

Investigación empírica y análisis teórico

## Ansiedad matemática en estudiantes mexicanos de ingeniería: correlación con el pensamiento matemático y el razonamiento Covariacional

### Mathematical Anxiety in Mexican Engineering Students: Correlation with Mathematical Thinking and Covariational Reasoning

González-Quñones, Fidel<sup>1</sup>; Tarango, Javier<sup>1,\*</sup> y Bojorquez, Karla<sup>1</sup>

---

**Resumen:**

La ansiedad matemática suele considerarse como un factor de influencia negativa en el rendimiento académico de los estudiantes. Ante este supuesto, se desarrolló esta investigación, la cual basa su recolección de datos en dos instrumentos desarrollados expresamente, mismos que se aplicaron a una muestra de 215 estudiantes inscritos en primer semestre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), México, con un diseño de investigación caracterizado por ser cuantitativo, no experimental y transeccional. Los hallazgos del estudio indican que los participantes presentan: (1) nivel medio de ansiedad matemática; (2) nivel sobresaliente en pensamiento matemático; y (3) coordinación gruesa de valores en razonamiento Covariacional. De los resultados obtenidos, se concluye que la relevancia de este estudio se caracteriza por dos situaciones: (1) el poco desarrollo investigativo atendido en el tema, especialmente con enfoque a estudiantes universitarios de ingeniería; (2) la posibilidad de realización de diagnósticos similares sobre los contextos previos de los estudiantes de nuevo ingreso; y (3) la derivación de estrategias para mejorar procesos de admisión y permanencia.

**Palabras Clave:** *Ansiedad matemática; pensamiento matemático; razonamiento Covariacional; estudiantes de ingeniería; enseñanza de las matemáticas.*

**Abstract:**

Mathematical anxiety is often considered a negative influence factor on students' academic performance. Given this assumption, this research was developed, which bases its data collection on two instruments developed expressly, which were applied to a sample of 215 students enrolled in the first semester of the Faculty of Engineering of the Autonomous University of Chihuahua (UACH), Mexico, with a research design characterized by being quantitative, non-experimental and cross-sectional. The study findings indicate that the participants present: (1) average level of mathematical anxiety; (2) outstanding level in mathematical thinking; and (3) coarse coordination of values in Covariational reasoning. From the results obtained, it is concluded that the relevance of this study is characterized by two situations: (1) the little research development addressed on the subject, especially with a focus on engineering university students; (2) the possibility of carrying out similar diagnoses on the previous contexts of new students; and (3) the derivation of strategies to improve admission and permanence processes.

**Keywords:** *Mathematical anxiety; mathematical thinking; Covariational reasoning; engineering students; mathematics teaching.*

---

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Filosofía y Letras.

\*Correspondencia: jtarango@uach.mx

## Introducción

Los estudios sobre ansiedad matemática se han desarrollado en estudiantes de todos los niveles educativos, desde el nivel básico (educación primaria, secundaria y media superior), hasta nivel superior (estudios de licenciatura, maestría y doctorado) (Reali et al., 2016; Cardoso et al., 2021; Commadari y La Rosa, 2021), hasta posgrado (Cardoso et al., 2012), así como investigaciones vinculadas al rendimiento académico y la influencia de la ansiedad matemática (Reali et al., 2016; Lee y Cho, 2017). No obstante, existe un marcado interés en aquellos estudios que indagan los niveles de ansiedad matemática en relación con las áreas disciplinares y el estudiantado, especialmente en aquellos que cursan carreras vinculadas a las ingenierías en todas sus modalidades (Leppävirta, 2011). Esta clase de investigaciones han tomado relevancia en México, especialmente en el nivel superior (García-Santillán et al., 2016).

La ansiedad matemática ha sido considerada de forma específica dentro del área educativa, siendo un tema recurrente en las consideraciones de análisis planteadas a través de los resultados de la prueba PISA en sus versiones de 2012 y 2015 (Moreno-García et al., 2017). Esta prueba ha revelado que los países donde los estudiantes presentan niveles más altos de ansiedad matemática son aquellos con tendencia a observar un peor desempeño académico en matemáticas (Reali et al., 2016), y es posible observar que el bajo desempeño académico está influenciado por un alto nivel de ansiedad matemática (Rivera, 2016; Lee y Cho, 2017; Warwick, 2017).

La influencia negativa que representa la presencia de ansiedad matemática propicia resultados académicos negativos en los estudiantes, siendo uno de las principales, la decisión vocacional de no elegir carreras profesionales con presencia de contenidos vincula-

dos a las matemáticas, como es el caso de las ingenierías y las ciencias (Legg y Lawrence, 2009), provocando esto un marcado decremento en la matrícula y los procesos formativos relacionados con estas disciplinas en comparación con las ciencias sociales, (Moreno-García et al., 2017). En la búsqueda de mayores poblaciones estudiantiles en el área de las ingenierías, debe considerarse de forma preponderante, analizar de forma previa a la elección vocacional, los factores que provocan la ansiedad, más que pretender modificar o suavizar los planes de estudio con alta carga matemática.

La propuesta aquí presentada, ofrece la posibilidad de contribuir a la reducción de una brecha investigativa sobre el tema de ansiedad matemática con enfoque a la educación superior mexicana. La literatura científica identificada en el país sobre esta temática es reducida y se limita a los siguientes autores: Cardoso et al., 2012, Eccius-Wellmann, 2016, García-Santillán et al., 2016 y Moreno-García et al., 2017. Es notorio mencionar que, la mayoría de las investigaciones sobre la ansiedad matemática se han generado en países de Europa Occidental y Estados Unidos, por lo que, además de México, la información generada en América Latina es escasa. Por tanto, se infiere además que esta investigación podría contribuir a la reducción de la deserción escolar, siempre y cuando sus resultados sean vinculados a las propias políticas institucionales.

La presente investigación se enfoca en estudiantes de nuevo ingreso a carreras de ingeniería, busca determinar la influencia de la ansiedad matemática, así como su relación con el nivel de pensamiento matemático y el nivel de razonamiento Covariacional, todo ello, basado en los siguientes supuestos: (1) correlación entre el nivel de ansiedad matemática y razonamiento Covariacional; (2)

correlación entre el nivel de ansiedad matemática y pensamiento matemático; y (3) correlación entre nivel de razonamiento Covariacional y pensamiento matemático.

### Revisión de la literatura

En apariencia, el estudio de las matemáticas en el contexto educativo es el causante mayor de ansiedad en el estudiantado, conceptualizándose esta situación bajo el concepto de “matemafobia” o fobia a las matemáticas (Mato, 2006). La ansiedad matemática involucra sentimientos de tensión, mismos que interfieren al momento de manipular los números y la solución de problemas planteados, especialmente aquellos relacionados con situaciones académicas y con problemas cotidianos de la vida (Richardson y Sunn, 1971; Khasawneh et al., 2021).

El estudio de la ansiedad matemática representa un fenómeno multidimensional, vinculado a emociones, actitudes y elementos cognitivos (Heart, 1989; Sánchez-Pérez et al., 2021). Además, se ha demostrado que la ansiedad matemática provoca sentimientos de pavor y nerviosismo, así como otros síntomas corporales asociados (Fennema y Sheman, 1976), tales condiciones provocan que el individuo experimente una falta de confort a la hora de realizar operaciones matemáticas (Wood, 1998).

La ansiedad matemática se considera como una manifestación de emociones negativas en todo tipo de situación relacionada con cualquier actividad vinculada a las matemáticas (Hembree, 1990). Las manifestaciones de ansiedad matemática, vinculadas con la psicología, suelen suceder en forma de miedo o tensión, siempre que sean relacionadas a situaciones que impliquen interacción con las matemáticas (Legg y Lawrence, 2009). La ansiedad matemática muestra alta relación a síntomas multidimension-

ales, mismos que suceden en el momento de realizar actividades y procesos matemáticos (Lau et al., 2022). Esta manifestación es “... particular en cada individuo en su manera de reaccionar ante situaciones matemáticas” (Moreno-García, et al. 2017, p. 763).

El pensamiento matemático propone tres acercamientos: (1) maneras de pensar o razonar de las personas relacionadas con las matemáticas sobre la condición y naturaleza del conocimiento; (2) el ambiente científico donde se gestan las ideas, conceptos y técnicas desarrolladas para la solución de problemas; y (3) el reconocimiento que se da a las matemáticas y la solución de problemas cotidianos ofrecida por cualquier ser humano (Cantoral, 2000). El pensamiento matemático muestra manifestaciones distintas en diversos ámbitos, observándose en cada caso enfoques diversos según convengan a la solución de problemas (Yu et al., 2021).

El pensamiento matemático básico comprende cuatro estadios: (1) Numeracy o pensamiento aritmético; (2) Rationacy o pensamiento aritmético avanzado; (3) Algebracy o pensamiento algebraico; y (4) Funcionacy o pensamiento funcional (Fillooy y Rojano, 1989; Cuevas y Pluvinage, 2017; Martínez et al., 2017).

Mientras que el pensamiento matemático desarrolla la comprensión funcional, que es esencial en la interpretación de modelos dinámicos, comprensión de conceptos de cálculo y ecuaciones diferenciales (Carlson et al., 2002), el pensamiento funcional considera el concepto moderno de función, el cual se deriva del razonamiento Covariacional continuo, entendido como la forma en que los valores varían de dos o más cantidades. Por su parte, el razonamiento Covariacional es una manera de pensar, sin ser necesariamente un concepto expresado de manera explícita.

El razonamiento Covariacional se de-

fine formalmente como “las actividades cognitivas involucradas en coordinar dos cantidades variables mientras se atienden a las maneras en que estas cambian una en relación con la otra” (Carlson, et al., 2002, p. 354). La manifestación del razonamiento Covariacional se manifiesta en razón de niveles de desarrollo, mismos que se realizan en orden de sucesión. El nivel de razonamiento de cada sujeto es determinado mediante la identificación de acciones mentales aplicadas en la resolución de problemas de Covariación. Las

acciones mentales y los niveles de clasificación correspondientes se presentan en la Tabla 1 de acuerdo a la propuesta de Carlson, et al. (2002), adaptada por Yemen-Karpuzcu, Ulusoy e Isiksal-Bostan (2015).

Una nueva y diferenciada clasificación de los niveles de razonamiento Covariacional es propuesta. Aquí se toma en cuenta el razonamiento variacional de forma aislada al razonamiento Covariacional y sus niveles varían del anterior, al agregarse un nuevo nivel primario y una recatalogación de las acciones

Tabla 1. *Acciones mentales y niveles de razonamiento Covariacional*

Acción Mental	Descripción de la acción mental	Nivel
Acción Mental 1 (AM1)	Coordinar el valor de una variable con los cambios en la otra	Nivel 1 (N1): Coordinación
Acción Mental 2 (AM2)	Coordinar la dirección de cambio de una variable con los cambios en la	Nivel 2 (N2): Dirección
Acción Mental 3 (AM3)	Coordinar la cantidad de cambio de una variable con los cambios en la	Nivel 3 (N3): Coordinación cuantitativa
Acción Mental 4 (AM4)	Coordinar la razón de cambio promedio de la función con incrementos uniformes de cambio en la variable de entrada.	Nivel 4 (N4): Razón promedio
Acción Mental 5 (AM5)	Coordinar la razón de cambio instantánea de la función con cambios continuos en la variable independiente en el dominio completo de la función.	Nivel 5 (N5): Razón instantánea

Fuente: Carlson, et. al., 2003, p. 357, adaptada por Yemen-Karpuzcu, Ulusoy e Isiksal-Bostan (2015).

mentales por nivel (Thomson y Carlson, 2017). La propuesta adaptada se incluye en la Tabla 2.

### Diseño Metodológico

#### Objetivo de la investigación

El objetivo de esta investigación plantea el análisis de la relación entre ansiedad matemática, pensamiento matemático y razonamiento Covariacional, a partir de la

indagación fenomenológica en estudiantes de nuevo ingreso de las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), México. De forma específica se pretende determinar la correlación existente entre la ansiedad matemática en relación con: (1) el nivel de razonamiento Covariacional; y (2) el nivel de pensamiento matemático; Además, la correlación entre razonamiento Covariacional y el

Tabla 2. Principales niveles de razonamiento Covariacional

Niveles de razonamiento Covariacional	Descripción de las acciones de la persona
Sin coordinación	Ausencia de una imagen de las variables, por tanto, el sujeto se enfoca en otras variaciones de las variables, obviando coordinar
Precoordinación de valores	Se observan los valores de dos variables cambiando, pero desincronizadamente, una variable cambia, luego cambia la segunda, luego la primera, y así sucesivamente. También, se anticipa la creación de pares de valores como objetos multiplicativos.
Coordinación robusta de valores	Se forma una imagen robusta de las cantidades variando juntas, tal como “esta cantidad crece mientras esta cantidad decrece”. Además, el sujeto participante no prevé que los valores individuales de las cantidades van juntas. En cambio, sí prevé un vínculo separado y no multiplicativo en los cambios generales en
Coordinación de valores	Se coordinan los valores de una variable (x) con los valores de otra variable (y) con la anticipación de crear una colección discreta de pares (x,y)
Covariación continua gruesa	Se prevén cambios en el valor de una variable mientras suceden simultáneamente con los cambios en el valor de otra variable, y prevé que ambas variables varían con una variación continua a trozos.
Covariación continua suave	Se prevén aumentos o disminuciones (en lo sucesivo, cambios) en el valor de una cantidad o variable (en lo sucesivo, variable) como ocurre simultáneamente con cambios en el valor de la otra variable, y la persona prevé que ambas variables varíen de manera suave y continua.

Fuente: Thompson y Carlson (2017), p. 435, adaptado por Bojorquez Gutiérrez, K. (2021).

nivel de pensamiento matemático.

**Metodología**

*Abordaje metodológico*

Para la recolección de datos se empleó un muestreo por conveniencia hasta llegar a la cantidad mínima requerida de estudiantes participantes en el estudio y se utilizaron tres instrumentos de medición previamente validados que se describen a continuación:

Cuestionario Ansiedad Matemática de Eccius-Wellmann y Lara-Barragán (2017). Evalúa el nivel de ansiedad matemática (en tres dimensiones: actitudes, creencias y emociones) y se constituye de los siguientes ítems: 20 en escala de Likert (13 planteados en ponderación positiva y siete negativas).

Test Razonamiento Covariacional adecuado del instrumento utilizado por Yemen-Karpuzcu, Ulusoy e Isiksal-Bostan (2015). Está constituido por una relación de columnas expresados de la siguiente manera: una columna con dibujos cuatro botellas de diferente forma y otra columna constituida por cinco gráficas que corresponden, todas a excepción de una a la gráfica de llenado de cada botella.

The Language of Functions and Graphs

de Swan (1985). En el instrumento anterior el estudiante elige la respuesta que considera correcta y aquí, se le solicita que justifique su selección, donde se manifiesta los motivos que explican las razones de la decisión. Los resultados observados permitieron clasificar a los participantes en cinco niveles de razonamiento Covariacional. Este instrumento, al igual que el cuestionario de ansiedad matemática se aplicaron en forma impresa.

El diseño muestral resultó del análisis de una población finita de 486 sujetos con una muestra de 215 participantes (95% de nivel de confianza y 5% de margen de error). Los datos resultantes del muestreo se constituyen de la siguiente forma: según el sexo de los participantes en el estudio, 161 son del sexo masculino (74.7%) y 54 del sexo femenino (25.1%), reconociendo que en las carreras de ingenierías tienden a prevalecer mayormente estudiantes hombres con amplia diferencia en comparación con las mujeres. Respecto al análisis de frecuencias, según distribución de participantes por carrera se incluyen en la Tabla 3, siendo los de mayor frecuencia la ingeniería en Ciencias Computacionales (29.77%) y las de menor frecuencia las ingenierías en Física y Ma-

Tabla 3. *Clasificación de sujetos por carrera*

Ingeniería que cursa	Frecuencia	% total	% de mujeres	% de hombres
Ciencias Computacionales	64	29.77	7.53	22.24
Civil	55	25.58	6.47	19.11
Aeroespacial	32	14.88	3.76	11.12
Geología	32	14.88	3.76	11.12
Sistemas Topográficos	16	7.44	1.88	5.56
Minas	8	3.72	0.94	2.78
Física	4	1.86	0.47	1.39
Matemática	4	1.86	0.47	1.39
Total	215	100.00		

temáticas (1.86% en cada una).

### ***Diseño de investigación***

El diseño de la presente investigación se caracteriza por los siguiente:

- a) Propósito o naturaleza del estudio: tipo investigación aplicada.
- b) Objetivo del estudio y tipo de análisis: cuantitativo.
- c) Análisis del fenómeno y nivel de profundidad: correlacional.
- d) Características del objeto de estudio: no experimental.
- e) Período de tiempo: transversal (la recolección de datos correspondió al semestre enero-diciembre de 2019 y sucedió durante los meses de octubre y noviembre del mismo año).
- f) Recopilación de la información: de campo en la Facultad de Ingeniería de la UACH en estudiantes de nuevo ingreso en estudiantes de primer semestre de la materia de cálculo diferencial e integral. Previo a la recolección de datos, los participantes firmaron un consentimiento que especificaba dos condiciones fundamentales: (1) garantizar el anonimato de los respondientes; y (2) garantizar que los datos obtenidos serán utilizados solamente con fines académicos y científicos.

La hipótesis general de esta investigación propone que los estudiantes presentan niveles de ansiedad matemática, pero con niveles básicos de pensamiento matemático y razonamiento Covariacional. Las propuestas hipotéticas específicas son: (1) niveles de ansiedad y razonamiento Covariacional: correlación negativa; (2) niveles de ansiedad matemática y pensamiento matemático: correlación negativa; y (3) niveles de razonamiento Covariacional y pensamiento matemático:

correlación positiva.

### **Análisis de resultados**

El análisis de resultados se compone de los siguientes apartados: análisis de normalidad, transformación de variables, estadísticos predictivos y tablas de contingencia, que en su conjunto responden a los planteamientos de objetivos e hipótesis previamente planteados.

### **Análisis de normalidad**

El análisis de normalidad está basado en los resultados de los instrumentos que sirvieron de base para la recolección de datos. Se realizó una prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov fundamentado en que son muestras mayores a 50 sujetos. De acuerdo a la Figura 1, que representa una curva normal o distribución de Gauss, se aprecia que los resultados del cuestionario de ansiedad matemática se ajustan a dicha curva normal. Se procedió a comprobar esta hipótesis analíticamente con un valor de confianza del 95%.

Además, el resultado del análisis arroja un valor de significancia de .200, mismo que es mayor  $\alpha$  de 0.05. De acuerdo al nivel de confianza del 95% se afirma que el nivel de ansiedad matemática en estudiantes de nuevo ingreso a la carrera de ingeniería (cursando el primer semestre de ingeniería), observa una distribución dentro de la normalidad.

Para el análisis del pensamiento matemático, del cual no se aplicó instrumento de recolección de datos, se tomaron en consideración los puntajes obtenidos por los participantes en el momento que presentaron el examen de admisión de CENEVAL (EXANI-II), el cual evalúa esta variable. De acuerdo al histograma obtenido, los resultados de la variable de pensamiento matemático no se ajustan a la curva normal (Figura 2).

Figura 1. Histograma con curva normal de ansiedad matemática

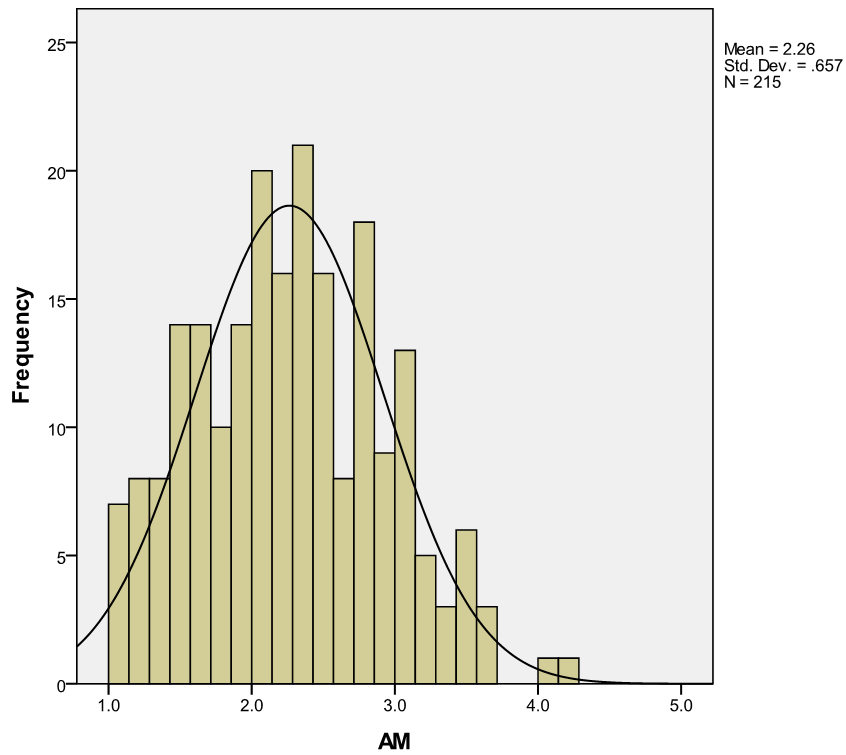
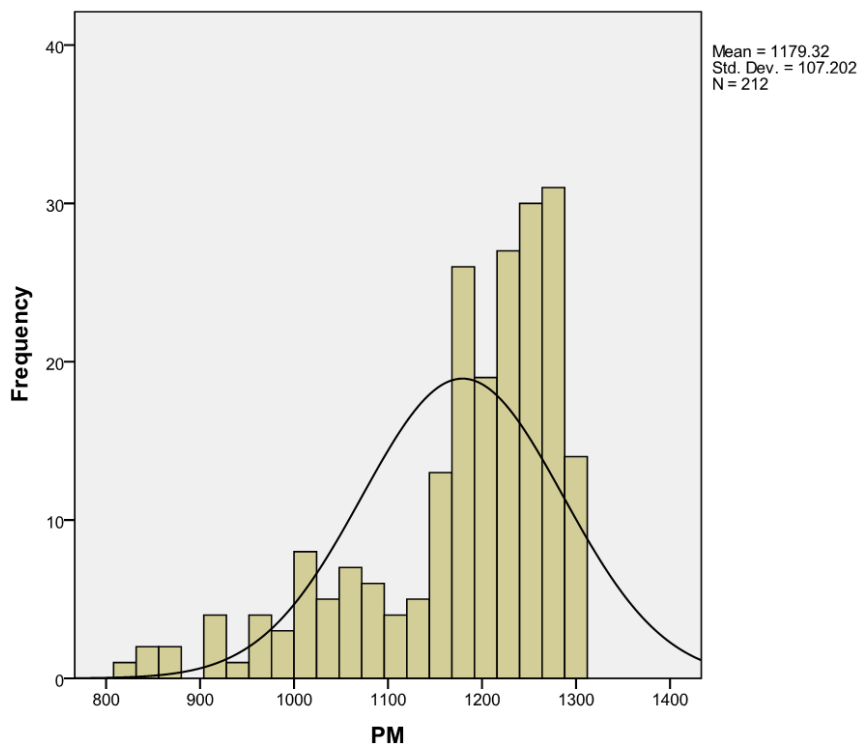


Figura 2. Histograma con curva normal de pensamiento matemático





Posteriormente y con fines de verificar la hipótesis, se aplicó una prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, el cual arroja una significancia de .000, misma que es menor a  $\alpha=0.05$ , por lo tanto, se asume que con un nivel de confianza del 95%, los resultados del pensamiento matemático medidos según los datos obtenidos en el examen de admisión CENEVAL (EXANI-II) provenientes de los participantes en el estudio, observan condiciones de no normalidad en su distribución.

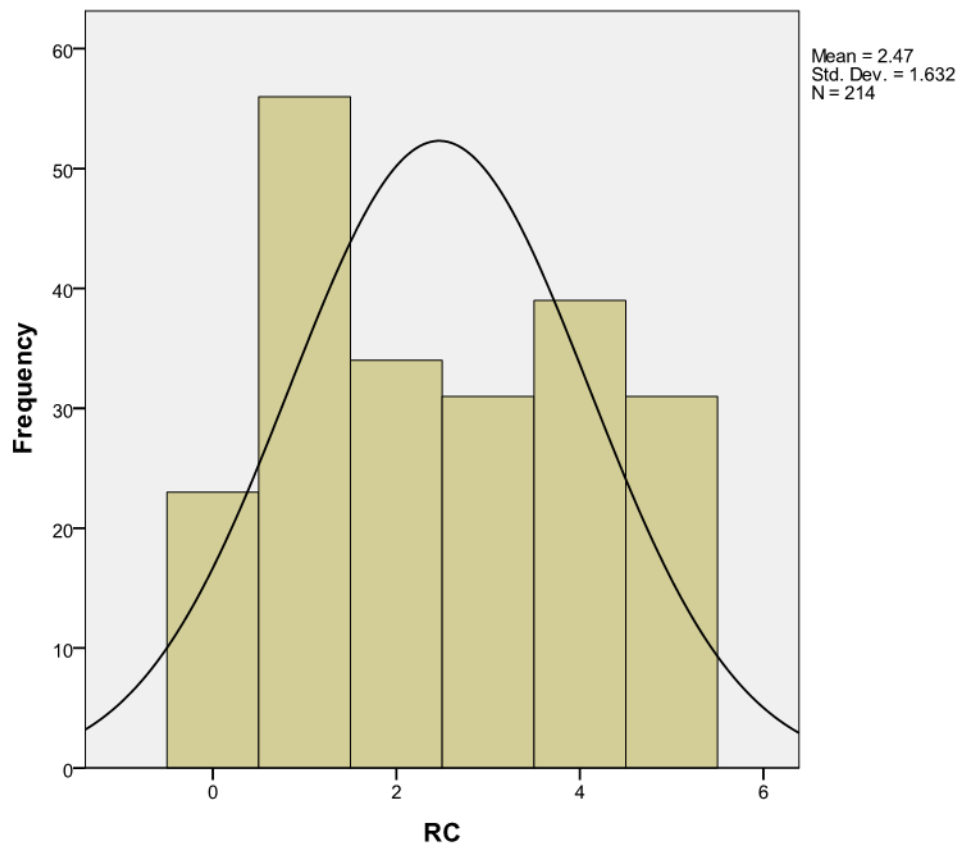
Posteriormente y con fines de verificar la hipótesis, se aplicó una prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, el cual arroja una significancia de .000, misma que es menor a  $\alpha=0.05$ , por lo tanto, se asume que con un nivel de confianza del 95%, los resultados del pensamiento matemático medidos

según los datos obtenidos en el examen de admisión CENEVAL (EXANI-II) provenientes de los participantes en el estudio, observan condiciones de no normalidad en su distribución.

El mismo análisis de normalidad se efectuó para los resultados de la variable razonamiento Covariacional. la clasificación de los sujetos se realizó de acuerdo al marco teórico de Thompson y Carlson (2017), asignando un valor numérico a cada nivel de razonamiento, desde un cero para el nivel más bajo, hasta un cinco al nivel más alto, donde se observa que los resultados de esta variable no son normales (Figura 3).

Para esta variable también se realizó el análisis mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnov, donde se observa que al tener un valor de significancia igual a .000 el cual es

Figura 3. Histograma con curva de normalidad de razonamiento Covariacional



menor que  $\alpha$  de 0.05 propuesto, por lo que se concluye que los datos de la variable RC no presentan una distribución normal.

Según los resultados anteriormente presentados, los cuales no se ajustan a la distribución normal, tanto en pensamiento matemático como en razonamiento Covariacional, es importante indicar que el resto de los análisis se realizaron utilizando métodos estadísticos no paramétricos (Kolmogorov-Smirnov, Wilcoxon y Spearman).

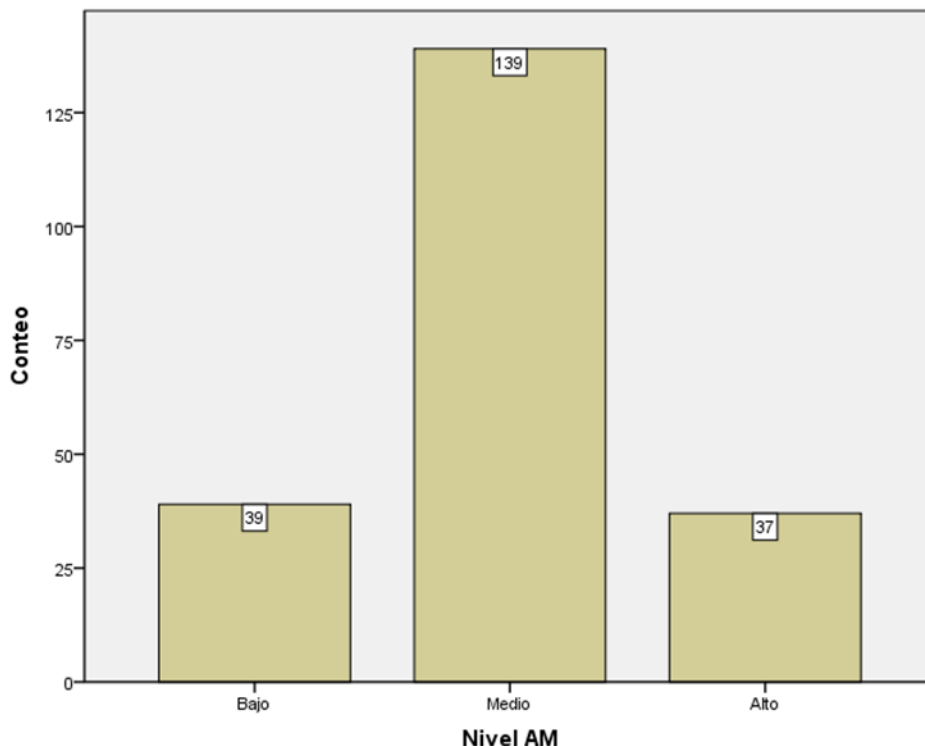
### Transformación de variables

De inicio, se clasificaron a los sujetos participantes de acuerdo a su nivel de ansiedad. Se establecieron tres niveles: bajo, medio y alto,

los cuales se determinaron empíricamente usando la media muestral y la desviación estándar. Se observaron las siguientes condiciones: (1) sujetos con nivel de ansiedad matemática bajo (su condición fue una desviación estándar inferior a la media; y (2) sujetos con nivel alto de ansiedad matemática (con una desviación estándar arriba de la media).

De acuerdo a los resultados específicos, se observó que los estudiantes participantes en el estudio se comportaron en sus niveles de ansiedad, de la siguiente forma: (1) el 64% del total con un nivel medio; (2) el 18% con un nivel bajo con puntajes entre 20 y 32; y (3) el 17% presentan un nivel alto con puntajes entre 58 y 84 (Figura 4).

Figura 4. Histograma clasificación nivel ansiedad matemática



**Estadísticos predictivos**

Posterior al establecimiento del comportamiento de las variables (ansiedad matemática normal, pensamiento matemático y razonamiento Covariacional no normales), a través de la estadística predictiva fue posible determinar la correlación entre variables. El trabajo subsecuente se basa en el planteamiento hipotético, el cual busca determinar: (1) si el nivel de ansiedad matemática muestra correlación con los niveles de pensamiento matemático y razonamiento Covariacional; y (2) si existe posibilidad de correlación entre el pensamiento matemático y el razonamiento Covariacional.

**Análisis de Correlación**

Este tipo de análisis se justifica bajo la condición de que dos de las variables presentan distribución no normal. Por tanto, el análisis de correlación efectuado fue de Spearman como

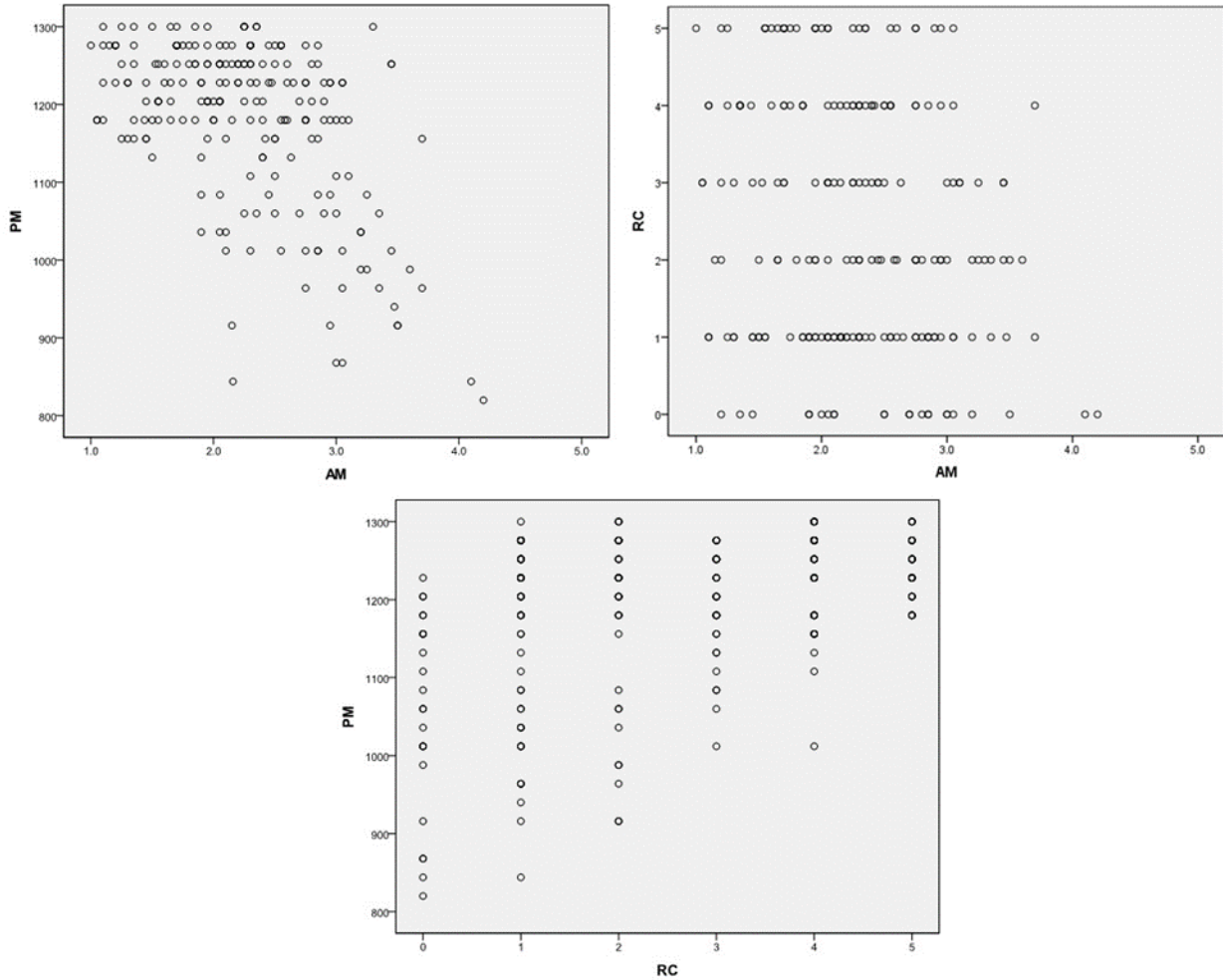
técnica no paramétrica, la cual no depende de la distribución normal de los datos (Tabla 4).

El análisis se realizó a través de un diagrama de dispersión entre cada par de variables estudiadas, de tal manera que fuera posible determinar la tendencia de correlación en alguna de ellas. Los resultados fueron los siguientes: (1) tendencia lineal entre las variables de ansiedad matemática y pensamiento matemático, con acumulación en la esquina superior izquierda de la nube de dispersión, lo que representa una tendencia de correlación negativa (Figura 5a); (2) no existe una correlación entre las variables de ansiedad y razonamiento Covariacional, esto se infiere ya que no existe ninguna agrupación de datos, sino que se distribuyen en todo el plano (Figura 5b); y (3) se evidencia una ligera tendencia positiva entre razonamiento Covariacional y pensamiento matemático (Figura 5c).

Tabla 4. *Correlaciones de variables de ansiedad matemática, pensamiento matemático y razonamiento Covariacional*

			Ansiedad ma- temática	Pensamiento matemático	Razonamiento Covariacional
Rho de Spearman	Ansiedad matemática	Coefficiente de Correlación Sig. (2-colas)	1.000	-.427**	-.188**
	Pensamiento matemático	Coefficiente de Correlación Sig. (2-colas)	-.427**	1.000	.403**
	Razonamiento Covariacional	Coefficiente de Correlación Sig. (2-colas)	-.188**	.403**	1.000
			.006	.000	.

Figura 5. Diagramas de dispersión: 5(a) ansiedad matemática-pensamiento matemática; 5(b) ansiedad matemática-razonamiento Covariacional; 5(c) razonamiento Covariacional-pensamiento matemático



De acuerdo a los resultados de correlaciones incluidas en la Tabla 4 y tomando un nivel de significancia  $\alpha=0.001$  se concluye la significancia de resultados en un nivel de altamente significativa tal como se presenta en la Tabla 5.

De acuerdo a los resultados analizados, se observa un grado de significancia alto y las correlaciones resultantes se presentan con un nivel de certeza del 99% (Tabla 6).

Los resultados obtenidos de los coeficientes de  $\rho$  para cada par de las variables estudiadas, demuestran que las correlaciones identificadas son bajas o casi nulas. La descripción específica es la siguiente: (1) el nivel

de ansiedad matemática y el pensamiento matemático observó un coeficiente  $\rho=-.427$ , lo que representa una correlación baja, aunque presente, lo cual hace posible afirmar que, a mayor nivel de ansiedad matemática, menor es el nivel de pensamiento matemático presentado por el sujeto; (2) la correlación entre razonamiento Covariacional y el pensamiento matemático observa un coeficiente de correlación  $\rho=.403$  que es considerado bajo, lo cual representa, que al ser este indicador positivo, entre más alto sea el nivel de razonamiento Covariacional, será más alto el pensamiento matemático; y (3) la correlación entre ansiedad matemática y razonamiento Covariacio-

Tabla 5. *Significancia de la asociación*

Correlación	Sig.	Grado de Significancia
Ansiedad matemática-Pensamiento matemático	.000	Altamente significativa
Ansiedad matemática-Razonamiento Covariacional	.006	Altamente significativa
Racionamiento Covariacional-Pensamiento matemático	.000	Altamente significativa

Tabla 6. *Tipo y nivel de asociación*

Correlación	$\rho$ (rho)	Asociación	Relación
Ansiedad matemática-Pensamiento matemático	-.427	Negativa/Baja	A mayor ansiedad matemática, menos pensamiento matemático.
Ansiedad matemática-	-.188	Negativa/Casi	La relación es casi inexistente
Racionamiento Covariacional-Pensamiento matemático	.403	Positiva/Baja	A mayor razonamiento Covariacional, mayor pensamiento matemático.

nal que fue de  $\rho = -.188$  siendo negativa y demasiado baja, lo cual imposibilita la afirmación de asociación entre variables (Figura 6).

**Prueba de hipótesis**

Con la intención de ofrecer una conclusión sobre los valores generales de las variables estudiadas, se llevaron a cabo una serie de pruebas de hipótesis en relación con los valores muestrales obtenidos. En el caso de la variable de ansiedad matemática se utilizó la prueba de hipótesis T para una muestra, esto justificado en que esta variable observa una distribución normal. Para las variables pensamiento matemático y razonamiento Covariacional, por ser variables que no se distribuyen normalmente, se utilizó la prueba de Wilcoxon como método no paramétrico.

Respecto a la prueba de hipótesis T realizada sobre la variable de ansiedad matemática, esta fue realizada para identificar alguna inferencia sobre el parámetro poblacional  $\mu$  (media). De acuerdo a los datos obteni-

dos, la media muestral es de 2.263 (desviación estándar de .657 y error estándar de la media de .0448), se buscó determinar si poblacionalmente este valor se puede considerar igual a 2. Para la prueba de hipótesis se planteó el siguiente juego de hipótesis nula y alterna:

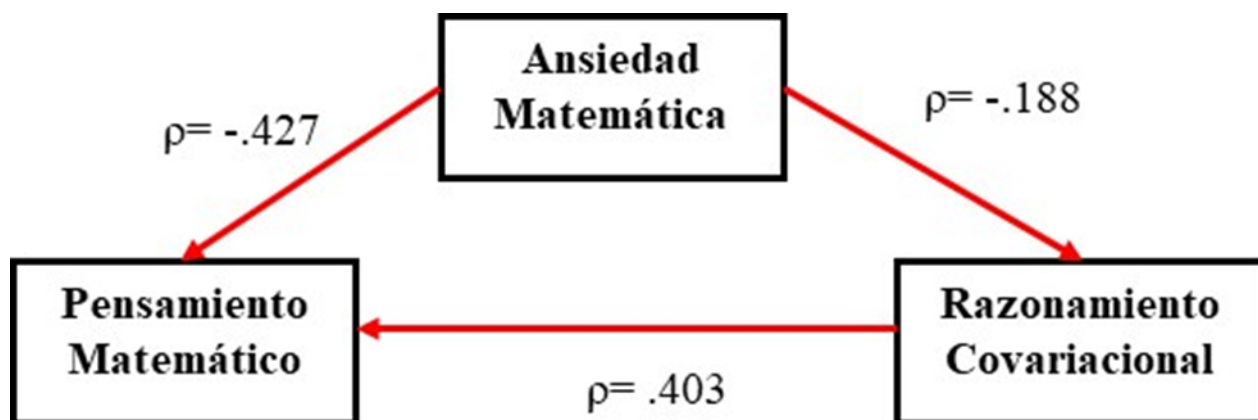
$$H_0: \mu = 2$$

$$H_a: \mu \neq 2$$

Al analizar el valor de significancia de la prueba T (Tabla 7), se rechaza la hipótesis nula, de esta manera se concluye que el puntaje medio de ansiedad matemática no es igual a 2.

Continuando en la misma forma de análisis anterior sobre el planteamiento de hipótesis, se buscó determinar si el valor poblacional de la media para la variable ansiedad matemática se puede considerar igual a 2.2. También se realizó una prueba T, llegán-

Figura 6. Representación gráfica de correlaciones



dose a la conclusión de que la hipótesis nula es aceptada ya que la media  $\mu=2.2$ . (Tabla 8).

En cuanto a la variable de pensamiento matemático, se llevó a cabo una prueba no paramétrica de Wilcoxon, con lo cual se permitió determinar el valor de la mediana a nivel poblacional. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto un 95% de confianza, lo que permite afirmar que el nivel de pensamiento matemático observado en los sujetos encuestados es de 1200 puntos, cuya decisión representa retener la hipótesis nula.

De acuerdo con el índice CENEVAL (2018) del EXANI-II, este se basa en dos puntos de corte con una escala mínima de 700 y máxima de 1300. Los resultados observados considerados para esta investigación fueron de 1000 y 1150, creando con ello tres niveles de desempeño. Dado que el puntaje promedio para la población de estudio fue de 1200, mismo que se ubica dentro del nivel de sobresaliente. De acuerdo a los resultados anteriores, aplicados a la variable de razonamiento Covariacional, se realizó una prueba no paramétrica de Wilcoxon por ser una variable que no se distribuye normalmente y de ser una variable discreta. Al aplicar la prueba de Wilcoxon con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que la mediana de la variable en estudio es de .000, por lo que no es igual a la planteada como hipótesis nula de 2.00, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

riacional, se realizó una prueba no paramétrica de Wilcoxon por ser una variable que no se distribuye normalmente y de ser una variable discreta. Al aplicar la prueba de Wilcoxon con un nivel de confianza del 95%, se comprueba que la mediana de la variable en estudio es de .000, por lo que no es igual a la planteada como hipótesis nula de 2.00, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

**Estadísticos multivariados**

Con el propósito de analizar a profundidad los datos obtenidos, se realizó un análisis de conglomerados con las variables razonamiento Covariacional y pensamiento matemático. Analizando la Figura 5b y 5c, es posible observar que los datos en estos gráficos se presentan de manera dispersa, por lo que se buscó agrupar a los sujetos de acuerdo a su nivel de razonamiento Covariacional y su nivel de pensamiento matemático, ya que mediante el análisis de conglomerados se permitió determinar que existen dos grupos de su-

Tabla 8. Prueba de una muestra para  $\mu=2.2$

	Valor de Prueba = 2.2					
	t	df	Sig. (2- colas)	Diferencia de la Media	95% Intervalo de Confianza de la Diferencia	
					Inferior	Superior
Ansiedad matemática	5.868	214	.000	.2630	.175	.351

tos, mismos que se clasifican mediante un análisis de comparación de medianas (Tabla 9).

Tabla 9. *Comparación de medianas pensamiento matemático y razonamiento Covariacional*

Método de Ward	PM	RC
Grupo 1	1228.00	3.00
Grupo 2	1012.00	1.00
Total	1204.00	2.00

Tomando como referencia los valores obtenidos en la comparación y en razón de la clasificación hecha para el razonamiento Covariacional basada en Thompson y Carlson (2017), así también, acorde con la escala de puntuación del índice CONEVAL EXANI II (CENEVAL, 2018), el comportamiento de los sujetos participantes en cada grupo se clasificaron de la siguiente manera: (1) Pensamiento Matemático Sobresaliente-Razonamiento Covariacional con Coordinación de Valores (PMso-RCc); y (2) Pensamiento Matemático Satisfactorio-Razonamiento Covariacional con Precoordinación de Valores (PMsa-RCp). Con el fin de determinar la independencia de los grupos 1 y 2 se realizó un análisis de varianza, obteniendo un valor de significancia

igual a .000, lo cual indica que las medias grupales son estadísticamente distintas, por lo que, los sujetos de cada grupo se pueden considerar como independientes (Tabla 10).

### Tablas de Contingencia

En este análisis se realizó una prueba de Chi cuadrada mediante una tabla de contingencia, lo cual permitió determinar si los sujetos PMso-RCc y PMsa-RCp se correlacionan con el nivel de ansiedad matemática. De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 11, es posible concluir lo siguiente: (1) del total de sujetos evaluados, 39 son PMso-RCc con un nivel bajo de ansiedad matemática; (2) 116 son PMso-RCc con un nivel medio de ansiedad matemática; y 14 son PMso-RCc con nivel alto de ansiedad matemática. Además, se observa que No hay sujetos que sean PMsa-RCp con nivel de bajo de ansiedad matemática, 21 son PMsa-RCp con nivel medio de ansiedad matemática y 22 son PMsa-RCp con nivel alto de ansiedad matemática. Por tanto, el nivel de significancia de la prueba indica que, con un nivel de confianza del 95%, si existe una relación entre el nivel de ansiedad matemática y el grupo al cual pertenece cada sujeto.

En complemento a este análisis y con el fin de determinar el tipo de relación presente, se analiza a través del coeficiente de corre-

Tabla 10. *ANOVA para grupos*

	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig
Inter-Grupos	15.988	60	.266	2.200	.000
Intra-Grupos	18.290	151	.121		
Total	34.278	211			

Tabla 11. *Tabla de contingencia nivel AM-Grupos*

		Grupo 1	Grupo 2	Total
Ansiedad matemática	Bajo	39	0	39
	Medio	116	21	137
	Alto	14	22	36
Total		169	43	212



lación de Spearman representado en la Tabla 12, donde es posible identificar un resultado igual a .445, siendo válido incluso considerar que con un nivel de confianza del 95% el resultado es un nivel de correlación positiva baja, aunque dentro del rango de alta significancia. Esto muestra una concordancia con los resultados previos de análisis de correlación simple.

### Discusión y conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados en esta investigación, se identifican los niveles de las siguientes variables: ansiedad matemática, pensamiento matemático y razonamiento Covariacional, todos ellos en estudiantes de nuevo ingreso y cursando el primer semestre de carreras de ingeniería de una entidad educativa en particular como ambiente de estudio, además de la consideración del análisis de resultados presentados, fue posible determinar hallazgos que identifican sujetos con un nivel medio de ansiedad. Tales resultados muestran consistencia al compararse con

otras investigaciones, las cuales proponen que los estudiantes de carreras de ingeniería sufren de ansiedad matemática, sin embargo, no es privativo de ellos sino de todas las carreras profesionales (Leppävirta, 2011; Daker et al., 2021), condición que motiva a muchos estudiantes a evitar carreras profesionales sustentadas en fundamentos matemáticos, debido a situaciones de estrés, miedo y tensión incluso previo a involucrarse en situaciones de esta naturaleza (Xiao y Sun, 2021).

Otros hallazgos de la investigación, identifican que los estudiantes de nuevo ingreso a carreras de ingeniería poseen un nivel sobresaliente en pensamiento matemático en comparación con las condiciones observadas en el resto de las profesiones. Tomando como referencia la clasificación y resultados de CENEVAL a través de su examen EXANI II, indican que los estudiantes que ingresan a carreras de ingeniería y que participaron en este estudio, muestran capacidad de comprender y resolver problemas de forma eficiente,

Tabla 12. *Medidas simétricas de correlación*

		Valor	Error Estándar Asintótico	Aprox. T	Aprox. Sig.
Ordinal por Ordinal	tau-b de Kendall	.427	.051	6.351	.000
	tau-c de Kendall	.350	.055	6.351	.000
Intervalo por Intervalo	Correlación de Spearman	.445	.053	7.196	.000
	R de Pearson	.446	.053	7.222	.000

usando para ello diversas estrategias de razonamiento y aplican distintos elementos considerados dentro del pensamiento matemático. Ciertamente, que las propias instituciones receptoras de estudiantes de ingeniería tienden a mostrar una expectativa alta sobre los comportamientos favorables en el uso del pensamiento matemático, lo cual propicia una capacidad alta para afrontar los retos matemáticos de asignaturas con contenidos altamente numéricos, algebraicos y funcionales, lo cual se verá reflejado en la baja deserción durante los primeros semestres de la carrera.

En relación con el análisis realizado sobre el razonamiento Covariacional, los resultados obtenidos ponen de manifiesto un nivel de razonamiento medio. La escala de medición permitió la identificación de cinco niveles posibles y los participantes en el estudio se ubicaron en el segundo nivel, lo cual permite inferir una coordinación gruesa de valores, esto se interpreta cuando “se forma una imagen gruesa de cantidades que varían entre sí, como ‘esta cantidad aumenta mientras que esa cantidad disminuye’” (Thompson y Carlson, 2017, p. 435). Tales resultados permiten interpretar que el estudiante involucrado en el estudio demostró estar consciente de cómo los cambios en una variable afectan en otra variable, sin embargo, el razonamiento del sujeto no le está en capacidad de visualizar esos cambios de manera global, sino como una relación no mutua. Ante tales condiciones, sujetos con un nivel bajo de razonamiento Covariacional suelen presentar desafíos ante la comprensión de temas específicos relacionados con el cálculo o física básica.

Para cumplir con el objetivo general planteado en este estudio y por consecuencia, los objetivos específicos, se encontraron estudios con planteamientos muy semejantes a este, por lo que se realizó un análisis similar

al presentado por Trezie y Reeve (2017), Cohen et al. (2021) y Pellizzoni et al. (2022), donde los hallazgos identificados tienen como propósito analizar el impacto de la ansiedad matemática en la memoria de trabajo y el razonamiento algebraico. El análisis de resultados se presenta también de forma muy similar.

Como parte del análisis de datos, la investigación permitió realizar diversas pruebas para determinar si existe una relación entre ansiedad matemática, pensamiento matemático y razonamiento Covariacional. Los resultados observados se resumen de la siguiente forma:

- a) Primer objetivo específico. No se observa correlación entre el nivel de ansiedad matemática y el nivel de razonamiento Covariacional, con lo cual se niega la primera hipótesis específica donde se propone la existencia de una correlación negativa. De acuerdo a los hallazgos identificados sobre el hecho de que estas variables no estén correlacionadas representa que ante la presencia de ansiedad matemática en un individuo, no afecta el desarrollo de un razonamiento necesaria para comprender variaciones en dos o más variables.
- b) Segundo objetivo específico. Para responder a la expectativa de este planteamiento, se realizó un análisis de correlación, a través del cual se identificó una correlación negativa entre ansiedad matemática y pensamiento matemático. Los resultados obtenidos confirman la segunda hipótesis específica. Los hallazgos demuestran que tal correlación se manifiesta baja, aunque está presente, no obstante, no es posible concluir que, a mayor nivel de ansiedad, menor

será el nivel el nivel de pensamiento matemático alcanzado.

- c) Tercer objetivo específico. Este se demuestra a través de la demostración de la tercera hipótesis específica, cuyos resultados se manifiestan a través de la identificación de una correlación positiva, aunque baja, al correlacionar el pensamiento matemático y el razonamiento Covariacional. Los resultados permiten indicar que los sujetos con un pensamiento matemático avanzado son propensos a observar resultados altos de razonamiento Covariacional, en tanto, los sujetos que observaron resultados bajos en un nivel de pensamiento matemático tienen a demostrar una competencia baja en niveles de razonamiento Covariacional. Esto es consistente con la literatura consultada pues el pensamiento funcional es parte del pensamiento matemático (Cuevas y Pluvinage, 2017) y el razonamiento Covariacional está estrechamente ligado con la comprensión de funciones (Carlson, et al., 2002).

El análisis de resultados además comprendió la realización de una clasificación de sujetos según sus resultados en dos grupos: (1) aquellos clasificados con un nivel alto de pensamiento matemático y de razonamiento Covariacional (PMso-RCc); y (2) aquellos clasificados con un nivel bajo de pensamiento matemático y de razonamiento Covariacional (PMsa-RCp). A partir de ello, se determinó la manera en la que los niveles de ansiedad matemática está relacionada con estos dos grupos, de lo cual se concluyó que los sujetos que presentan altos niveles de ansiedad matemática se relacionan con el PMsa-RCp; en tanto, los sujetos que observan bajos niveles de ansiedad matemática, están relacionados

con el grupo PMso-RCc. Tales resultados permiten confirmar la hipótesis general de investigación, la cual ofrece un planteamiento sobre los estudiantes con mayor nivel de ansiedad matemática observan bajos niveles de pensamiento matemático y razonamiento Covariacional.

Haciendo un análisis más específico y complementario a los resultados anteriores, se presentan otros hallazgos relacionados con el nivel de ansiedad matemática de los estudiantes, encontrando que aquellos inscritos en la carrera de Ingeniería Física, observan los más bajos niveles de ansiedad en comparación con el resto de las carreras profesionales involucradas. En tanto, los estudiantes de la carrera de ingeniería en Geología son los que observan el más alto nivel de ansiedad. Los resultados vinculados al pensamiento matemático observado en estudiantes de la carrera de Ingeniería Aeroespacial observan el puntaje más alto, por otra parte, los estudiantes de las carreras de Ingenierías en Geología y Sistemas Topográficos, obtuvieron los puntajes más bajos. En relación con los niveles de razonamiento Covariacional, los puntajes más altos correspondieron a los estudiantes de Ingeniería Física y en contraposición, los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Topográficos los más bajos. Respecto a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Matemática, de quienes se pudieran tener expectativas diferenciadas respecto al tema, son quienes observan la tercera puntuación más baja, lo cual presenta nuevas interrogantes, ya que en esta carrera se demanda que los estudiantes desarrollen un nivel avanzado de razonamiento matemático, situación contraria a los resultados observados.

Como una consideración a las limitantes del estudio y haciendo un análisis sobre los planteamientos que responden a los dos

primeros objetivos específicos y la variación en la confirmación de las hipótesis, los resultados pueden estar influenciados sobre la forma como se analizaron cada una de las variables. Esto significa que, el instrumento para medir el razonamiento Covariacional se basó en un test diseñado para que quien los responda explique la lógica aplicada para ofrecer una respuesta concreta. La asignación de un nivel de razonamiento Covariacional se considera la explicación dada por el evaluado, por tanto, su explicación tiene un cierto grado de subjetividad en la interpretación. Por otra parte, las evaluaciones de las variables de pensamiento matemático se obtienen a partir de los puntajes obtenidos a través de un examen estandarizado (CENEVAL EXANI-II) que califica solo respuestas correctas e incorrectas.

En complemento a lo anterior y en relación a los instrumentos empleados, se recomienda para investigaciones posteriores sobre los temas de ansiedad matemática, la generación de instrumentos de medición específicos sobre pensamiento matemático que permitan mayor control, tanto en su estructura como en su forma de aplicación (Van den Busscher et al., 2020). Igualmente, respecto a los instrumentos para recolectar datos sobre razonamiento Covariacional, se una mejoría con el desarrollo de propuestas que no se limiten a problemas específicos y no se basen solo en formatos que relacionan dos columnas, considerando además el desarrollo de otros ítems que problematicen mejor la situación.

Por otra parte, las fortalezas de esta investigación son sus contribuciones al marco actual propuesto a la promoción de la innovación educativa. Esto radica en la naturaleza de sus variables y en los sujetos de estudio, ya que, aunque pueda existir presencia de estudios relacionados con la ansiedad matemática

y el razonamiento Covariacional, siendo más abundantes en cuestiones de pensamiento matemático, regularmente su enfoque sucede en niños o en estudiantes tendientes a carreras profesionales con perfil de las ciencias sociales y las humanidades. La propuesta aquí se centra en el hecho de que los jóvenes con pretensiones a la educación superior obtengan mayor seguridad académica al decidirse por áreas vinculadas a las matemáticas, las ciencias exactas o el desarrollo tecnológico, condición contraria que pudiera provocar la continuación de sus estudios. La disminución de los efectos negativos provocados por los niveles de ansiedad matemática que pueden influir en el desempeño de los estudiantes, consiste en identificar su existencia y condición de nivel, luego de ello, derivar estrategias para la mejoría de la situación (Pollack, 2021). Lo mismo sucede con la necesidad de reconocimiento de los niveles de razonamiento Covariacional en que se encuentran los estudiantes desde sus procesos de selección para ingresar a la educación superior, deberían ser el fundamento para la definición de contenidos e integración de programas educativos.

Producto de la experiencia en esta investigación, se recomiendan investigaciones futuras relacionadas con las siguientes temáticas:

- a) Las afecciones de otras áreas de desarrollo en el estudiante en su condición presente y futura, provocadas por su nivel de ansiedad matemática, no como un acto aislado, sino interrelacionado con otros elementos de su ámbito socio-cultural y educativo.
- b) Identificación de diversos métodos de evaluación de los distintos niveles de ansiedad matemática en los estudiantes, especialmente al afrontar modelos educativos de aplicación emergente, tales

como aquellos vinculados con el uso de las nuevas tecnologías.

- c) Medición de distintas variables de estudio, usando para ello instrumentos precisos cuya estructura permita diferenciar condiciones de desigualdad entre los sujetos participantes en estudios de esta naturaleza. Además, deben considerarse aquellas investigaciones sobre el tema bajo estrictas condiciones de aplicación y control, sin centrarse solo en aspectos vinculados con la autopercepción o con la participación voluntaria por considerar que no afectan o condicionan su desempeño académico dentro de la institución.

#### Referencias

- Bojorquez Gutiérrez, K., González-Quñones, F., y Tarango, J. (2021). Tipificación de patrones en razonamiento covariacional en estudiantes de nuevo ingreso en la carrera de ingeniería. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 12, e1173. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v12i0.1173](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1173)
- Cardoso, E., Cerecedo, M., y Ramos, J. (2012). Actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes de posgrado en administración: Un estudio diagnóstico. *REXE Revista de estudios y experiencias en educación*, 11(22), 81-98.
- CENEVAL. (2018). *Puntos de corte y Niveles de desempeño EXANI-II Diagnóstico*. <https://bit.ly/37qeieb>
- Commadari, E. y La Rosa, V.L. (2021). General academic anxiety and math anxiety in primary school: the impact of math anxiety on calculation skills. *Acta Psychologica*, 220, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103413>
- Cuevas, C y Pluvinaige, F. (2017). Revisitando la noción de función real. *El cálculo y su enseñanza, enseñanza de las ciencias y la matemática*, 8, 31-48.
- Cohen, L.D., Korem, N. y Rubinsten, O. (2021). Math Anxiety Is Related to Math Difficulties and Composed of Emotion Regulation and Anxiety Predisposition: A Network Analysis Study. *Brain Science*, 11, 1-14. <https://doi.org/10.3390/brainsci11121609>
- Daker, R.J., Gattas, S.U., Sokolowski, H.M., Green, A.E., y Lyons, I.M. (2021). First-year students' math anxiety predicts STEM avoidance and underperformance throughout university, independently of math ability. *Nature Partner Journal: Science of Learning*, 17, 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00095-7>
- Eccius-Wellmann, C.C. y Lara-Barragán, A.G. (2016). Hacia un perfil de ansiedad matemática en estudiantes de nivel superior. *Revista Iberoamericana en Educación Superior*, 8(18), 109-129.
- García-Santillán, A., Escalera-Chávez, M., Santana-Villegas, J. y Guzmán-Rivas, B. (2016). Estudio empírico para determinar el nivel de ansiedad hacia la matemática en estudiantes universitarios. *International journal of developmental and educational psychology*. 1(2). 441-452. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2016.n2.v1.545>
- Khasawneh, E., Gosling, C. y Williams, B. (2021). What impact does math's anxiety have on university students? *BMC Psychol*, 9(37), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40359-021-00537-93>
- Lau, N.T.T., Haweseb, Z., Trembleyc, P. y Ansari, D. (2022). Disentangling the individual and contextual effects of math anxiety: A global perspective. *Psychological and Cognitive Science*, 119(7), 1-11. <https://doi.org/10.1073/pnas.2115855119> j 1 of 11
- Lee, K., & Cho, S. (2017). Magnitude processing and complex calculation is negatively impacted by mathematics anxiety while retrieval-based simple calculation is not. *International Journal of Psychology*, 53(4), 321-329. <https://doi.org/10.1002/ijop.12412>
- Legg, A. y Lawrence, L. (2009). Math performance and its relationship to math anxiety and metacognition. *North American journal of psychology*, 11(3), 471-486.
- Leppävirta, J. (2011). The impact of mathematics anxiety on the performance of students of electromagnetics. *Journal of Engineering Education*, 100(3), 424-443. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00021.x>
- Moreno-García, E., García-Santillán, A., Molchanova, V. S., y Larracilla-Salazar, N. (2017). From Anxiety as a Psychological and Biological Phenomenon to Mathematics Anxiety: A Theoretical Approach. *European Journal of Contemporary Education*, 6(64), 757-774. <https://doi.org/10.13187/ejced.2017.4.757>
- Pellizzoni, S., Cargnelutti, E., Cider, A. y Passolungh, M.C. (2022). The interplay between math

- anxiety and working memory on math performance: a longitudinal study. *Ann. N.Y. Acad. Sc.*, 24, 1-13. <https://doi.org/10.1111/nyas.14722>
- Pollack, C., Wilmot, D., Centanni, T.M., Halverson, K., Frosch, I, D'Mello, A.M., Romeo, R.R., Imhof, A., Capella, J., Wade, K., Al Dahhan, N.Z., Gabrieli, J.D.E. y Christodoulou, J.A. (2021). Anxiety, Motivation, and Competence in Mathematics and Reading for Children with and without Learning Difficulties. *Front. Psychol.*, 12, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.704821>
- Realí, F., Jiménez-Leal, W., Maldonado-Carreño, C., Devine, A., y Szücs, D. (2016). Examining the link between math anxiety and math performance in Colombian students. *Revista Colombiana de Psicología*, 25(2). <https://doi.org/10.15446/rcp.v25n2.54532>
- Rivera, Y. (2016). *Actitudes y nivel de ansiedad de estudiantes universitarios que tomaron cursos introductorios de matemáticas y su relación con el éxito académico en los cursos* [Tesis doctoral, Universidad de Puerto Rico].
- Rolison, J.J., Morsanyi, K. y Peters, E. (2020). Understanding Health Risk Comprehension: The Role of Math Anxiety, Subjective Numeracy, and Objective Numeracy. *Medical Decision Making*, 40(2), 222–234. <https://doi.org/10.1177/0272989X20904725>
- Sánchez-Pérez, N., Fuentes, L.J. y González-Salinas, C. (2021). Assessing math anxiety in elementary schoolchildren through a Spanish version of the Scale for Early Mathematics Anxiety (SEMA). *PLoS ONE* 16(8): e0255777. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255777>
- Treize, K., y Reeve, R. A. (2017). The Impact of Anxiety and Working Memory on Algebraic Reasoning. En U. Xolocotzin (Ed.), *Understanding Emotions in Mathematical Thinking and Learning* (pp. 133-158). Academic Press.
- Van den Busscher, E., Vanmeert, K., Aben, B. y Sasanguie, D. (2020). Too anxious to control: the relation between math anxiety and inhibitory control processes. *Nature Research: Scientific Report*, (20), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76920-7>
- Warwick, J. (2017). Dealing with mathematical anxiety: Should one size fit all? *The Mathematics Enthusiast*, 14(1), 161–174.
- Xiao, F. y Sun, L. (2021). Students' Motivation and Affection Profiles and Their Relation to Mathematics Achievement, Persistence, and Behaviors. *Front. Psychol.* (11), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.533593>
- Yu, Y., Hua, L., Feng, X., Wang, Y., Yu, Z., Zi, T., Zhao, Y. y Li, J. (2021). True Grit in Learning Math: The Math Anxiety-Achievement Link Is Mediated by Math-Specific Grit. *Front. Psychol.*, (12), 1-6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.645793>