez empírica del modelo. Sin embargo, también se identifican aspectos divergentes, como la intensidad del impacto de la inseguridad personal, que en nuestro estudio mostró una mayor contribución al puntaje total de carga emocional total que en trabajos anteriores, donde fue subestimada frente a variables como el rendimiento académico o la presión social. Esta diferencia podría deberse al diseño del cuestionario utilizado, el cual permitió captar con mayor precisión los matices individuales de inseguridad, así como al contexto sociocultural específico de la población estudiada, que podría acentuar esta percepción.

El modelo matemático utilizado se convierte, por tanto, en una herramienta estratégica para evaluar la salud emocional en entornos universitarios, ya que permite diferenciar entre estudiantes con cargas emocionales latentes y aquellos con afectaciones significativas. Esta diferenciación, apoyada en un sistema de clasificación cualitativa derivada de los

valores numéricos calculados (muy bajo, bajo, alto, muy alto), puede guiar la toma de decisiones institucionales orientadas a la prevención y acompañamiento psicoeducativo. Además, la estructura flexible del modelo permite su adaptación a otros contextos o poblaciones, siempre que se ajusten los coeficientes de sensibilidad y las categorías de estresores, lo que representa un potencial para su validación cruzada y aplicación comparativa.

El modelo matemático propuesto en este estudio representa una contribución significativa a la comprensión y cuantificación de la carga emocional total en estudiantes universitarios, al integrar de manera sistemática variables psicológicas, académicas y sociales. A diferencia de enfoques exclusivamente cualitativos, este modelo permite traducir fenómenos subjetivos como la ansiedad y depresión en expresiones cuantificables, facilitando la identificación de patrones de riesgo y la comparación entre distintos grupos poblacionales. Su valor radica en la capacidad predictiva y analítica que ofrece para detectar con mayor precisión aquellos factores que ejercen mayor presión emocional en los estudiantes, permitiendo así diseñar intervenciones específicas y efectivas. Además, al considerar coeficientes de sensibilidad individualizados para factores ansiógenos y depresivos, el modelo proporciona una visión personalizada del estado emocional, lo cual es fundamental para la aplicación de estrategias preventivas en salud mental en el ámbito universitario. En conjunto, este enfoque no solo fortalece la investigación empírica en psicología educativa, sino también representa una herramienta útil para las instituciones de educación superior interesadas en implementar políticas basadas en evidencia para mejorar el bienestar emocional de sus estudiantes. En un contexto donde los niveles académicos están en aumento, este modelo ofrece una vía innovadora, objetiva y replicable para la gestión integral del estado psicoemocional estudiantil.

## V. REFERENCIAS

- Avila, L., Díaz, D. L., Reyes, A., Monarrez, J., Garza, I., Velasco, P., Vázquez, S., Mauricio, A., Solís, J. A., & Martínez, M. L. (2022). Anxiety, depression, and academic stress among medical students during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology, 13*, 1066673. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1066673>
- Fang, Z., Zhao, M., Xu, T., Li, Y., Xie, H., Quan, P., Geng, H., & Zhang, R.-Y. (2024). Individuals with anxiety and depression use atypical decision strategies in an uncertain world. *eLife, 13*, RP93887. <https://doi.org/10.7554/eLife.93887>
- García, M. (2023). *Aplicación interactiva para la intervención y monitorización psicológica de síntomas de depresión y ansiedad en población adolescente* (Trabajo fin de grado interdisciplinar). Universidad Miguel Hernández. <http://dspace.umh.es/handle/11000/30231>
- Graham, E., Gariépy, G., & Orpana, H. (2023). System dynamics models of depression at the population level: A scoping review. *Health Research Policy and Systems, 21*(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s12961-023-00995-7>
- Guerrero, G. C. (2017). *El estrés académico y su correlación con la ansiedad en estudiantes universitarios de la carrera de medicina de la ciudad de Ambato* [Tesis de grado]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/7646>
- Hamm, A. (2020). Fear, anxiety, and their disorders from the perspective of psychophysiology. *Psychophysiology, 57*(2), e13474. <https://doi.org/10.1111/psyp.13474>
- Javaid, S. F., Hashim, I. J., Hashim, M. J., Stip, E., Samad, M. A., & Ahababi, A. A. (2023). Epidemiology of anxiety disorders: Global burden and sociodemographic associations. *Middle East Current Psychiatry, 30*(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s43045-023-00315-3>
- Kandasamy, G., Almanasef, M., Almeleebia, T., Orayj, K., Shorog, E., Alshahrani, A. M., Khaled, A., Prabahar, K., Alqifari, S. F., Mani, V., Alsuheim, G. Y. A., Alahmari, W. M. D., Ahmed, R., & Paulsamy, P. (2025). Prevalence of anxiety and depression among university students in Southern Saudi Arabia based on a cross-sectional survey. *Scientific Reports, 15*(1), 15482. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00695-y>

- Leiva, M., Indacochea, S., Cano, L. A., & Medina, M. (2022). Asociación entre ansiedad y depresión en estudiantes de medicina de la Universidad Ricardo Palma durante el año 2021. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 22(4), 735–742. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v22i4.4842>
- Li, W., Zhao, Z., Chen, D., Kwan, M.-P., & Tse, L. A. (2025). Association of health locus of control with anxiety and depression and mediating roles of health risk behaviors among college students. *Scientific Reports*, 15(1), 7565. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91522-x>
- Luna, D., González, S., Acevedo, M., Figuerola, P., Lezana, Á., & Meneses, F. (2022). Relación entre empatía, asertividad, ansiedad y depresión en estudiantes mexicanos de enfermería. *Revista Española de Salud Pública*, 96, e202204017. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1132-12962022000200017&script=sci\\_arttext](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1132-12962022000200017&script=sci_arttext)
- Moscoso, D. R. B., Narváez, L. del C. V., Ortiz, L. F. A., Ramos, R. A., & González, E. M. V. (2021). Ansiedad y depresión en adolescentes. *Revista Boletín Redipe*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i2.1205>
- Osorio, C. (2021). *Modelo relacional: Sentido de vida, optimismo y trascendencia y su vínculo con ansiedad o depresión en adolescentes y jóvenes* [Tesis]. Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/3e282307-ced2-447a-b33a-6cccd42f62bc>
- Parra, P., Perugachi, A., Sánchez, J., Morales, J., Alemán, C., Chilito, V., Sánchez, V., & Rochina, M. (2022). What factors predispose to postpartum depression in Ecuadorian women? A cross-sectional analysis. *IOSR Journal of Humanities and Social Science*. <https://doi.org/10.9790/1959-1102062940>
- Sinval, J., Oliveira, P., Novais, F., Almeida, C. M., & Telles-Correia, D. (2025). Exploring the impact of depression, anxiety, stress, academic engagement, and dropout intention on medical students' academic performance: A prospective study. *Journal of Affective Disorders*, 368, 665–673. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.09.116>