

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**CORRELACIÓN ENTRE ANSIEDAD MATEMÁTICA, PENSAMIENTO
MATEMÁTICO Y RAZONAMIENTO COVARIACIONAL EN ESTUDIANTES
DE INGENIERÍA**

POR:

KARLA BOJORQUEZ GUTIÉRREZ

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN INNOVACIÓN EDUCATIVA**

CHIHUAHUA, CHIH. MÉXICO

JUNIO, 2021

CHIHUAHUA, CHIH. MÉXICO

MAYO, 2021



Correlación entre Ansiedad Matemática, Pensamiento Matemático y Razonamiento Covariacional en Estudiantes de Ingeniería. Tesis presentada por Karla Bojorquez Gutiérrez como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Innovación Educativa ha sido aprobado y aceptado por:

Dr. Armando Villanueva Ledezma
Director de la Facultad de Filosofía y Letras

Dr. Jorge Alan Flores Flores
Secretaría de Investigación y Posgrado

Lic. Eva Méndez Salcido
Coordinador Académico

Dr. Javier Tarango Ortiz
Presidente

Fecha: 20 de mayo de 2021

Comité:

Presidente: Dr. Javier Tarango Ortiz
Vocal 1: Dr. Luis Jorge Flores Sandoval
Vocal 2: Dr. Fidel González Quiliones
Secretario: Dr. Juan D. Machín Mastromatteo

© Derechos Reservados

Karla Bojorquez Gutiérrez, Filomeno
Mata 2325, Francisco I. Madero,
Chihuahua.

Mayo, 2021.

Correlación entre Ansiedad Matemática, Pensamiento Matemático y Razonamiento Covariacional en Estudiantes de Ingeniería

Karla Bojorquez Gutiérrez
Universidad Autónoma de Chihuahua

Nota de Autor:

Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Posgrado, Maestría en Innovación educativa.

Director de tesis: Dr. Fidel González Quiñones; miembros de comité de tesis: Dr. Javier Tarango Ortiz, Dr. Juan D. Machin Mastromatteo, Dr. Luis Jorge Flores Sandoval

Proyecto financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a través del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3086-9351>

Citar como (APA 7^a edición en inglés): Bojorquez, K. (2021). *Correlación entre ansiedad matemática, pensamiento matemático y razonamiento covariacional en estudiantes de ingeniería*. [Tesis de Maestría en Innovación Educativa, Universidad Autónoma de Chihuahua].

Repositorio Digital de tesis de la UACH. <http://repositorio.uach.mx/>

Resumen

El propósito de la investigación fue determinar la correlación que existe entre el nivel de ansiedad matemática y el nivel de pensamiento matemático; así como el nivel de ansiedad matemática y el nivel de razonamiento covariacional en alumnos de primer semestre de ingeniería. Para lograr este objetivo, se aplicaron dos instrumentos previamente diseñados a 215 estudiantes voluntarios de primer semestre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, así mismo se tomaron en cuenta los resultados del EXANI-II presentado por los alumnos como requisito de ingreso a la universidad. El diseño de esta investigación fue cuantitativo, no experimental y transversal. Se determinó que los alumnos participantes presentan un nivel medio de ansiedad matemática, nivel sobresaliente en pensamiento matemático y una coordinación gruesa de valores en razonamiento covariacional. Además, se concluyó que aquellos alumnos que presentan niveles altos de pensamiento matemático y razonamiento covariacional puntúan en niveles bajos de ansiedad matemática. Así mismo, estudiantes con niveles bajos de pensamiento matemático y razonamiento covariacional puntúan en niveles altos de ansiedad matemática. La relevancia de este estudio radica en el estudio de las variables en un contexto poco estudiado, que es estudiantes universitarios de ingeniería, esto permite la realización de un diagnóstico certero acerca del contexto de los alumnos de nuevo ingreso a las carreras de ingeniería.

Palabras clave: ansiedad matemática, pensamiento matemático, razonamiento covariacional, enseñanza de las matemáticas

Abstract

The purpose of this investigation was to determine the correlation between math anxiety and mathematical thinking levels, as well as math anxiety and covariational reasoning levels in first course engineering students. To accomplish this objective two previously designed instruments were applied to 215 volunteer students from Facultad de Ingeniería of the Universidad Autónoma de Chihuahua; likewise the results from the EXANI-II admission test were taken into account. The approach of this research was non-experimental, quantitative and transversal. It was determined that participants presented an average math anxiety level, outstanding mathematical thinking level and a gross coordination of values covariational reasoning. Also, high mathematical thinking-high covariational reasoning students presented lower math anxiety levels; low mathematical thinking-low covariational reasoning students presented higher levels of math anxiety. The relevance of this investigation lies in the study of the research variables in a seldom studied context, engineering college students. This approach allows for a better context diagnosis of first year engineering students.

Key words: math anxiety, mathematical thinking, covariational reasoning, math teaching

Agradecimientos

Agradezco el apoyo brindado para la realización de esta tesis a mi asesor el Dr. Fidel González Quiñones que tuvo a bien respetar mis ideas y opiniones. Al Dr. Ulises Xolocotzin Eligio por encaminar mi investigación en el momento adecuado. A mi familia por apoyarme en todos mis proyectos. A mis amigos por escucharme y orientarme siempre que lo necesité.

Contenido

Introducción	9
Capítulo 1. Diseño de la Investigación	11
Problema de Investigación	11
Objetivos del Estudio	12
Objetivo general.	12
Objetivos específicos.	12
Justificación.....	12
Delimitación	13
Formulación de la Hipótesis.....	14
Hipótesis general.	14
Hipótesis específicas.....	14
Capítulo 2. Marco Teórico	15
Ansiedad.....	15
Ansiedad en la Educación	18
Ansiedad Matemática.....	18
Pensamiento	19
Pensamiento Matemático	20
Razonamiento Covariacional	22
Estudios Sobre Ansiedad Matemática.....	25
Capítulo 3. Metodología	29
Enfoque de la Investigación	29
Lugar y Tiempo.....	29
Población de Interés	29
Variables de Estudio.....	30

Instrumentos	30
Capítulo 4. Análisis de Resultados	33
Análisis de Normalidad	36
Transformación de Variables	40
Estadísticos Predictivos.....	41
Análisis de Correlación	41
Pruebas de Hipótesis.....	45
Estadísticos multivariados.....	47
Tablas de Contingencia	49
Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones	51
Referencias.....	56
Anexos	61
Anexo 1: Carta de consentimiento informado.....	61
Anexo 2: Instrumento de medición de AM.....	62
Anexo 3: Instrumento de medición de RC	64

Lista de Figuras

Figura 1. Índice CENEVAL	31
Figura 2. Clasificación de sujetos por género	33
Figura 3. Clasificación de sujetos por programa educativo	35
Figura 4. Clasificación sujetos escuela de procedencia	36
Figura 5: Histograma con curva normal AM	37
Figura 6: Histograma con curva normal PM	38
Figura 7: Histograma con curva normal RC	39
Figura 8: Histograma clasificación nivel AM	40
Figura 9: Correlaciones esperadas	41
Figura 10: Diagrama de dispersión AM-PM	42
Figura 11: Diagrama de dispersión AM-RC	43
Figura 12: Diagrama de dispersión RC-PM	43
Figura 13: Representación gráfica de correlaciones	45
Figura 14: Dispersión de Grupos	48

Lista de Tablas

Tabla 1. Acciones mentales y niveles de razonamiento covariacional	23
Tabla 2. Principales niveles de razonamiento covariacional	24
Tabla 3: Clasificación de sujetos por género	33
Tabla 4: Clasificación sujetos por carrera.....	34
Tabla 5: Clasificación sujetos por escuela de procedencia.....	35
Tabla 6: Prueba de normalidad para variable AM	37
Tabla 7: Prueba de normalidad para variable PM.....	38
Tabla 8: Prueba de normalidad para variable RC	39
Tabla 9: Frecuencias nivel AM.....	40
Tabla 10: Correlaciones	42
Tabla 11: Significancia de la asociación.....	44
Tabla 12: Tipo y nivel de asociación	44
Tabla 13: Descriptivos AM.....	45
Tabla 14: Prueba de una muestra para $\mu=2$	45
Tabla 15: Prueba de una muestra para $\mu=2.2$	46
Tabla 16: Prueba de Wilcoxon para PM.....	46
Tabla 17: Prueba de Wilcoxon para RC	47
Tabla 18: Medidas de tendencia central para RC	47
Tabla 19: Comparación de medianas PM y RC.....	47
Tabla 20: ANOVA para grupos	48
Tabla 21: Tabla de contingencia nivel AM-Grupos	49
Tabla 22: Prueba Chi Cuadrada nivel AM-Grupos.....	49
Tabla 23: Medidas simétricas de correlación.....	49

Introducción

Las habilidades matemáticas resultan de especial importancia en el ámbito escolar dado su uso constante tanto en la vida cotidiana como en la investigación científica (Cardoso, 2012). Para determinar este nivel de habilidad en los estudiantes, diferentes organizaciones mundiales y nacionales como son la Organización para el Desarrollo y Cooperación Económicos (OCDE) y la Secretaria de Educación Pública (SEP), miden el desempeño de los alumnos en el área de matemáticas básicas. Mediante la aplicación de diversos exámenes como el ya desaparecido ENLACE (Secretaria de Educación Pública, 2014), el examen PISA (Organization for Economic Co-operation and Development, 2018) o el examen PLANEA (Secretaria de Educación Pública, 2017); se busca analizar las capacidades de los alumnos que egresan del bachillerato para resolver desde problemas matemáticos sencillos, como operaciones con fracciones, hasta planteamientos más complejos, como la deducción de ecuaciones a partir de gráficos.

Desafortunadamente, de acuerdo a los resultados de las evaluaciones aplicadas a alumnos de último grado de nivel medio superior, México se encuentra por debajo del nivel deseado. De hecho, de acuerdo a los Resultados Nacionales de Educación Media Superior del examen PLANEA (2017), más del 60% de los estudiantes mexicanos de bachillerato están en los dos niveles más bajos de logro en matemáticas. Esto quiere decir que los jóvenes mexicanos apenas tienen las habilidades necesarias para resolver problemas cotidianos de sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, pero no poseen las habilidades para plantear o analizar problemas más avanzados, que involucren varias variables.

Sin embargo, a pesar de las deficiencias en esta área, según los datos del documento “Education at a Glance” de la (OECD, 2017) más del 30% de los estudiantes eligen carreras relacionadas con las ciencias. Esto implica entonces, que casi un tercio de los estudiantes de nivel universitario ingresan a una carrera enfocada a las ciencias básicas, ingeniería, tecnología o matemáticas, aunque presenten deficiencias significativas en el dominio de matemáticas básicas.

Otro de los instrumentos utilizados para medir el nivel de conocimiento de los alumnos es el Examen Nacional de Ingreso a la Educación Superior (EXANI-II), este examen “brinda información sobre los resultados de aprendizaje logrados por el aspirante en áreas que son predictivas del desempeño académico que tendrán los estudiantes en el nivel superior al que ingresarán” (Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior [CENEVAL], 2017, s/n).

Los resultados generales del EXANI-II aplicado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), periodo enero-julio 2018, muestran que de los diez programas académicos que la facultad ofrece, únicamente dos de ellos alcanzan un nivel sobresaliente en el área de pensamiento matemático (PMA). En la sección de diagnóstico, en el área de matemáticas, etiquetado en los reportes de resultados como MAT, dos carreras alcanzan un nivel sobresaliente, esto es, los alumnos obtuvieron en promedio más de 1150 puntos; lo cual, según la definición de Niveles de Desempeño que proporciona CENEVAL (CENEVAL, 2019, s.p) quiere decir que el alumno:

“Maneja la reversibilidad para ciertos casos de geometría y álgebra. Realiza una serie de operaciones integrando los conocimientos básicos de álgebra y geometría en la resolución de problemas de cálculo. Además, cuenta con las habilidades para entender conceptos nuevos, tales como función, límite, derivada e integral y aplica las reglas básicas del cálculo diferencial e integral a problemas sencillos”.

Siete de los programas educativos se encuentran en un nivel satisfactorio, es decir obtuvieron en promedio entre 1000 y 1150 puntos. Finalmente, una de las carreras está en un nivel no satisfactorio, los alumnos obtuvieron en promedio menos de 1000, es decir, respondieron correctamente menos del 20% de los reactivos.

Capítulo 1. Diseño de la Investigación

En este capítulo se plantea la relevancia de la investigación en el panorama de la educación superior en la ciudad de Chihuahua. Así mismo, se aborda el propósito y las hipótesis de la investigación, mismos que se retoman en la sección de conclusiones.

Problema de Investigación

Se pretende investigar acerca de la presencia y niveles de ansiedad matemática (AM) en los alumnos de nuevo ingreso a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua y su relación con el nivel de pensamiento matemático (PMA) medido por el EXANI II, así como su nivel de razonamiento covariacional (RC).

Se han realizado estudios acerca de la existencia de ansiedad matemática en alumnos de diversos niveles educativos, desde nivel básico (Reali, 2016), hasta posgrado (Cardoso, 2012). También se han realizado estudios que relacionan la presencia de ansiedad matemática con el rendimiento académico (Reali, 2016; Hambree, 1990; Lee, 2008). Los estudios de mayor interés para esta investigación son aquellos que buscan determinar los niveles de ansiedad matemática de acuerdo al área de estudio de los participantes, sobre todo aquellos que se centran en alumnos que cursan alguna ingeniería o carrera afín (Leppävirta, 2011). A pesar de que se han realizado algunos estudios en México también en educación superior (García-Santillan, 2017), en el estado de Chihuahua no existen estudios relacionados con el tema.

Por lo anterior, se pretende realizar esta investigación enfocada en los estudiantes de las carreras de ingeniería. Se busca determinar si existe ansiedad matemática en los alumnos que ingresan a estas carreras y de existir, la relación que esta tiene con el nivel de pensamiento matemático y el nivel de razonamiento covariacional. Así, ante lo expuesto, se responderá las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué correlación existe entre el nivel de ansiedad matemática y el nivel de razonamiento covariacional en los sujetos?
- b) ¿Qué correlación existe entre el nivel de ansiedad matemática y el nivel de pensamiento matemático de los sujetos?
- c) ¿Qué correlación que existe entre el nivel de razonamiento covariacional y el nivel de pensamiento matemático en los sujetos?

Objetivos del Estudio

Para dar respuesta a estas preguntas de investigación se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general.

El propósito general de esta investigación es examinar el tipo de relación que existe entre la ansiedad matemática, pensamiento matemático y razonamiento covariacional, en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UACH

Objetivos específicos.

- a) Determinar la correlación que existe entre el nivel de ansiedad matemática y el nivel de razonamiento covariacional en los sujetos.
- b) Determinar la correlación que existe entre el nivel de ansiedad matemática y el nivel de pensamiento matemático de los sujetos.
- c) Determinar la correlación que existe entre el nivel de razonamiento covariacional y el nivel de pensamiento matemático en los sujetos.

Justificación

La investigación que aquí se propone busca cerrar una brecha en las investigaciones que se realizan acerca de la ansiedad matemática en educación superior en México, pretende aportar a los conocimientos que existen sobre el tema en el país. Si bien existen algunos artículos acerca del tema (García-Santillan, 2016; Moreno-García, 2017; Cardoso, 2012; Eccius-Wellmann, 2016) es relativamente poca la investigación que se ha hecho en el país. Reali (2016) hace hincapié en que la mayoría de los datos que se tienen sobre la ansiedad matemática provienen de países de Europa occidental y de Estados Unidos, por lo que la información con la que se cuenta en América Latina es escasa.

En el campo de la educación, la ansiedad hacia las matemáticas ha sido un tema recurrente que se ha intensificado con los resultados de la prueba PISA de 2012 y 2015 (Moreno-García, 2017). Como lo menciona Reali (2016) esta prueba ha revelado que los países en los que los estudiantes presentan niveles más altos de ansiedad matemática son también aquellos en los que los estudiantes tienden a tener un peor desempeño académico en matemáticas. La relación entre el bajo desempeño y la presencia de un nivel alto de ansiedad matemática es un tema ampliamente estudiado (Hembree, 1990; Legg, 2009; Lee, 2017; Leppävirta, 2011; Warwick, 2017; Rivera, 2016); sin embargo, aun cuando México es un país con un bajo desempeño en

matemáticas, los estudios que relacionan la presencia de ansiedad como una posible causa de los bajos niveles académicos son pocos y relativamente nuevos.

La importancia que tiene esta investigación dentro de las políticas institucionales podría ayudar a reducir la deserción escolar. Jackson y Leffingwel (1999); y Lesh y Zawojewski (2007), citados por García-Santillán (2016) concluyen que, si bien la ansiedad hacia las matemáticas se presenta en todos los niveles escolares, esta se incrementa en el nivel universitario, mencionan también que el 27% de los alumnos presenta su primera situación de estrés hacia las matemáticas en el primer año de la universidad. Esto podría ser un factor por el cual los alumnos deciden dejar sus estudios en ingeniería antes de terminar el primer año de estudios.

El poder identificar la presencia de ansiedad matemática, así como la posible relación que tiene esta con el desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes puede ayudar a mejorar los niveles académicos de los alumnos que cursan alguna carrera orientada a la ingeniería o las ciencias.

La ansiedad matemática puede tener resultados negativos en los estudiantes, tales como evitar carreras universitarias que involucren el uso frecuente de las matemáticas (Legg, 2009), por lo que también podría beneficiar en la captación de alumnos que busquen estudiar una ingeniería. Dado que los estudiantes que tienen ansiedad hacia las matemáticas tienden a evitar cualquier área relacionada con las matemáticas, esto genera un decremento en el número de profesionales en matemáticas (Moreno-García, 2017). Si se busca interesar a más personas en el estudio de las ciencias, es importante el detectar los factores que provoca a los alumnos optar por no involucrarse en carreras que incluyan en su matrícula materias con alto contenido en matemáticas, uno de estos factores es la ansiedad.

Delimitación

La población de los participantes de esta investigación incluyó a los alumnos de nuevo ingreso de las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la UACH. Debido a que la población comprende alrededor de 400 estudiantes se pretende trabajar con una muestra seleccionada por conveniencia.

Se presentó a los alumnos involucrados con una carta de consentimiento (Anexo 1), por lo que la participación en el estudio fue voluntaria.

Formulación de la Hipótesis

La formulación de la hipótesis se refiere al supuesto que puede hacer el investigador acerca de los resultados que pretende obtener. Dicho de otra forma, son las respuestas tentativas a las incógnitas que se plantean en el problema de investigación.

Hipótesis general.

Los alumnos que presentan mayores niveles de ansiedad matemática, presentan niveles bajos de pensamiento matemático y razonamiento covariacional.

Hipótesis específicas.

- a) El nivel de ansiedad matemática y el nivel de razonamiento covariacional tienen una correlación negativa.
- b) El nivel de ansiedad matemática y el nivel de pensamiento matemático tienen una correlación negativa.
- c) El nivel de razonamiento covariacional y el nivel de pensamiento matemático tienen una correlación positiva.

Capítulo 2. Marco Teórico

En esta sección se analiza cada uno de los conceptos que conforman las variables de estudio, esto con el propósito de operacionalizar cada una de ellas. La revisión que se realiza se lleva a cabo desde lo general a lo particular, examinando la evolución de los conceptos hasta llegar a la comprensión actual de cada variable estudiada.

Ansiedad

Para definir el concepto de ansiedad matemática se requiere profundizar en los constructos que lo componen. El concepto de ansiedad es uno que se ha venido transformando a lo largo de varias décadas y a través de distintos enfoques. La problemática de definir este concepto reside la ambigüedad misma del concepto y en la dificultad metodológica para abordarlo (Sierra, Ortega y Zubeidat, 2003).

Uno de los principales retos ha sido diferenciar entre el concepto de ansiedad y otros conceptos similares, tales como angustia, estrés o miedo. López-Ibor (1969) hace una distinción entre ansiedad y angustia, ante un fenómeno o amenaza, la angustia se manifiesta en síntomas físicos, mientras que la ansiedad se ve reflejada en síntomas psíquicos. En la angustia, el fenómeno no se percibe de manera clara, mientras que en la ansiedad el fenómeno tiene nitidez y por ello se pueden buscar soluciones para afrontarlo. Gracias al desarrollo de la psicología, hoy en día ambos conceptos se han diferenciado según el área de estudio en que se utilizan. La psicología científica prefiere el termino ansiedad, mientras que las corrientes psicoanalíticas y humanísticas prefieren el termino angustia (Sierra, et al., 2003).

Otro de los conceptos que vale la pena diferenciar de la ansiedad es el estrés. Lazarus y Folkman (1984) se consideran a favor de la utilización del término estrés haciendo distinción entre ambos conceptos, sin embargo, mencionan que varios autores empelan el término ansiedad en lugar de estrés. Acerca de esta distinción, Taylor (1986) plantea que el estrés hace referencia a la situación, por otro lado la ansiedad es una respuesta ante acontecimientos estresantes. Por su parte, Spielberg (1972) propone que el estrés y el miedo son indicadores temporales en un proceso que da lugar a la ansiedad.

Como Spielberg lo plantea, el miedo puede ser un indicador de ansiedad, no obstante, se distinguen en que la ansiedad se considera una emisión de respuestas difusas que ocurren sin causa aparente (Johnson y Melamed, 1979). Según Sandin y Charat (1995) la característica más

llamativa de la ansiedad es que es de carácter anticipatorio, mientras que el miedo se manifiesta en situaciones presentes.

Distinguiendo la ansiedad como un concepto aparte de lo que es la angustia, el estrés y el miedo se puede hacer una definición desde la perspectiva de la psicología de la personalidad. Esta indica que la ansiedad se puede presentar como estado o como rasgo. La ansiedad como estado se refiere a una periodo emocional no permanente y que varía en intensidad y duración, vivido en un momento particular; mientras que la ansiedad como rasgo hace referencia a la tendencia individual a responder de forma ansiosa, aparece durante largos periodos de tiempo en todo tipo de situaciones (Sierra, et al., 2003). Otra manera de clasificar la ansiedad es la presentada por Sheenan (1982), donde se distingue la ansiedad exógena y la ansiedad endógena. La primera se refiere a conflictos externos, personales o psicológicos y está relacionada con la ansiedad general. La segunda es autónoma e independiente de los estímulos ambientales, es la causante de los ataques de pánico y los cuadros fóbicos.

Haciendo un resumen de las diferentes definiciones que se tienen de ansiedad, respecto a otros conceptos similares, se toma la siguiente definición:

La ansiedad alude a un estado de agitación e inquietud desagradable caracterizado por la anticipación del peligro, el predominio de síntomas psíquicos y la sensación de catástrofe o de peligro inminente, es decir, la combinación entre síntomas cognitivos y fisiológicos, manifestando una reacción de sobresalto, donde el individuo trata de buscar una solución al peligro, por lo que el fenómeno es percibido con total nitidez. (Sierra, Ortega y Zubeidai, 2003, p. 17).

Al tratar de distinguir entre conceptos que durante mucho tiempo se tomaron como iguales, se ha podido ir formando una definición para el concepto de ansiedad. Esta definición ha ido cambiando y perfeccionándose a lo largo de la historia. Desde los inicios del psicoanálisis hasta la época moderna, la definición de ansiedad se ha transformado junto con los estudios realizados sobre la misma.

En la década de 1960, Freud (1964) establece que la ansiedad es el resultado de la sensación de una situación peligrosa; es un estado desagradable que se caracteriza por la aprensión. Tomando esto en cuenta, la ansiedad se considera una característica de la neurosis, es una respuesta ante una situación que no representa un miedo verdadero.

Para la década siguiente, el concepto de ansiedad se fue mejorando. Sierra et al. (2003) mencionan que un autor importante de la época fue Joseph Wolpe, quien propone una definición operacional de la ansiedad. Esta se define como la respuesta propia de un organismo ante la presentación de un estímulo nocivo o que puede provocar dolor. Contraria a la definición que plantea Freud, ahora la ansiedad se considera una respuesta ante una situación que presenta un peligro real y no solamente percibido por el sujeto.

Durante los años ochenta, los estudios acerca de la ansiedad fueron más y más variados. La proliferación de autores que hablan sobre el tema generó un desarrollo más profundo del concepto. Lewis (1980) enuncia varias características de la ansiedad, primeramente, la define como un estado emocional desagradable que se experimenta como miedo, pero que es distinto de la ira. Es una reacción desproporcionada a amenazas o peligros futuros que se manifiesta en trastornos o sensaciones corporales que causan molestias. Otra de las propuestas de la época es que la ansiedad corresponde a una respuesta condicionada, anticipatoria y funcional que no tiene correlación positiva con un peligro objetivo (Rachman, 1984).

A partir de la década de 1990 se propone que la ansiedad es una reacción emocional que consiste en sentimientos de aprensión, nerviosismo, tensión y preocupación (Sandin y Chorot, 1995). Por su parte, Miguel-Tobal (1996) especifica que la ansiedad es una reacción emocional ante la percepción de un peligro, que se presenta en un conjunto de respuestas cognitivas, fisiológicas y motoras. En general, la ansiedad se refiere a una “reacción cognitiva anticipatoria que provoca sentimientos de disgusto, tensión y preocupación ante una situación que sugiere un daño o peligro ya sea real o imaginado por el individuo, y que produce respuestas psicológicas y conductuales” (Moreno-García, García-Santillán, Molchanova y Larracilla-Salazar, 2017, p. 761).

Así como el significado de la ansiedad se ha ido transformando a lo largo de la historia, este también se distingue de acuerdo al enfoque que lo ha abordado. Los distintos enfoques confieren al concepto de ansiedad distintas cualidades, y al individuo que la presenta, distintas manifestaciones.

De acuerdo al enfoque conductual, la ansiedad es un impulso que provoca un cambio en la conducta. Según Hull (1952) la ansiedad se considera como un impulso responsable de la capacidad de un individuo para responder ante ciertos estímulos, esta respuesta puede incluir una

inhibición de la conducta. Desde el punto de las teorías de aprendizaje, la ansiedad está relacionada con los estímulos que provocan una respuesta emocional.

Por su parte, en el enfoque cognitivo la ansiedad se considera una respuesta emitida ante los procesos cognitivos que resultan ante el reconocimiento de una señal adversa. Dado que la ansiedad se genera a partir de la interpretación del sujeto ante cierta situación, estas situaciones tienden a ser evitadas, ya que incluso el recuerdo de ellas puede generar una respuesta ansiosa. El sujeto interpreta la realidad como una amenaza, aunque esta puede no serlo. (Sierra, et al., 2003)

La ansiedad conforme al enfoque cognitivo-conductual se vuelve un concepto más completo, deja de ser una característica de la personalidad para convertirse en un concepto multidisciplinar. Siguiendo el enfoque conductual, la ansiedad es una respuesta emocional, pero como propone Lang (1968) esta se divide en respuestas cognitivas, fisiológicas y motoras, generadas por estímulos tanto externos como internos. Esta teoría tridimensional propuesta por Lang contribuye a entender como los procesos cognitivos generan una reacción ansiosa y como este estado de ansiedad cambian el comportamiento al modificar los procesos cognitivos (Moreno-García, et al., 2017).

Ansiedad en la Educación

Así como lo dicta el enfoque conductual, la ansiedad se presenta también en el ámbito escolar. La ansiedad presente en el campo académico resulta mejor explicando el desempeño escolar que la ansiedad generalizada (Marsh, 1988). La forma en que esta ansiedad escolar afecta el desempeño del alumno es expuesta por distintos autores, Mato (2006) así como Kazelskis, Reeves, Kersh, Bailey, Cole, Larmon, Hall L. y Holliday (2000) explican que un estudiante ansioso se preocupa por las actividades que realiza y por entender al maestro. Al mismo tiempo reacciona de manera ansiosa si el resultado obtenido no es el que esperaba, lo cual lo hace dudar de su capacidad.

Ansiedad Matemática

Una de las áreas que parece generar más ansiedad en el contexto educativo son las matemáticas. Una de las primeras menciones de esta reacción es la “matemafobia” o fobia hacia las matemáticas, término acuñado por Gouth en 1954 (Mato, 2006). Una de las definiciones más utilizadas hasta la fecha es la propuesta por Richardson y Suinn, quienes plantean que “la ansiedad matemática involucra sentimientos de tensión y ansiedad que interfieren con la

manipulación de números y la solución de problemas matemáticos en una amplia variedad de situaciones de la vida cotidiana y en situaciones académicas” (Richardson y Suinn, 1971).

Al igual que la ansiedad, la ansiedad hacia las matemáticas es un fenómeno multidimensional ya que presenta elementos actitudinales, emocionales y cognitivos (Heart, 1989). De igual manera, Fennema y Sherman (1976) establecen que la ansiedad hacia las matemáticas provoca sentimientos de ansiedad, pavor, nerviosismo y los síntomas corporales asociados, al hacer matemáticas. Por su parte Wood (1988) considera la ansiedad matemática como una falta general de confort que se experimenta cuando se realiza algo relacionado con las matemáticas. Se entiende, que la ansiedad matemática es una manifestación de ansiedad en cualquier tipo de situación en donde se tenga que realizar alguna actividad relacionada con las matemáticas (Hembree, 1990). Esta manifestación de ansiedad se puede dar en forma de miedo o tensión, siempre asociado con situaciones que involucran la interacción con matemáticas. (Legg, 2009).

Se entiende entonces, que la ansiedad matemática se refiere a una manifestación de los síntomas multidimensionales de la ansiedad, manifestados en un contexto en que se realizan actividades y procesos matemáticos. Esta manifestación es “...particular en cada individuo en su manera de reaccionar ante situaciones matemáticas.” (Moreno-García, et al. 2017, p. 763)

Pensamiento

Para hablar acerca de lo que es el pensamiento matemático primero se tiene que definir lo que es el pensamiento. Para ello, se abordan diferentes enfoques, desde las teorías principales como la de Piaget y Vigostky, hasta las definiciones integrales propuestas en épocas recientes.

De acuerdo al enfoque cognitivo, el pensamiento aparece cuando la función simbólica se desarrolla (Zegarra y García, 2010). Esta función es una transformación de la asimilación y la acomodación y opera sobre los esquemas mentales. Según Piaget, estos esquemas mentales son las representaciones que hace el sujeto al interactuar con el medio (Melgar, 2000). Esta transformación de la asimilación pasa de la integración del objeto a la integración de los sujetos, desligando así el pensamiento de la acción y permitiendo crear representaciones de objetos no presentes.

Siguiendo el enfoque conductista, el pensamiento es un constructo social que se da a través de la interacción con el medio (Zegarra y García, 2010). Según lo plantea Vigostky, el pensamiento es un proceso interior que da pie al desarrollo del lenguaje. Esta función

egocéntrica permite el desarrollo de una función comunicativa. Para que se genere el pensamiento, es necesario que el sujeto interactúe con el medio mediante la presentación de un conflicto e intentar resolverlo. Al identificar lo que es nuevo en la situación generada por el conflicto se genera el pensamiento (Melgar, 2000).

Hablando de una definición multidimensional de pensamiento, Sánchez (2001) sugiere que el pensamiento se presenta en actividades que tienen que ver con recordar, aprender, la solución de problemas, la definición de conceptos, comprender, percibir y reconocer estímulos. Esta manifestación del pensamiento lo caracteriza como un proceso de búsqueda guiado por tres mecanismos principales (Simon, 1985):

- a) Un sistema de índices que da acceso a la memoria de largo plazo.
- b) Un sistema para búsqueda selectiva capaz de resolver problemas e inducir reglas.
- c) Un sistema de construcción de representaciones de dominios de nuevos problemas.

Por su parte, Mayer (1983) propone una definición general de pensamiento, este se define como la búsqueda de significados que se asume existen. Es además un proceso mental por medio del cual la experiencia cobra sentido. Esta definición incluye tres conceptos básicos:

- a) Pensar es cognoscitivo y sucede internamente en la mente del sujeto.
- b) Pensar es un proceso que involucra la manipulación de operaciones sobre conocimiento.
- c) Pensar es un proceso dirigido que permite resolver problemas.

Recapitulando, el pensamiento es un proceso interno que involucra la activación de un sistema de búsqueda de información en las representaciones mentales del individuo, llevado a cabo mediante un “diálogo interno”.

Pensamiento Matemático

El concepto de pensamiento matemático es uno muy amplio y que se encuentra en continua revisión y expansión. Debido a lo complejo del concepto existen diferentes interpretaciones y ramificaciones del mismo.

Acerca de las diferentes definiciones que se tienen del pensamiento matemático, Cantoral (2000) propone tres acercamientos, primeramente, se entiende como la forma en que piensan las personas que se dedican a las matemáticas acerca de la naturaleza de su conocimiento. Por otra parte, el pensamiento matemático es una parte del ambiente científico en donde surgen los conceptos y técnicas desarrolladas para resolver problemas. Por último, existe la idea de que el pensamiento matemático está presente en todos los seres humanos en la solución de tareas

cotidianas. Este acercamiento acerca del pensamiento matemático indica que el mismo se puede manifestar de distintas formas en varios ambientes, debido a la naturaleza del enfoque que se pretende dar.

De hecho, el pensamiento matemático se aplica sobre un amplio conjunto de conceptos, algunos básicos y otros más avanzados. Acerca de esta concepción moderna del pensamiento matemático, se propone que este “incluye, por un lado, pensamiento sobre tópicos matemáticos y por otros procesos avanzados como abstracción, justificación, visualización, estimación o razonamiento bajo hipótesis” (Cantoral, 2000, p 20). Entonces, el pensamiento matemático es un proceso, en el cual se desarrollan ciertas habilidades que contribuyen a la realización de tareas y solución de problemas matemáticos.

Como menciona Cantoral, el pensamiento matemático comprende una parte básica y una parte de pensamiento avanzado. El pensamiento matemático avanzado se relaciona generalmente con los procesos que se llevan a cabo para abordar temas de matemáticas avanzadas. Por su parte, el pensamiento matemático básico se refiere a los conocimientos esenciales requeridos para realizar operaciones matemáticas elementales. De acuerdo a Cuevas y Pluvinaje (2017) se definen cuatro estadios de pensamiento matemático básico: *numeracy*, *rationacy*, *algebracy* y *funcionacy*. *Numeracy* o pensamiento aritmético se refiere al conocimiento de números y operaciones aritméticas básicas. *Rationacy* o pensamiento aritmético avanzado trata acerca del conocimiento numérico avanzado, proporciones y manejo de números racionales; la idea de lo que representa una magnitud y algunos elementos de razonamiento lógico (Martínez, Soberanes-Martin y Sánchez, 2017). *Algebracy* o pensamiento algebraico hace referencia a los sistemas matemáticos que involucran leyes de los signos, la solución de ecuaciones y uso de expresiones que incluyen variables, incógnitas o parámetros (Fillo y Rojano, 1989). Finalmente, *funcionacy* o pensamiento funcional se refiere a la actividad cognitiva con que se logra identificar relaciones de dependencia funcional, más allá de las relaciones aritméticas y algebraicas y que no están relacionadas con la aplicación de fórmulas (Martínez, et al., 2017).

Acerca de la medición de este tipo de pensamiento, el EXANI-II es “una prueba de aptitud académica que evalúa las habilidades intelectuales y los conocimientos específicos, considerados básicos e imprescindibles para iniciar estudios de educación superior” (Martínez, et al., 2017, p. 6). Esta prueba está compuesta por dos instrumentos, el de admisión y el de diagnóstico. La sección de admisión es aplicada a todos los aspirantes independientemente de la

carrera o institución a la que estén aplicando, la sección de diagnóstico comprende el dominio de conocimientos específicos al área de estudio para la cual el sustentante aplica. La sección de admisión comprende cuatro secciones: pensamiento matemático, pensamiento analítico, estructura de la lengua y comprensión lectora. El EXANI define el pensamiento matemático como:

La capacidad de comprender y resolver problemas u operaciones que implican el uso de estrategias de razonamiento aritmético, algebraico, estadístico y probabilístico, geométrico y trigonométrico, es decir, comprende el conjunto de conocimientos y habilidades del campo matemático que debieron aprender y dominarse en la educación media superior. (CENEVAL, 2019, p.12).

La sección de pensamiento matemático del EXANI-II ofrece una visión acerca del dominio y desarrollo de los conocimientos matemáticos que componen el pensamiento matemático básico tal como lo definen Cuevas y Pluinage (2017). Los resultados del examen, presentados en una escala llamada índice Ceneval que va de los 700 a los 1300 puntos, ofrecen un indicador del potencial que tienen los aspirantes para iniciar estudios en nivel superior, sobre todo aquellos estudios que involucran el dominio de matemáticas como son las carreras de ingeniería o ciencias.

Razonamiento Covariacional

La parte del pensamiento matemático que desarrolla la comprensión funcional es esencial para la interpretación de modelos dinámicos, la comprensión de conceptos de cálculo y ecuaciones diferenciales (Carlson, Jacobs, Coe, Larsen y Hsu, 2002). El concepto moderno de función, abordado por el pensamiento funcional, fue planteado a partir de conceptos que derivan del razonamiento covariacional continuo, o el razonamiento de cómo varían los valores de dos o más cantidades. Este razonamiento covariacional no era un concepto explícito, sino más bien una manera de pensar.

Al final de la década de 1980 el concepto de razonamiento covariacional aparece en la literatura en los trabajos de Confrey y Thompson. De acuerdo con Thompson y Carlson (2017) Confrey define la covariación como la coordinación de los valores cambiantes de dos variables, mientras que Thompson la define como la concepción de los valores individuales de las cantidades y después conceptualizar dos o más cantidades que varían simultáneamente. Esta

representación de variaciones en dos cantidades es útil para definir y comprender lo que es el concepto de función y los constructos avanzados que de esto se deriva, según el “enfoque de covariacional, una función se entiende como la yuxtaposición de dos secuencias, cada una de las cuales se genera independientemente a través de una secuencia de valores” (Confrey y Smith, 1995, p. 67). El razonamiento covariacional se convierte en una herramienta, o una “manera de pensar” que permite plantear y comprender conceptos que son básicos para un pensamiento matemático avanzado.

El razonamiento covariacional se define formalmente como “las actividades cognitivas involucradas en coordinar dos cantidades variables mientras se atiende a las maneras en que estas cambian una en relación con la otra” (Carlson, et al., 2002). La manera en que el razonamiento covariacional se manifiesta es mediante niveles de desarrollo, los cuales aparecen en orden de sucesión. Una manera de determinar el nivel de razonamiento en que se encuentra un sujeto, es mediante la identificación de las acciones mentales que el sujeto efectúa al resolver problemas de covariación. Estas acciones mentales y los niveles de clasificación a los que corresponden están descritos en la siguiente tabla propuesta por Carlson, et al. (2002) y adaptada por Yemen-Karpuzcu, Ulusoy e Isiksal-Bostan (2015).

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 otra variable.	Nivel 2 (N2): Dirección
Acción Mental 3 (AM3)	Coordinar la cantidad de cambio de una variable con los cambios en la otra variable.	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

De acuerdo a las acciones mentales presentadas por el sujeto, se coloca en uno de los cinco niveles de razonamiento covariacional. Estas acciones mentales son acumulativas, es decir, para que un sujeto se clasifique en el Nivel 1 (N1) basta con que presente la AM1. Sin embargo, para que un sujeto clasifique en el Nivel 2 (N2) tiene que presentar tanto la AM1 como la AM2. Así, para que un sujeto sea clasificado en el Nivel 5 (N5) deberá presentar todas las acciones mentales (AM1 a AM5).

Gracias a las revisiones y contribuciones de varios autores, Thompson y Carlson (2017) proponen una nueva clasificación de los niveles de razonamiento covariacional, en esta, se toma en cuenta el razonamiento variacional de forma separada al razonamiento covariacional. Además, se incluye un nuevo nivel primario y se re catalogan las acciones mentales que definen cada nivel.

Tabla 2. Principales niveles de razonamiento covariacional

Nivel	Descripción
Sin coordinación	La persona no tiene imagen de las variables variando juntas. La persona se enfoca en una u otra de las variaciones de las variables sin coordinar los valores.
Pre coordinación de valores	La persona observa los valores de dos variables cambiando, pero desincronizadamente, una variable cambia, luego cambia la segunda, luego la primera, y así sucesivamente. La persona no anticipa la creación de pares de valores como objetos multiplicativos.
Coordinación robusta de valores	La persona forma una imagen robusta de las cantidades variando juntas, tal como “esta cantidad crece mientras esta cantidad decrece”. La persona no prevé que los valores individuales de las cantidades van juntas. En cambio, la persona prevé un vínculo separado y no multiplicativo en los cambios generales en los valores de dos cantidades.
Coordinación de valores	La persona coordina 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	La persona prevé 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	La persona prevé aumentos o disminuciones (en lo sucesivo, cambios) en el valor de una cantidad o variable (en lo sucesivo, variable) como ocurre simultáneamente con

Nivel	Descripción
	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

Lo ideal es que una persona desarrolle los niveles más altos de razonamiento covariacional, en donde sea capaz de identificar las razones de cambio entre dos variables de manera suave y continua. Las habilidades que se desarrollan mediante el razonamiento covariacional son fundamentales para la interpretación y representación gráfica de la información de una función, así como entender los conceptos principales del cálculo (Carlson, et al., 2002). Sin embargo, el hecho de que un sujeto no presente el nivel de razonamiento covariacional más alto, no quiere decir que este no se pueda desarrollar.

Estudios Sobre Ansiedad Matemática

Las primeras investigaciones acerca de la ansiedad en la educación estaban enfocadas en la ansiedad general, pero con el tiempo el estudio ha previsto aplicaciones específicas para conocer su efecto en situaciones específicas (Moreno-García, 2017).

Las investigaciones realizadas acerca de la ansiedad en la educación se han centrado en diferentes aspectos, la ansiedad a la examinación, la ansiedad y su relación con el desempeño académico, la ansiedad interpretada como una fobia escolar, la ansiedad causada por la necesidad del alumno a cumplir las expectativas de su mentor, etc. Mato (2006) propone que conforme los cursos se vuelven más complejos, la ansiedad en los alumnos puede aumentar o disminuir, dependiendo de sus experiencias.

Los estudios acerca de la ansiedad escolar se han ido enfocando en cursos o materias específicas y la complejidad de las mismas. El concepto de ansiedad matemática o ansiedad hacia las matemáticas (AM) se acuñó con el propósito de estudiar y poder explicar la ansiedad que sienten los alumnos hacia un área específica del conocimiento. Para el propósito de su estudio, la ansiedad matemática se define como un sentimiento de aprensión y miedo hacia las matemáticas (Morsanyi, 2016).

Entre el año 2000 y el año 2015 la investigación acerca de AM ha aumentado en más de 500% (Morsanyi, 2016). La mayoría de estas investigaciones se han realizado en los Estados Unidos y Europa. Aunque en América Latina se ha hecho poca investigación al respecto, el tema

de la ansiedad matemática es uno que últimamente ha despertado el interés de los investigadores y la producción de artículos académicos sobre AM ha ido en aumento.

Una de las primeras investigaciones hechas acerca de la naturaleza de la AM fue la realizada por Hembree en 1990. En una integración de más de 150 estudios, más de 40 artículos, 75 tesis doctorales, entre otros, los estudios de Hembree presentan algunas de las conclusiones más importantes acerca de la AM y su relación con el desempeño académico, los niveles de coeficiente intelectual, las actitudes y rechazo hacia las matemáticas, etc. La conclusión principal que se presenta, y la cual ha servido como base para un gran número de estudios e investigaciones acerca del tema es que “la ansiedad matemática está relacionada con un bajo desempeño en exámenes de aprovechamiento matemático. Se relaciona inversamente con las actitudes positivas hacia las matemáticas y está directamente involucrada con la evasión de la materia” (Hembree, 1990, p. 33).

Específicamente orientados a los propósitos de esta investigación se encuentran las investigaciones realizadas acerca de la relación que existe entre la ansiedad matemática y el desempeño escolar, aquellos que estudian los niveles de AM presentes en estudiantes de diferentes cursos y los que buscan establecer posibles causas para la ansiedad hacia las matemáticas. Son de mayor interés los estudios que se centran en alumnos de educación superior.

El estudio realizado por Legg en 2009 busca determinar si las habilidades meta cognitivas pueden moderar el efecto de la AM en el desempeño, tiempo de reacción y confianza en el área de matemáticas. La razón por la cual este estudio resulta de interés es porque la ansiedad matemática puede afectar el desempeño aun en individuos con alta aptitud para las matemáticas (Legg, 2009). Los resultados de esta investigación sugieren que un aumento en la meta cognición está asociado con una mayor confianza en el desempeño en matemáticas y que los estudiantes con niveles altos de ansiedad se pueden ver beneficiados por el incremento de habilidades meta cognitivas.

Uno de los objetivos de esta investigación es determinar los niveles de AM en estudiantes en el área de ingeniería. En 2011, Leppävirta realizó un estudio para determinar la relación entre los niveles de ansiedad matemática y el desempeño académico en estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromagnética. Sus resultados son relevantes pues indican que aun los alumnos que eligen una carrera en el área de matemáticas pueden presentar niveles altos de AM y esta afecta negativamente sus resultados en exámenes, comprensión de conceptos y solución de problemas.

Si bien es importante estudiar los efectos que tiene la ansiedad matemática en los alumnos, Warwick (2017) centro su investigación en explorar las diferentes causas de AM. Además, su análisis incluyó dos grupos de estudiantes, unos que llevan materias de matemáticas como parte de su especialidad y otros que tienen que llevar cursos de matemáticas como parte del currículo. Los resultados de Warwick indican que no todos los alumnos presentan los mismos niveles de ansiedad matemática, diferenciándose el tipo de curso que estén llevando. Además, determina que existen diferentes causas que generan AM, trabajo sin supervisión, trabajo en el salón de clases, y los diferentes tipos de evaluación fueron los principales causantes de ansiedad matemática.

La investigación acerca de ansiedad hacia las matemáticas en Latinoamérica es relativamente reciente, en 2016 Reali, Jiménez-Leal y Maldonado Carreño realizaron una investigación en las escuelas secundarias de Colombia para determinar la relación entre la AM, el desempeño académico y las diferencias de género. Sus resultados confirmaron los resultados de investigaciones anteriores, determinando que existe una relación negativa entre los niveles de AM y el desempeño académico en el área de matemáticas. Además, sus conclusiones muestran que existe una diferencia en los niveles de AM de acuerdo al género del estudiante, presentándose niveles más altos de ansiedad hacia las matemáticas en niñas que en niños.

También en 2016 Rivera presentó una investigación acerca de la actitud hacia las matemáticas y la presencia y niveles de AM en estudiantes universitarios en Puerto Rico. Esta tesis presenta un análisis de diferentes factores demográficos, sociales y académicos y como estos se relacionan con la AM y con la confianza de los estudiantes hacia las matemáticas. Sus conclusiones concuerdan con la mayor parte de la literatura, indicando que existe una relación entre altos niveles de ansiedad matemática y bajo desempeño académico. También presenta una conclusión interesante, en la que los alumnos que utilizan herramientas tecnológicas presentan mejoría en su desempeño, pero niveles más altos de ansiedad matemática.

Las investigaciones que se han hecho en México acerca de la ansiedad matemática abarcan distintos niveles escolares, desde nivel básico con estudios hechos en primaria, hasta educación superior y posgrado. Existen varios autores que se han dado a la tarea de disminuir la falta de conocimiento acerca de las causas y efectos de la AM en este país e incluso se ha desarrollado un instrumento para medir la AM diseñado en el contexto de la educación universitaria en México.

En 2012 Cardoso, Cerecedo y Ramos realizaron una investigación acerca de la actitud de los estudiantes de posgrado hacia las matemáticas. Si bien el objetivo principal de su investigación no era estudiar la ansiedad matemática como tal, si obtuvieron algunas conclusiones interesantes al respecto. Los autores expresan que los alumnos estudiados “manifestaron una actitud de desconfianza y ansiedad en las situaciones que involucran el empleo de procedimientos matemáticos” (Cardoso, et al., 2012, p.96). Otro resultado favorable de esta investigación fue el diseño y validación de un cuestionario que permite estudiar diferentes factores acerca de la percepción de los estudiantes hacia las matemáticas.

Uno de los autores más prolíficos en el tema de ansiedad matemática en México es García-Santillán. Realizó un estudio para determinar si la AM se puede descomponer en cinco factores (García-Santillán, Escalera-Chávez, Moreno-García y Santana-Villegas, 2015), este determinó que dos de estos, la ansiedad hacia la evaluación y la ansiedad hacia la temporalidad son los que tienen un mayor peso en la ansiedad total de los alumnos universitarios. Además, cuenta con una exitosa aplicación del cuestionario para medir ansiedad matemática (García-Santillán, Edwards, Tejada-Peña, 2015) diseñada por Muñoz y Mato (2007). Este instrumento fue aplicado a estudiantes de primaria concluyendo que el factor que más influye en los niveles de ansiedad matemática es la ansiedad hacia la evaluación. Además, en 2017 en colaboración con Moreno-García, Molchanova y Larracilla-Salazar se realizó una amplia revisión teórica de las contribuciones que forman el concepto de ansiedad y ansiedad matemática.

Eccius-Wellmann y Lara- Barragán desarrollaron en 2016 un cuestionario para medir los niveles de ansiedad matemática en estudiantes de carreras universitarias administrativas e ingenieriles (Eccius-Wellmann y Lara-Barragán, 2016). El resultado fue un cuestionario de 20 preguntas y tres factores que recopilan los aspectos fundamentales de la AM. El cuestionario diseñado fue validado con un coeficiente de alfa de Cronbach por arriba de 0.80 por lo que resulta útil para estudios posteriores. Este mismo instrumento es el que se eligió para medir la variable AM en la presente investigación (anexo 2).

Capítulo 3. Metodología

La naturaleza de la presente investigación es mixta, ya que los instrumentos utilizados para la recolección de datos varían en su naturaleza. Los instrumentos para medir ansiedad matemática (AM) y pensamiento matemático (PM) son de naturaleza cuantitativa. Sin embargo, el instrumento utilizado para medir razonamiento covariacional (RC), así como los métodos utilizados para la clasificación de los sujetos en cada nivel de RC son de naturaleza cualitativa.

Enfoque de la Investigación

El carácter de la investigación es de tipo no experimental, transversal, correlacional. No se pretende hacer ninguna manipulación de las variables y se estudiaron solamente el nivel de AM, el nivel de PM y el nivel de RC de los sujetos en un solo corte de tiempo. Además, se busca determinar si existe una correlación entre las variables antes mencionadas, y de existir, determinar el tipo de correlación que se presente. Se aplicaron dos instrumentos de medición a los sujetos participantes (AM y RC), la tercera variable (PM) fue medida con los resultados del EXANI-II, proporcionados previamente por la institución educativa. Una vez obtenidos los resultados se procedió con los análisis estadísticos correspondientes.

Lugar y Tiempo

Esta investigación se realizó durante el semestre agosto-diciembre 2019; la recolección de datos se realizó durante los meses de octubre y noviembre del mismo año en la ciudad de Chihuahua, Chihuahua.

Población de Interés

La población de interés para esta investigación son los alumnos universitarios que cursen una ingeniería, específicamente aquellos que sean de nuevo ingreso y lleven la materia de cálculo diferencial e integral en el primer semestre de su carrera. La unidad de análisis son los alumnos de nuevo ingreso de la Facultad de Ingeniería de la UACH. El marco muestral se elaboró tomando en cuenta la base de datos de la Facultad de Ingeniería, se pudo identificar el número total de alumnos de nuevo ingreso, así como la carrera a la cual ingresaron y su puntaje en el EXANI-II.

Los participantes de este estudio se escogieron mediante una selección de muestra por conveniencia. Teniendo una población finita de 486 alumnos, utilizando un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5% se obtiene una muestra de 214.5, redondeada a 215 sujetos. Se excluye del muestreo a aquellos alumnos irregulares, es decir, que no sean de nuevo ingreso;

también se excluyen a los alumnos que desertaron de la carrera antes de la aplicación de los instrumentos. A todos los sujetos voluntarios que participan en el estudio se les presenta una carta de consentimiento informado, asegurando la anonimidad de sus datos, así como su derecho a retirarse de la investigación en cualquier momento.

Variables de Estudio

Las variables de estudio que se evalúan son:

- a) Ansiedad matemática (AM): variable independiente
- b) Pensamiento matemático (PM): variable dependiente
- c) Razonamiento Covariacional (RC): variable dependiente/independiente
- d) Sexo: variable independiente
- e) Programa de estudios: variable independiente
- f) Escuela de procedencia: variable independiente

Instrumentos

La recolección de datos se llevó a cabo a través de tres instrumentos aplicados a los alumnos participantes:

- a) Examen Nacional de Ingreso a la Educación Superior (EXANI-II) es un instrumento diseñado por El Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) que se utiliza como recurso en el proceso de admisión para los aspirantes a instituciones de educación superior. Es un examen estandarizado conformado por preguntas de opción múltiple. El examen cuenta con dos categorías: Admisión y Diagnóstico, el examen de admisión es obligatorio mientras que el examen de diagnóstico es opcional y solicitado por cada institución. Para esta investigación, se toman en cuenta los resultados del examen de admisión que tiene como objetivo evaluar la aptitud académica del aspirante, es decir, su capacidad para iniciar estudios de nivel superior. El examen de admisión está dividido en cuatro secciones: Pensamiento Matemático, Pensamiento Analítico, Estructura de la Lengua y Comprensión Lectora. La variable que se pretende medir con este instrumento es Pensamiento Matemático, por lo que se toman los resultados de esta sección para los propósitos de este estudio. En el EXANI-II la sección de Pensamiento Matemático tiene 25 preguntas que buscan medir las capacidades del estudiante para resolver problemas de las distintas áreas de las matemáticas. Los resultados de este instrumento se expresan en una escala llamada Índice CENEVAL, donde el puntaje

mínimo es de 700 puntos y el máximo de 1300 puntos, el examen está diseñado para que la mayoría de los aplicantes obtenga un puntaje de 1000 puntos (Figura 1).

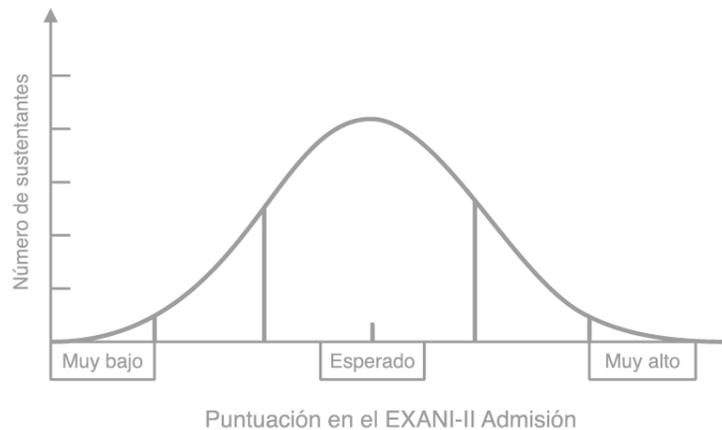


Figura 1. *Índice CENEVAL*

- b) Cuestionario Ansiedad Matemática de Eccius-Welleman y Lara-Barragan (2017) (Anexo 2). Este instrumento fue diseñado para medir el nivel de ansiedad matemática en estudiantes de carreras administrativas e ingenieriles, consta de 20 preguntas en escala Likert que se pueden responder con una de cinco opciones: Casi nunca, A veces, Mas o menos las mitas de las veces, Con frecuencia, Casi siempre. El cuestionario tiene 13 ítems con ponderación positiva y siete ítems con ponderación negativa. Las preguntas de este cuestionario miden el nivel de ansiedad de acuerdo a las tres dimensiones que la componen: actitudes, creencias y emociones. El nivel de ansiedad matemática se cuantificó dando un valor numérico a cada una de las respuestas desde 1 para Casi nunca hasta 5 para Casi siempre, la escala se invierte para los ítems negativos. La suma total de las respuestas obtenidas indica el nivel de ansiedad, con 20 puntos como el nivel de ansiedad más bajo y 100 puntos el nivel más alto.

Para medir la confiabilidad del instrumento se realizó una prueba piloto con 26 participantes de la carrera Ingeniería en Minas y Metalurgia de la Facultad de Ingeniería, UACH. El cuestionario fue aplicado durante el mes de septiembre de 2019 en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería. Se analizaron los resultados aplicando una prueba de confiabilidad y se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de $\alpha=.938$, indicando

que la confiabilidad interna del instrumento es muy alta y es un cuestionario adecuado para la investigación.

Este instrumento se aplicó a los participantes de esta investigación en un formato impreso, además de las 20 preguntas originales, se incluyeron cuatro preguntas para recabar datos generales: sexo, edad, carrera que estudia y preparatoria de procedencia.

- c) Test Razonamiento covariacional adecuado del instrumento utilizado por Yemen-Karpuzcu, Ulusoy e Isiksal-Bostan (2015) (Anexo 3). El instrumento consta de una relación de columnas, por un lado, se tiene el dibujo de cuatro botellas de diferente forma y por otro se tienen cinco graficas que corresponden, todas menos una, a la gráfica del llenado de cada botella. Las botellas y sus graficas se tomaron del material didáctico *The Language of Functions and Graphs* de Swan (1985). Además de seleccionar la respuesta correcta, se pide a los alumnos que justifiquen su selección explicando los motivos por los cuales se eligió cada grafica para cada botella, esta explicación sumada a las respuestas correctas permite clasificar a los sujetos en uno de los cinco niveles de razonamiento covariacional. Este instrumento se aplica en forma impresa al mismo tiempo que el cuestionario de ansiedad matemática.

Los resultados del EXANI-II fueron obtenidos por parte de la Facultad de Ingeniería, son los mismos resultados que se publican en la página de la UACH en las listas de aceptados a cada facultad; de estos resultados solo se considera el puntaje de la sección de pensamiento matemático (PMA). Las respuestas al cuestionario de ansiedad matemática, primero se capturaron para realizar una prueba de confiabilidad interna (alfa de Cronbach), luego se sumó el puntaje total para los análisis posteriores. En el test de razonamiento covariacional se hizo un análisis de cada respuesta y de acuerdo al marco teórico de Thompson y Carlson (2017) se asignó un nivel de razonamiento covariacional entre el cero y el cinco. Con el puntaje de PM, el nivel de AM y el nivel de RC, así como con los datos generales obtenidos, se realizaron los análisis estadísticos pertinentes utilizando el programa SPSS. Además de los análisis descriptivos, se realizó un análisis de correlación de Spearman entre las tres variables principales del estudio: AM-PM, AM-RC y RC-PM.

Capítulo 4. Análisis de Resultados

En esta sección se abordan los resultados obtenidos de la aplicación de instrumentos. Se realizaron diferentes análisis de estadística descriptiva e inferencial para clasificar los resultados y con el propósito de responder a las preguntas de investigación previamente propuestas.

Estadísticos Descriptivos

Mediante un análisis de frecuencias se pudo determinar de los 215 sujetos encuestados cuántos de ellos son hombre y cuantas mujeres, como se distribuyen según la preparatoria de la que egresaron y que carrera cursaban al momento de contestarse el instrumento.

Tabla 3: Clasificación de sujetos por género

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
Hombre	161	74.9	74.9	74.9
Mujer	54	25.1	25.1	100.0
Total	215	100.0	100.0	

Del total de los sujetos encuestados 161 son hombres y 54 son mujeres, esto representa aproximadamente el 75% y 25% respectivamente. Tales proporciones se observan en la Figura 2.

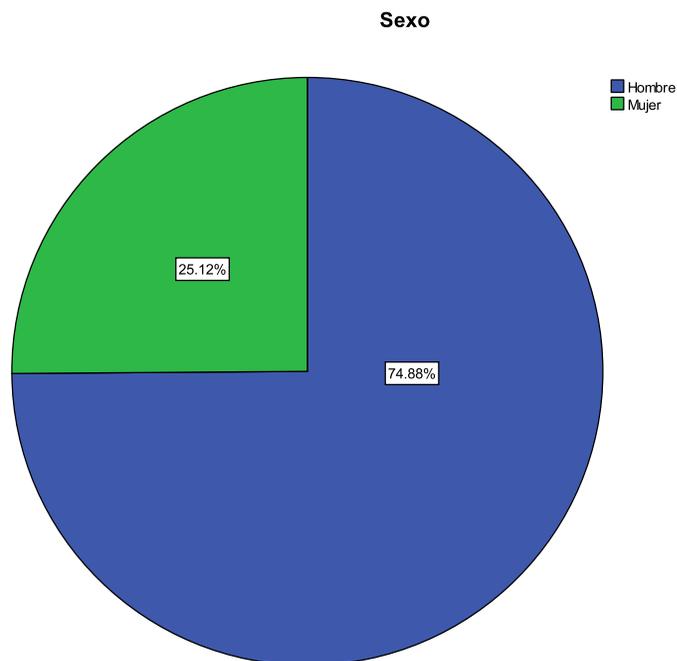


Figura 2. Clasificación de sujetos por género

Se realizó también un análisis de frecuencias de los estudiantes que participaron en la investigación para determinar cómo se distribuían en los diferentes programas educativos que ofrece la Facultad de Ingeniería.

Tabla 4: Clasificación sujetos por carrera

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulado
Civil	55	25.6	25.6	25.6
Ciencias Computación	64	29.8	29.8	55.3
Física	4	1.9	1.9	57.2
Matemática	4	1.9	1.9	59.1
Aeroespacial	32	14.9	14.9	74.0
Geología	32	14.9	14.9	88.8
Minas	8	3.7	3.7	92.6
Sistemas Topográficos	16	7.4	7.4	100.0
Total	215	100.0	100.0	

El mayor número de participantes fueron alumnos de la carrera de Ciencias de la Computación con casi el 30% de los encuestados. Las carreras de Física y Matemática tuvieron la participación más baja con el 1.9% de los encuestados, cada una.

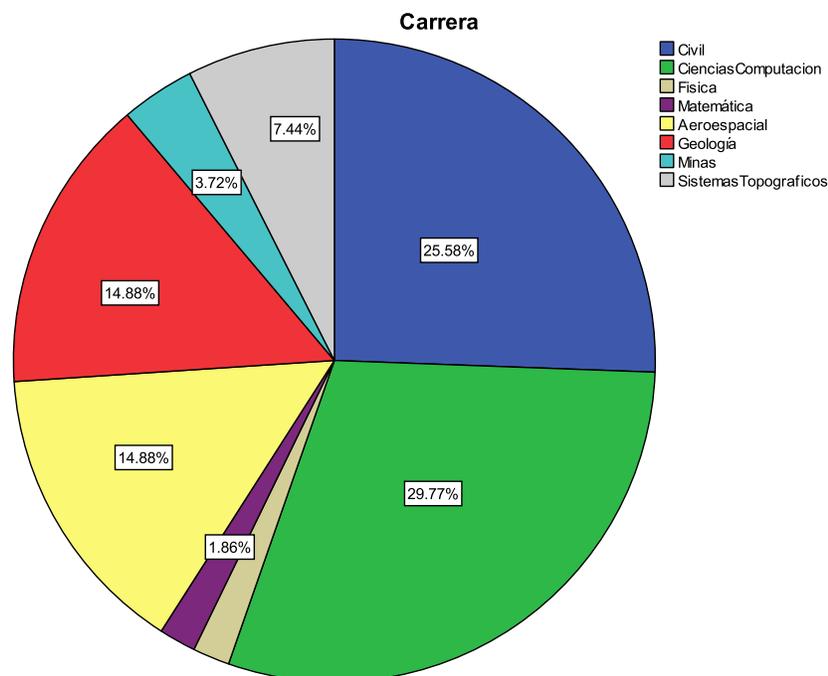


Figura 3. *Clasificación de sujetos por programa educativo*

En el análisis de los resultados de los instrumentos aplicados se hizo una clasificación de las diferentes escuelas preparatorias de procedencia de los alumnos. Se obtuvieron ocho categorías distintas, agrupando a las escuelas según su nombre y obviando los diferentes planteles.

Tabla 5: Clasificación sujetos por escuela de procedencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulado
Valido	COBACH	92	42.8	43.4	43.4
	CBTIS	26	12.1	12.3	55.7
	CETIS	2	.9	.9	56.6
	Particular	34	15.8	16.0	72.6
	Prepa20-30	15	7.0	7.1	79.7
	CECYT	7	3.3	3.3	83.0
	Otro	25	11.6	11.8	94.8
	CBTA	11	5.1	5.2	100.0
	Total	212	98.6	100.0	
Faltantes	Sistema	3	1.4		
Total		215	100.0		

En esta pregunta del instrumento aplicado se tuvieron datos faltantes, tres de los 215 alumnos participantes decidieron no contestar. La mayor parte de los alumnos son egresados del Colegio de Bachilleres del Estado de Chihuahua, siendo el 43% de los encuestados, mientras que solamente dos provienen del Centro de Estudios Tecnológicos industrial y de servicios, representando únicamente el 0.9% de los participantes. Es interesante notar que el 7% de los alumnos encuestados son egresados de la Escuela Preparatoria Activo 20-30 “Albert Einstein” en la ciudad de Delicias, Chihuahua. La distribución completa de esta clasificación se aprecia en la Figura 4.

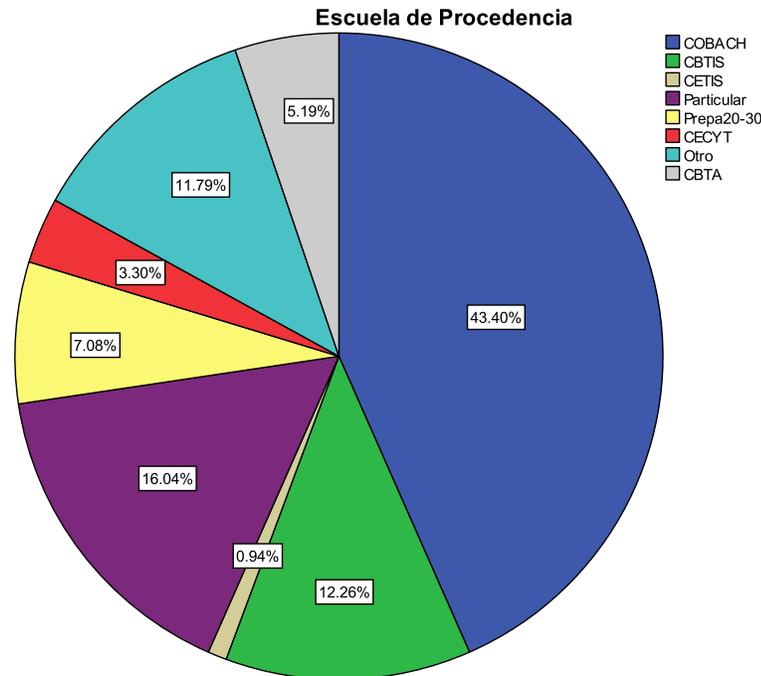


Figura 4. *Clasificación sujetos escuela de procedencia*

Analizando los resultados obtenidos con los análisis de frecuencias nos damos cuenta que la muestra obtenida no es homogénea. Son significativamente más hombres que mujeres encuestados lo cual mantiene el estereotipo de aquellos que estudian ingeniería. De los diez programas educativos que ofrece la Facultad de Ingeniería de la UACH, solo se contó con la participación de alumnos de ocho programas. Aun así, la distribución no es uniforme, la mayor parte de los estudiantes participantes de la investigación son de las carreras Ingeniería Civil e Ingeniería en Ciencias de la computación. De la misma forma, en cuanto a la escuela de procedencia de los alumnos de primer semestre encuestados más del 40% proceden de alguno de los planteles del Colegio de Bachilleres del Estado de Chihuahua; a pesar de que se contabilizaron al menos siete instituciones de educación media superior diferente.

Análisis de Normalidad

Se tomaron los resultados de cada instrumento aplicado y se efectuó una prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov como se recomienda en el manual Métodos Estadísticos con SPSS Aplicados a la Educación (Romo-González y Tarango, 2016) por ser muestras mayores a

50 sujetos. El propósito de esta prueba es determinar si los datos obtenidos se ajustan a la curva normal o distribución de Gauss.

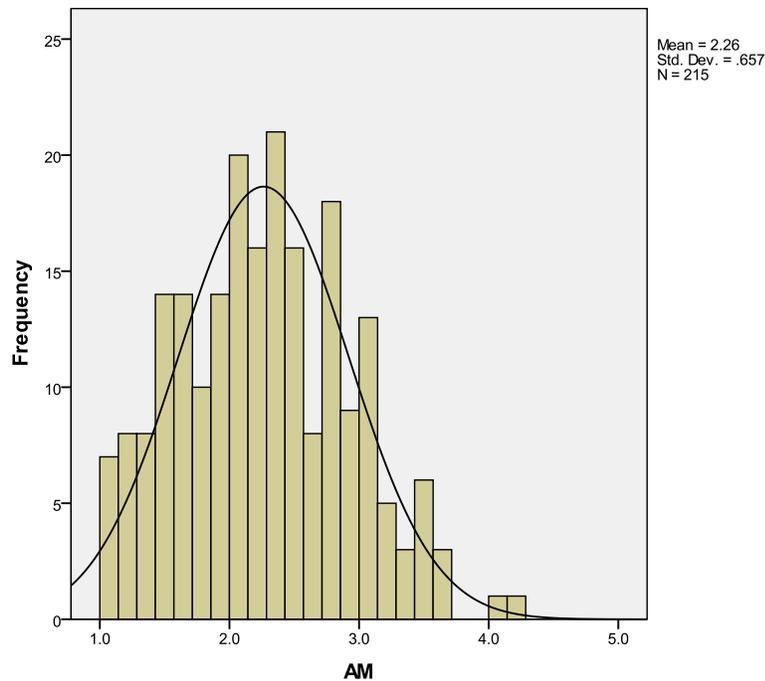


Figura 5: *Histograma con curva normal AM*

Gráficamente se puede apreciar que los resultados del cuestionario de ansiedad matemática parecen ajustarse a la curva normal. Se procedió a comprobar esta hipótesis analíticamente con un valor de confianza del 95%.

Tabla 6: Prueba de normalidad para variable AM

AM	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	.045	215	.200*	.987	215	.050

El resultado del análisis arroja un valor de significancia de .200 el cual es mayor a nuestro α de 0.05. Con un nivel de confianza del 95% es seguro afirmar que el nivel de ansiedad matemática en los alumnos de primer semestre de la Facultad de Ingeniería de la UACH se distribuye normalmente.

Luego se procedió a hacer el análisis para la variable PM. Tomando en cuenta que este puntaje se obtuvo de los resultados publicados por CENEVAL.

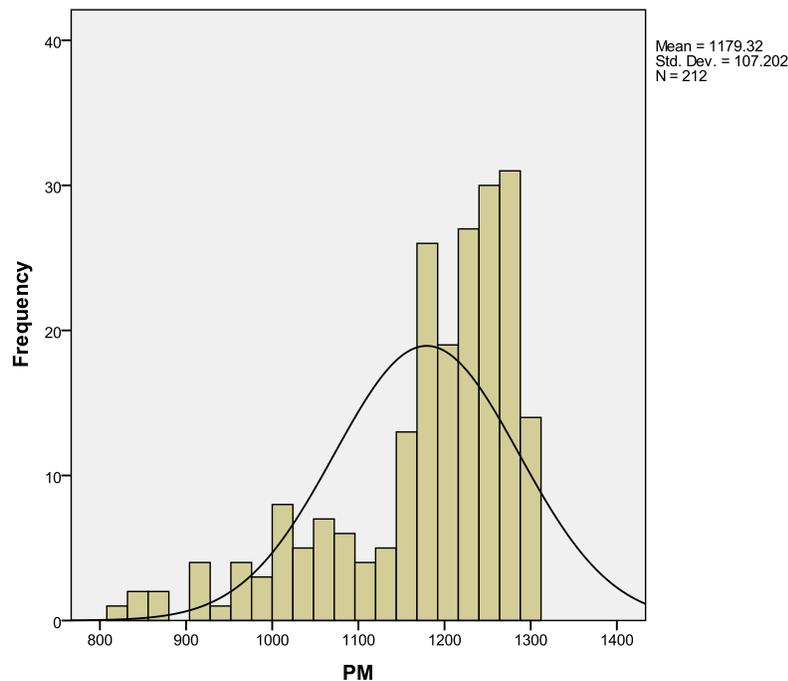


Figura 6: *Histograma con curva normal PM*

Analizando el histograma obtenido, parece ser que los resultados de PM no se ajustan a la curva normal. Fue necesario realizar el análisis de Kolmogorov-Smirnov para verificar la hipótesis.

Tabla 7: Prueba de normalidad para variable PM

PM	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	.196	212	.000	.860	212	.000

El programa arroja una significancia de .000 la cual es menor a $\alpha=0.05$, por lo tanto, se puede asumir con un nivel de confianza del 95% que los resultados del pensamiento matemático medidos por CENEVAL en los alumnos de primer semestre de la Facultad de Ingeniería de la UACH no son normales.

El mismo análisis de normalidad se efectuó para los resultados de la variable RC. Estos resultados se obtuvieron de la aplicación de un instrumento de diseño propio (Anexo 3), 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 (Tabla 2).

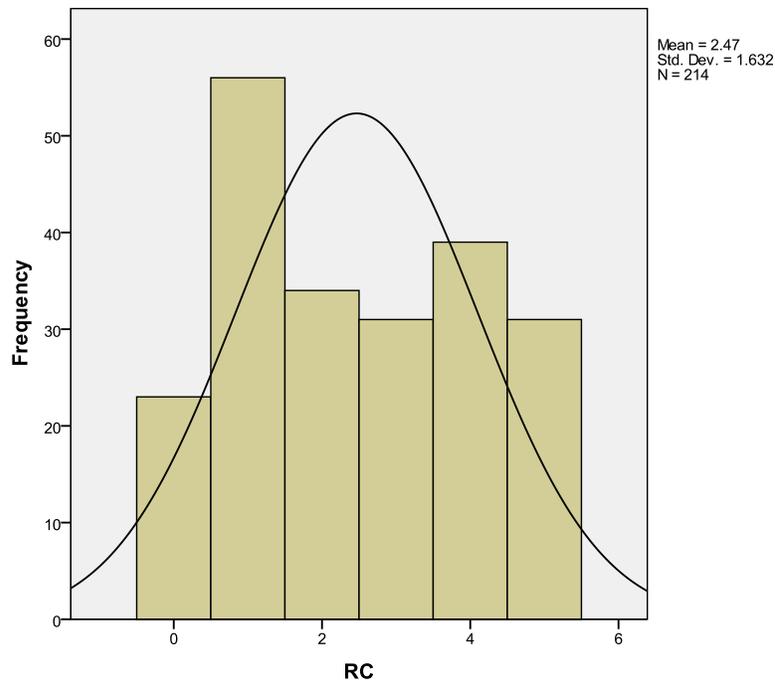


Figura 7: Histograma con curva normal RC

Al analizar el histograma parece ser que los resultados de la variable RC no se ajustan a la curva normal, se hizo también el análisis mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnof.

Tabla 8: Prueba de normalidad para variable RC

RC	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	.185	214	.000	.905	214	.000

Al tener un valor de significancia igual a .000 el cual es menor que el alfa propuesto de 0.05 se concluye que los datos de la variable RC no presentan una distribución normal.

Debido a que dos de las variables no se ajustan a la distribución normal, los análisis posteriores que involucraron a las variables PM y RC se realizaron utilizando métodos de estadística no paramétrica.

Transformación de Variables

Se buscó clasificar a los sujetos de acuerdo a su nivel de ansiedad, para ello se establecieron tres niveles: bajo, medio y alto. Estos niveles se determinaron empíricamente con la media muestral y la desviación estándar, los sujetos clasificados con un nivel de AM bajo se encontraban por lo menos una desviación estándar por debajo de la media, mientras que los sujetos clasificados con un nivel alto de AM se encontraban por lo menos una desviación estándar por arriba de la media (Leppävirta, 2011).

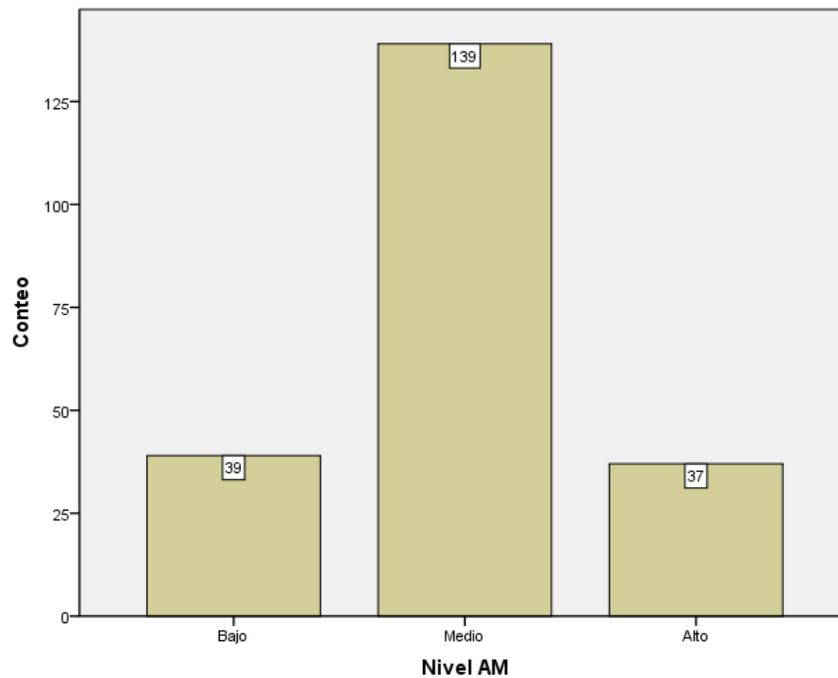


Figura 8: *Histograma clasificación nivel AM*

De acuerdo a la clasificación realizada la mayor parte de los sujetos se pueden clasificar en un nivel de AM medio, esto es con un puntaje total de AM entre 32 y 58 puntos.

Tabla 9: Frecuencias nivel AM

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulado
Valido	Bajo	39	18.1	18.1	18.1
	Medio	139	64.7	64.7	82.8
	Alto	37	17.2	17.2	100.0
	Total	215	100.0	100.0	

El 64.7% de los alumnos encuestados presentan un nivel de AM medio, mientras que el 18% se clasifican como nivel bajo que corresponde a un puntaje total de entre 20 y 32 puntos, finalmente el 17% de los sujetos presentan un nivel de AM alto, con un puntaje de entre 58 y 84 puntos.

Estadísticos Predictivos

Una vez que se estableció el comportamiento de las variables, AM normal, PM y RC no normales, se procedió a hacer uso de la estadística predictiva para determinar si existe correlación entre las variables. Siguiendo el planteamiento de las hipótesis hecho previamente en este trabajo se buscó determinar si el nivel de AM esta correlacionado con los niveles de PM y RC; además se planteó la posibilidad de que PM y RC estuvieran correlacionados a su vez. Gráficamente, las correlaciones propuestas en las hipótesis se representan en el siguiente diagrama:

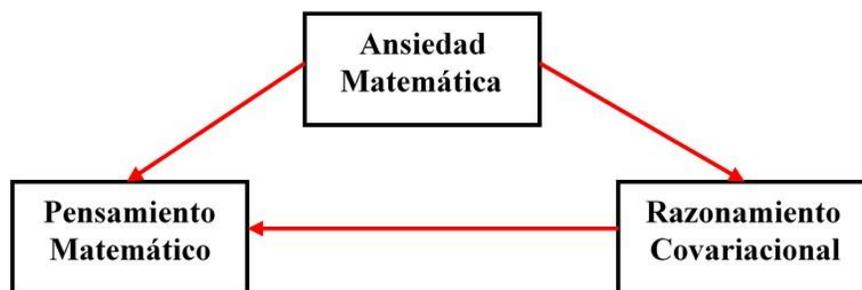


Figura 9: *Correlaciones esperadas*

Análisis de Correlación

Debido a que dos de las variables presentan una distribución no normal, el análisis de correlación que se efectuó es la correlación de Spearman debido a que es una técnica no paramétrica y no depende de la distribución de los datos.

Primeramente, se realizó un diagrama de dispersión entre cada par de variables a estudiar para determinar visualmente si se tenía una tendencia de correlación en alguna de ellas. En la Figura 9, se puede apreciar cierta tendencia lineal entre las variables AM y PM, aunque los datos se acumulan en la esquina superior izquierda de la gráfica la nube de dispersión parece seguir una tendencia de correlación negativa. La Figura 10 parece indicar que no existe una correlación entre las variables AM y RC, no se percibe ningún agrupamiento de los datos, sino que se

distribuyen por casi todo el plano. Finalmente, la Figura 11 parece indicar una ligera tendencia positiva entre RC y PM.

Para comprobar las hipótesis y verificar las observaciones hechas en los graficas de dispersión se realizó el análisis numérico de los datos.

Tabla 10: Correlaciones

		AM	PM	RC	
Rho de Spearman	AM	Coeficiente de Correlación	1.000	-.427**	-.188**
		Sig. (2-colas)	.	.000	.006
	PM	Coeficiente de Correlación	-.427**	1.000	.403**
		Sig. (2-colas)	.000	.	.000
	RC	Coeficiente de Correlación	-.188**	.403**	1.000
		Sig. (2-colas)	.006	.000	.

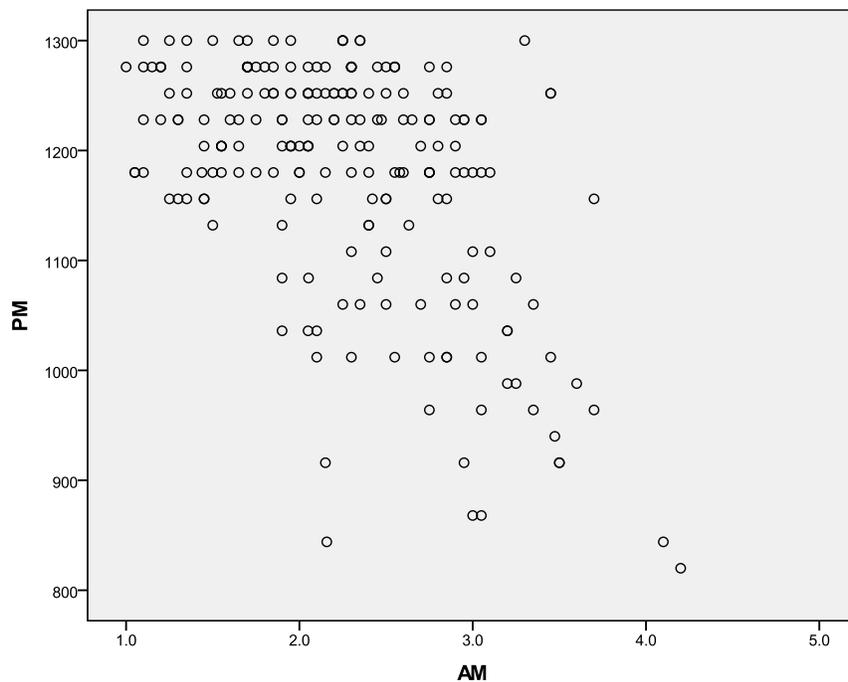


Figura 10: Diagrama de dispersión AM-PM

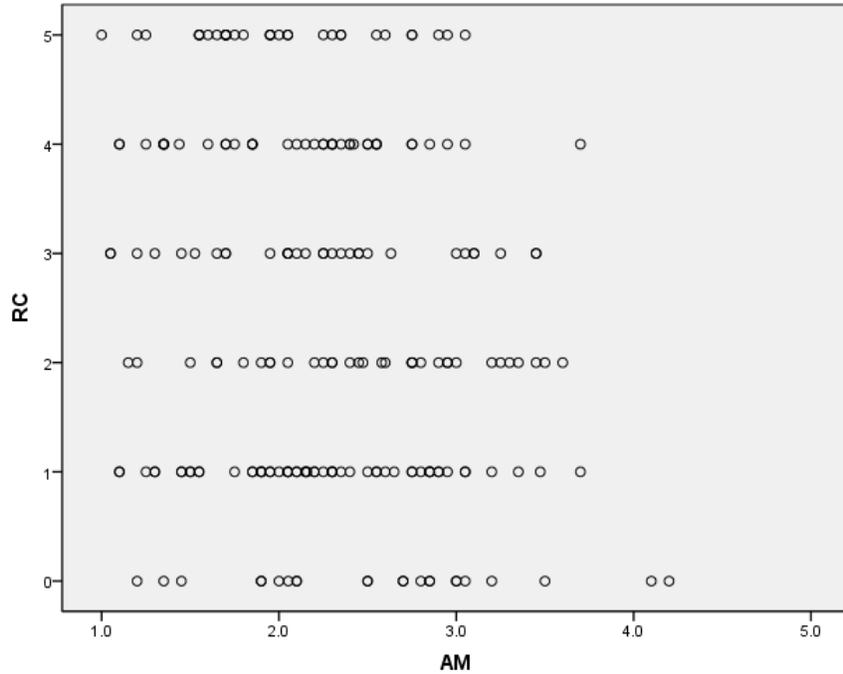


Figura 11: *Diagrama de dispersión AM-RC*

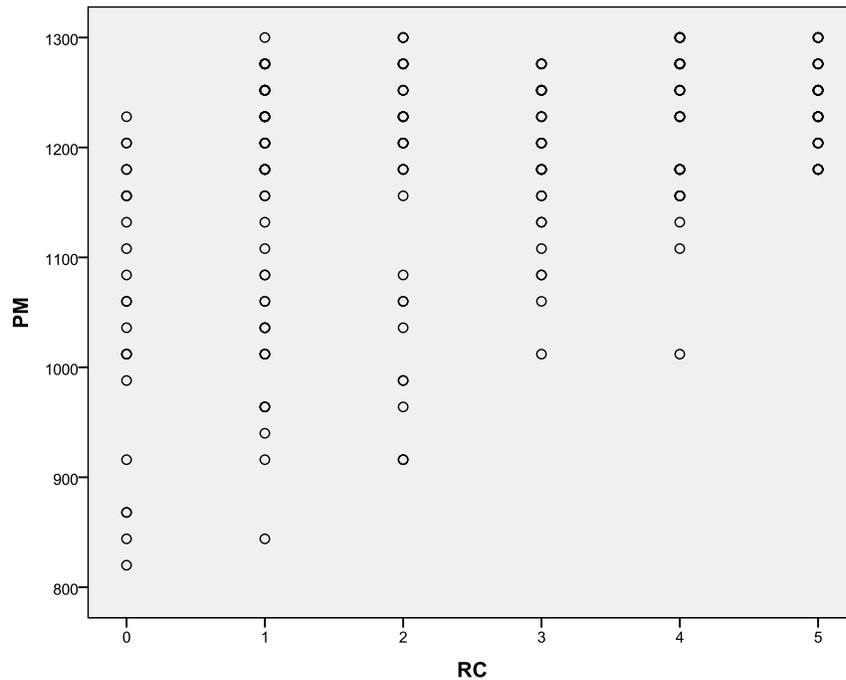


Figura 12: *Diagrama de dispersión RC-PM*

Analizando los resultados de las correlaciones (Tabla 10) y tomando un nivel de significancia $\alpha=0.001$ se pudo concluir acerca de la significancia de las correlaciones tal como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11: Significancia de la asociación

Correlación	Sig.	Grado de Significancia
AM-PM	.000	Altamente significativa
AM-RC	.006	Altamente significativa
RC-PM	.000	Altamente significativa

En los tres pares de variables analizadas se presenta un grado de significancia alto. Esto indica que las correlaciones que se pudieran presentar se pueden aceptar con un nivel de certeza de 99%. Dichas correlaciones se obtuvieron también de la Tabla 10, el análisis de cada uno de ellos se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12: Tipo y nivel de asociación

Correlación	ρ (rho)	Asociación	Relación
AM-PM	-.427	Negativa/Baja	A mayor ansiedad matemática, menos pensamiento matemático.
AM-RC	-.188	Negativa/Casi Nula	La relación es casi inexistente
RC-PM	.403	Positiva/Baja	A mayor razonamiento covariacional, mayor pensamiento matemático.

Los coeficientes obtenidos de ρ para cada par de variables analizadas indican que las correlaciones que se presentan son bajas o casi nulas. Acerca del nivel de ansiedad matemática y el pensamiento matemático se obtuvo un coeficiente $\rho = -.427$, que indica una correlación baja, pero presente. Esta correlación negativa nos permite afirmar que, a mayor nivel de ansiedad matemática, menor es el nivel de pensamiento matemático presentado por el sujeto. De la misma manera, la correlación entre el razonamiento covariacional y el pensamiento matemático presenta un coeficiente de correlación $\rho = .403$ que es considerado bajo, al ser este positivo nos indica que entre más alto nivel de razonamiento covariacional tenga el sujeto, también será más alto su nivel de pensamiento matemático. Sin embargo, la correlación entre ansiedad matemática y razonamiento covariacional, con $\rho = -.188$ aunque negativa, resultó demasiado baja para poder afirmar que existe una asociación entre las variables.

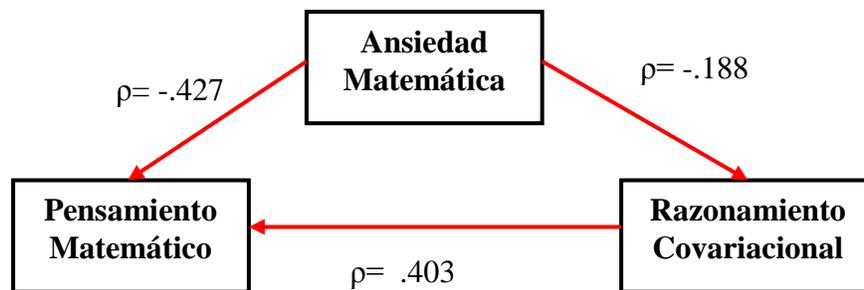


Figura 13: Representación gráfica de correlaciones

Pruebas de Hipótesis

Para poder concluir acerca de los valores generales de las variables estudiadas se realizaron una serie de pruebas de hipótesis acerca de los valores muestrales obtenidos. Para la variable AM se utilizó la prueba de hipótesis T para una muestra, ya que esta variable presenta una distribución normal. Para las variables PM y RC, por ser variables que no se distribuyen normalmente, se utilizó la prueba de Wilcoxon como método no paramétrico.

La prueba de hipótesis T realizada sobre la variable AM fue con el propósito de poder realizar alguna inferencia acerca del parámetro poblacional μ (media). De acuerdo a los datos obtenidos (Tabla 13) la media muestral es de 2.263, 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,

$$H_0: \mu = 2$$

$$H_a: \mu \neq 2$$

Tabla 13: Descriptivos AM

	N	Media	Desviación Std.	Error Std. Media
AM	215	2.263	.6572	.0448

Al analizar el valor de significancia de la prueba T (Tabla 14), se rechaza la hipótesis nula, de esta manera se concluye que el puntaje medio de AM no es igual a 2.

Tabla 14: Prueba de una muestra para $\mu=2$

Valor de Prueba = 2					
t	df	Sig. (2- colas)	Diferencia de la Media	95% Intervalo de Confianza de la Diferencia	
				Inferior	Superior

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

Siguiendo el mismo formato de planteamiento de hipótesis, se buscó determinar si el valor poblacional de la media para la variable AM se puede considerar igual a 2.2. Para ello se realizó una nueva prueba T, analizando los resultados (Tabla 15) se concluyó que se acepta la hipótesis nula en que la media $\mu=2.2$.

Tabla 15: 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
AM	5.868	214	.000	.2630	.175	.351

Para la variable PM se realizó una prueba no paramétrica, la prueba de Wilcoxon se utilizó para determinar el valor de la mediana a nivel poblacional. De acuerdo con lo obtenido en el análisis (Tabla 16) se puede afirmar con un 95% de confianza que el nivel de PM en los sujetos encuestados es de 1200 puntos.

Tabla 16: Prueba de Wilcoxon para PM

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
La mediana de PM es igual a 1,200.00	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de una muestra	1.000	Retener la hipótesis nula.

De acuerdo al índice CENEVAL, se manejan dos puntos de corte en la escala de 700 a 1300 puntos. El primero de ellos es en 1000 y el segundo en 1150; creando así tres niveles de desempeño. El puntaje de 1200 que se puede asignar a los estudiantes de nuevo ingreso de la Facultad de Ingeniería corresponde al nivel sobresaliente.

Para la variable RC también se realizó una prueba no paramétrica por ser una variable que no se distribuye normalmente, además de ser una variable discreta. La prueba de Wilcoxon con un nivel de confianza del 95% indica que la mediana de la variable RC no es igual a dos (Tabla 17). Este resultado no es consistente con los resultados observados, pues la mediana calculada con los datos recabados indica que la mediana de la muestra es igual a dos (Tabla 18).

Tabla 17: Prueba de Wilcoxon para RC

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
La mediana de RC es igual a 2.00	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de una muestra	.000	Rechazar la hipótesis nula.

Tabla 18: Medidas de tendencia central para RC

RC		
N	Valido	214
	Faltantes	1
	Media	2.47
	Mediana	2.00
	Moda	1
	Desviación Std.	1.632
	Mínimo	0
	Máximo	5

Estadísticos multivariados

Con el propósito de analizar a profundidad los datos obtenidos se realizó un análisis de conglomerados con las variables RC y PM. Analizando la Figura 11 y Figura 12 se puede observar que los datos se presentan de manera dispersa en el gráfico, por lo que se buscó agrupar a los sujetos de acuerdo a su nivel de RC y su nivel de PM.

Mediante el análisis de conglomerados se pudo determinar que existen dos grupos de sujetos, mismos que se clasificaron mediante un análisis de comparación de medianas.

Tabla 19: Comparación de medianas PM y RC

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

Con base en los valores obtenidos en la comparación y de acuerdo a la clasificación hecha para el RC (Tabla 2) propuesta por Thompson y Carlson (2017); así como los puntos de corte en el índice CENEVAL (CENEVAL, 2018), los sujetos en cada grupo se clasificaron como: Pensamiento Matemático Sobresaliente-Razonamiento Covariacional con Coordinación

de Valores (PMso-RCc) y Pensamiento Matemático Satisfactorio-Razonamiento Covariacional con Precoordinación de Valores (PMsa-RCp). Los sujetos que pertenecen al grupo 1 son los sujetos clasificados como PMso-RCc, los sujetos clasificados en el grupo 2 son los clasificados como PMsa-RCp.

Tabla 20: ANOVA para grupos

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

Para determinar la independencia de los grupos 1 y 2 se realizó un análisis de varianza, al obtener un valor de significancia igual a .000 se concluye que las medias grupales si son estadísticamente distintas, por lo que se pudo considerar a los sujetos de cada grupo como independientes.

Para visualizar los grupos se realizó un análisis factorial, donde cada factor corresponde a uno de los ejes coordenados.

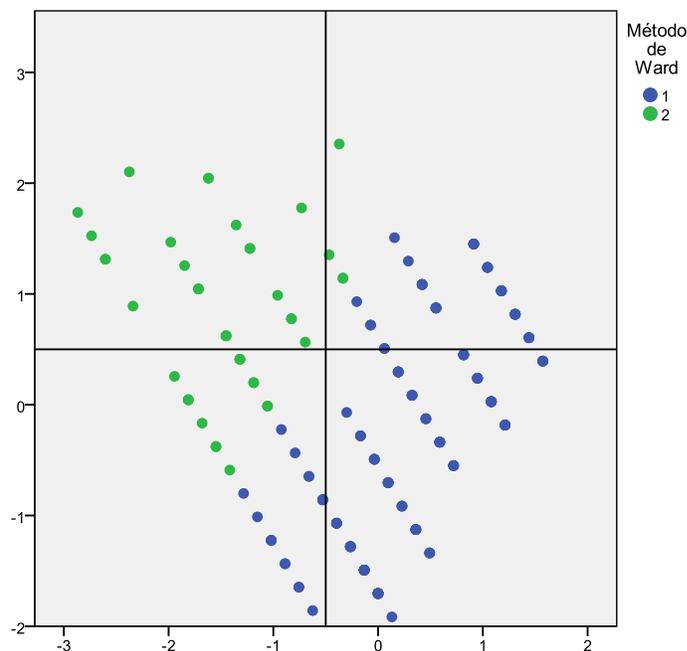


Figura 14: *Dispersión de Grupos*

Tablas de Contingencia

Con la finalidad de determinar si los sujetos PMso-RCc y PMsa-RCp se correlacionan con el nivel de AM (Tabla 9) se realizó un análisis de Chi cuadrada mediante una tabla de contingencia.

Tabla 21: Tabla de contingencia nivel AM-Grupos

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

Del total de sujetos evaluados 39 son PMso-RCc con un nivel de AM bajo, 116 son PMso-RCc con un nivel de AM medio y 14 son PMso-RCc con nivel de AM alto. No hay sujetos que sean PMsa-RCp con nivel de AM bajo, 21 son PMsa-RCp con nivel de AM medio y 22 son PMsa-RCp con nivel de AM alto.

Se buscó determinar si existe una relación entre el nivel de AM y el grupo al cual pertenecen los sujetos.

Tabla 22: Prueba Chi Cuadrada nivel AM-Grupos

	Valor	gl	Sig. asintótica bilateral
Chi Cuadrada de Pearson	49.117 ^a	2	.000
Razón de Verosimilitudes	48.338	2	.000
Asociación lineal por lineal	41.975	1	.000

El nivel de significancia de la prueba indica que, con un nivel de confianza del 95%, si existe una relación entre el nivel de AM y el grupo al cual pertenece cada sujeto. Para determinar el tipo de relación que se presenta se analiza el coeficiente de correlación de Spearman.

Tabla 23: Medidas simétricas de correlación

	Valor	Error Estándar Asintótico	Aprox. T ^b	Aprox. Sig.
--	-------	---------------------------	-----------------------	-------------

Ordinal por	tau-b de Kendall	.427	.051	6.351	.000
Ordinal	tau-c de Kendall	.350	.055	6.351	.000
	Correlación de Spearman	.445	.053	7.196	.000
Intervalo por	R de Pearson	.446	.053	7.222	.000
Intervalo					

De acuerdo al valor del estadístico Correlación de Spearman igual a .445 es válido decir con un 95% de confianza que se presenta una correlación positiva baja, aunque altamente significativa. Esto concuerda con los resultados previamente obtenidos en los análisis de correlación simple (Tabla 12).

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

El primer paso para poder cumplir los objetivos de esta investigación fue determinar el nivel de ansiedad matemática, el nivel de pensamiento matemático y el nivel de razonamiento covariacional de los alumnos de nuevo ingreso de la Facultad de Ingeniería de la UACH.

Al hacer el análisis de los resultados se pudo determinar que los sujetos presentan un nivel de ansiedad medio, lo cual es consistente con estudios previos en donde se propone que los estudiantes de carreras ingenieriles también sufren de ansiedad matemática (Leppavirta, 2011). Esto resulta interesante pues demuestra que el interés por estudiar una carrera cargada en contenido matemático no exime a los alumnos de sufrir miedo o tensión al enfrentarse a las situaciones que involucran el uso de las matemáticas.

A través de los análisis realizados se concluyó que los alumnos de nuevo ingreso a la Facultad de Ingeniería tienen un nivel sobresaliente en pensamiento matemático. De acuerdo a la clasificación dada por CENEVAL, esto indica que los alumnos tienen la capacidad de comprender y resolver problemas que implican el uso de estrategias de razonamiento en todos los elementos que comprenden al pensamiento matemático. Este es el nivel esperado que deben tener los alumnos de primer semestre de acuerdo al perfil de ingreso de la Facultad de Ingeniería, niveles más bajos de pensamiento matemático podrían indicar problemas en los alumnos para la comprensión de los temas abordados en clases con contenido altamente numérico, algebraico o funcional.

Acercas del nivel de razonamiento covariacional, se pudo determinar mediante los análisis realizados que los alumnos demuestran un nivel de razonamiento medio. De los cinco niveles posibles los sujetos de estudio se posicionan en el segundo nivel. Esto indica que los alumnos presentan una coordinación gruesa de valores. Es decir, “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). Esto indica que se está consciente de como los cambios en una variable afectan los cambios en la otra variable, pero no se visualizan estos cambios de manera global, sino como una relación no mutua. Alumnos con este nivel de razonamiento covariacional podrían presentar desafíos en la comprensión de temas específicos de cálculo o física básica.

Continuando con el proceso de análisis se realizaron pruebas para determinar la relación que existe entre la ansiedad matemática, el pensamiento matemático y el razonamiento covariacional. Cumpliendo con el primero de los objetivos específicos se determinó que no existe correlación entre el nivel de ansiedad matemática y el nivel de razonamiento covariacional. Esta conclusión niega la primera hipótesis específica en donde se planteaba que esta correlación era una correlación negativa. El hecho de que estas dos variables no estén correlacionadas indica que la presencia de ansiedad matemática en los sujetos no afecta el desarrollo del razonamiento necesario para comprender las variaciones entre un par de variables.

Para lograr el segundo de los objetivos específicos se realizó un análisis de correlación en el cual se determinó que existe una correlación negativa entre la ansiedad matemática y el pensamiento matemático. Este resultado confirma la segunda hipótesis específica. Esta correlación, aunque existe, es baja, pero nos permite concluir que entre más sea el nivel de ansiedad matemática presente en los sujetos menor nivel de pensamiento matemático alcanzan.

La diferencia entre estos dos resultados y la variación en la confirmación de las hipótesis puede deberse a la diferencia en cómo se analizó cada una de las variables. El instrumento para medir razonamiento covariacional es un test diseñado para que los alumnos expliquen la lógica detrás de su respuesta. Para asignar al alumno a un nivel de razonamiento covariacional se considera la explicación dada así como las respuestas correctas (Anexo 3). Los resultados de la variable pensamiento matemático fueron obtenidos a partir de los puntajes obtenidos por los alumnos al presentar en EXANI-II, el cual es un test estandarizado que califica únicamente si las respuestas son correctas o no.

Una recomendación para estudios posteriores sería poder medir las distintas variables de estudio con instrumentos que tengan una estructura y propósito similar, así como en igualdad de condiciones. Mientras que el EXANI-II cuenta con estrictas condiciones de aplicación, por ser el examen de admisión al nivel superior; el test de razonamiento covariacional fue aplicado en el salón de clases de los sujetos y su disposición para contestar el mismo fue voluntaria, además de que los resultados obtenidos en este no afectaron su desempeño académico en la facultad (Anexo 1).

Con el propósito de demostrar la tercera hipótesis específica y así cumplir con todos los objetivos de esta investigación se determinó que existe una correlación positiva, aunque baja, entre el pensamiento matemático y el razonamiento covariacional. Esto indica que los sujetos

que presentan un pensamiento matemático avanzado también se clasifican en los niveles más altos de razonamiento covariacional, mientras que los sujetos que presentan un nivel bajo de pensamiento matemático se encuentran clasificados en niveles bajos 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).

Para cumplir con el objetivo general de esta investigación e integrar los resultados previos se propuso un análisis similar al presentado por Trezie y Reeve (Trezie y Reeve, 2017). Los autores de este estudio pretenden analizar el impacto que tiene la ansiedad matemática en la memoria de trabajo y en el razonamiento algebraico, al ser una investigación semejante a la que aquí se presenta se analizaron los resultados de manera similar.

Se hizo una clasificación de los sujetos en dos grupos, aquellos clasificados con un nivel alto de pensamiento matemático y de razonamiento covariacional (PMso-RCc) y aquellos clasificados con un nivel bajo de pensamiento matemático y de razonamiento covariacional (PMsa-RCp). Luego, se buscó determinar la manera en que el nivel de ansiedad matemática se relaciona con cada uno de estos grupos. La conclusión a la que se llegó, es que los sujetos que presentan niveles altos de ansiedad matemática se relacionan con el PMsa-RCp. Mientras que los sujetos que presentan niveles bajos de ansiedad matemática se relacionan con el grupo PMso-RCc. Este resultado confirma la hipótesis general de la investigación, en donde se plantea que los alumnos con más ansiedad matemática reflejan niveles bajos de pensamiento matemático y razonamiento covariacional.

Como parte de los análisis de esta investigación se busco relacionar algunas variables sociodemográficas con las variables AM, PM y RC. De esta forma se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los alumnos procedentes de distintas escuelas de nivel medio superior, esto en cuanto a los niveles de AM, PM y RC medidos en esta investigación. Sin embargo, si se presentan diferencias entre los alumnos que cursaban distintas carreras. Al analizar el nivel de AM de los alumnos se encuentra que los alumnos de la carrera Ingeniería Física presentan niveles más bajos de ansiedad que el resto, mientras que los alumnos de la carrera Ingeniero Geólogo presentan el nivel más alto de ansiedad. En cuanto al nivel de PM, los alumnos de la carrera Ingeniero Aeroespacial tienen el puntaje más alto. Por su parte, los alumnos de las carreras Ingeniero Geólogo e Ingeniería en Sistemas Topográficos puntúan más

bajo que los demás. Finalmente, respecto al nivel de RC nuevamente los alumnos de Ingeniero Físico marcan la puntuación más alta, mientras que los estudiantes de Ingeniería en Sistemas Topográficos tienen la puntuación más baja. Inesperadamente los alumnos que estudian la carrera de Ingeniería Matemática tienen la tercera puntuación más baja. Este último resultado valdría la pena estudiarse a profundidad, pues el perfil de la carrera requiere que los estudiantes desarrollen un razonamiento matemático avanzado, situación que es contraria a los resultados obtenidos.

Acercas de los instrumentos empleados se recomienda para investigaciones posteriores en el tema la utilización de un instrumento de medición para pensamiento matemático sobre el cual se tenga control, tanto en su aplicación como en la estructura del mismo. Respecto al instrumento de razonamiento covariacional se sugiere mejorar el aquí presentado (Anexo 3), no limitando el tipo de problemas a la relación de dos columnas o presentando botellas con distintas tendencias de llenado.

Además, sería de interés estudiar los efectos de la ansiedad matemática como estado, es decir, si existen situaciones particulares en las cuales los estudiantes presenten ansiedad matemática y que esta pueda afectar otras áreas de su desarrollo. Resultaría interesante determinar si métodos distintos de evaluación generan niveles distintos de ansiedad matemática en los estudiantes. Debido a las circunstancias vividas al término de esta tesis, con la pandemia mundial generada por el COVID-19 y el cambio a educación a distancia, se sugiere estudiar la ansiedad matemática presente en los alumnos al tomar clases de matemáticas de manera virtual.

La importancia de esta investigación en el marco de la innovación radica en la naturaleza de sus variables y los sujetos de estudio. Si bien existen numerosas investigaciones acerca de la ansiedad matemática y del razonamiento covariacional, por no decir el pensamiento matemático, estas se centran mayormente en niños o en estudiantes de carreras con un perfil social o humanístico. El hecho de que los jóvenes en edad universitaria se decidan a perseguir sus estudios en el área de la ingeniería, la ciencia o la tecnología no los exenta de tener características que los pueden limitar en el progreso de sus estudios. El primer paso para disminuir los efectos negativos que la ansiedad matemática puede tener en los alumnos, es identificar la existencia y el nivel de la misma en los alumnos. Así mismo, reconocer el nivel de razonamiento, en este caso covariacional, en que se encuentran los estudiantes desde su ingreso a

la educación superior es el primer diagnóstico que se debe realizar para la creación de los programas y contenidos escolares.

Referencias

- Álvarez, Y. y Ruiz Soler, M., (2012). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de ingeniería en universidades autónomas venezolanas. *Revista de Pedagogía*, 31(89), 225-249.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación.
- Cantoral, R. (2000). *Desarrollo del pensamiento matemático*. Editorial Trillas.
- 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.
- Carlson, M., Jacobs, S., Coe, E., Larsen, S., Hsu, E. (2002). Applying covariational reasoning while modeling dynamic events: A framework and a study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(5), 352-378.
- CENEVAL (Ed.) (2017). *Reporte de resultados generales de los sustentantes en orden descendente*. <http://resultados.uach.mx/#ingenieria>
- CENEVAL (Ed.) (2018). *El índice CENEVAL*. <http://www.ceneval.edu.mx/documents/20182/34004/ExplicaciondelindiceCeneval.pdf/555a31f3-fe25-47c7-8b80-18776ded7e3d>
- CENEVAL (Ed.) (2018). *Puntos de corte y Niveles de desempeño EXANI-II Diagnóstico*. <http://www.ceneval.edu.mx/documents/20182/35992/Niveles+de+desempe%C3%B1o+EXANI-II.pdf/b831762e-743c-4ddd-bafa-f0b8e708d42e>
- CENEVAL (Ed.) (2019). *Guía del Examen Nacional de Ingreso a la Educación Superior (EXANI-II)*. <http://www.ceneval.edu.mx/exani-ii>
- Confrey, J. y Smith, E. (1995). Splitting, covariation, and their role in the development of exponential functions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26, 66-86.
- Cuevas, C y Pluvinage, F. (2017). Revisitando la noción de función real. *El cálculo y su enseñanza, enseñanza de las ciencias y la matemática*, 8, 31-48.
- 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. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-28722016000100109&script=sci_arttext&tlng=en

- Fennema, E. y Sherman, J. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitudes scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by males and females. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7, 324-326.
- Filloy, E. y Rojano, T. (1989). Solving equations: The transition from arithmetic to algebra. *For the Learning of Mathematics*, 9(2), 19-25.
- Freud, S. (1936). A Disturbance of Memory on the Acropolis. In *The Standard Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud Volume XXII (1932-1936): New Introductory Lectures on Psycho-Analysis and Other Works* (pp. 237-248).
- Furner, J. M., y Gonzalez-DeHass, A. (2011). How do students' mastery and performance goals relate to math anxiety? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 7(4), 227-242. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75209>
- 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>
- García-Santillán, A., Flores-Serrano, M.S., López-Morales, J.S., y Rios- Alvarez, L. (2014). Factors Associated that Explain Anxiety toward Mathematics on Undergraduate Students. (An Empirical Study in Tierra Blanca Veracruz-México). *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(15), 483-493. <https://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n15p483>
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33-46.
- Henslee, A. M., y Klein, B. A. (2017). Using Brief Guided Imagery to Reduce Math Anxiety and Improve Math Performance: A Pilot Study. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 18(4), 32-36. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=127592030&site=ehost-live>
- Hull, C. (1952). *A Behavior system: An introduction to behavior theory concerning the individual organism*. Yale University Press.
- Johnson, S. y Melamed, B. (1979). The Assessment and treatment of children's fears. In B. Lahey y Kazdin, (Eds.), *Advances in Clinical Child Psychology*. (pp. 108-139). Plenum Press.

- Kazelskis, R., Reeves, C., Kersh, M., Gahan, B., Cole, K., Larmon, M., Hall, L. y Holliday, D. (2000). Mathematics Anxiety and Test Anxiety: Separate Constructs? *The Journal of Experimental Education*, 68(2), 137-146. <https://doi.org/10.1080/00220970009598499>
- Lang, P. J. (1968). Fear reduction and fear behavior: Problems in treating a construct. In J. M. Shlien (Ed.), *Research in psychotherapy* (pp. 90–102). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10546-004>
- Lazarus, R. y Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal and coping*. Springer publishing company, inc.
- 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>
- Lewis, A. (1980). Problems presented by the ambiguous word anxiety as used in psychopathology. In Burrows, G.D. y Davies, B. (Eds.), *Studies on anxiety*. (pp. 1-15). Elsevier/North-Holland.
- Lopez-Ibor, J. (1969). La angustia vital. *Actas luso-españolas de neurología, psiquiatría y ciencias afines*. 24(2). 67-77.
- Martinez, M., Soberanes-Martin, A. y Sanchez, J. (2017). Análisis correlacional de competencias matemáticas de pruebas estandarizadas y pre-requisitos matemáticos en estudiantes de nuevo ingreso a Ingeniería en Computación. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*. 8(15). 946-974.
- Mato, D. (2006). *Diseño y validación de dos cuestionarios para evaluar las actitudes y ansiedad hacia las matemáticas en alumnos de educación secundaria obligatoria*. [Tesis doctoral, Universidade da Coruña]. Repositorio Universidade Coruña. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/12688>
- Melgar, A. (2000). El pensamiento: Una definición interconductual. *Revista de investigación en psicología*. 3(1). 23-38.

- 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>
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (Ed.) (2017). *Education at a glance*. www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2017_eag-2017-en.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2018). *Programme for International Student Assessments*. <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- Rachman, S. (1984). Agoraphobia: A safety signal perspective. *Behaviour research and therapy*. 22(1). 59-70.
- Reali, 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>
- Richardson, F. y Suinn, R. (1972). The mathematics anxiety rating scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*. 19(6). 551-554.
- 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]. ProQuest Dissertations Publishing. <https://pqdtopen.proquest.com/pubnum/10249237.html>
- Romo-González, J.R. y Tarango, J. (2016) *Métodos Estadísticos con SPSS Aplicados a la Educación*. Alfagrama Ediciones.
- Sandín, B. y Chorot, P. (1995). Concepto y categorización de los trastornos de ansiedad. In Belloch, A., Sandín, B. y Ramos, F. (Eds.). *Manual de Psicopatología* (pp. 53-80). McGraw-Hill.
- Secretaría de Educación Pública, (2017), *Resultados Nacionales. Educación Media Superior*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. <http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2017/ResultadosNacionalesPlaneaMS2017.PDF>
- Secretaría de Educación Pública. (2014). *Educación básica*. http://www.enlace.sep.gob.mx/ba/estructura_de_la_prueba/descarga拉斯pruebas_aplicadas/

- Sheehan, D. (1982). Panic attacks and phobias. *New England Journal of Medicine*. 307(3), 156-158.
- Sierra, J.C., Ortega, V. y Zubeidat, I. (2003). Ansiedad, angustia y estrés: Tres conceptos a diferenciar. *Revista malestare e subjetividade*. 3(1). 10-59.
- Spielberg, C. (1972). *Anxiety: Current trends in theory and research*. Academic Press.
- Taylor, S. (1986). *Health psychology*. McGraw-Hill Education.
- Thompson, C. y Carlson, M. (2017). Variation, covariation and functions: Foundation ways of thinking mathematically. Mathematical processes and content. In Cai, J. (Ed.) *Compendium for Research in Mathematics Education*. (pp. 421-456). National Council of Teachers of Mathematics.
- Trezise, K., y Reeve, R. A. (2017). The Impact of Anxiety and Working Memory on Algebraic Reasoning. In Xolocotzin, U. (Ed.) *Understanding Emotions in Mathematical Thinking and Learning* (pp. 133-158). Academic Press.
- Warwick, J. (2017). Dealing with mathematical anxiety: Should one size fit all? *The Mathematics Enthusiast*, 14(1), 161–174.
- Wood, E. (1988). Math anxiety and elementary teachers: What does research tell us? *For the Learning of Mathematics*. 8. 8-13.
- Yemen-Karpuzcu, S., Ulusoy, F. y Isiksal-Bostan, M. (2015). Porspective middle school mathematics teachers' covariational reasoning for intepreting dynamic events during peer interactions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 89-108. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9668-8>
- Zegarra, C. y Garcia, J. (2010). *Pensamiento y lenguaje: Piaget y Vygotsky: Trabajo final del seminario de Piaget*. https://www.academia.edu/1370404/Pensamiento_y_Lenguaje_Piaget_y_Vygotsky

Anexos

Anexo 1: Carta de consentimiento informado

Estimado alumno,

La Facultad de Ingeniería de la UACH está colaborando con nosotros en el desarrollo del proyecto de tesis **Correlación entre ansiedad matemática, pensamiento matemático y razonamiento covariacional en alumnos de ingeniería**. La cual se está realizando como parte de la Maestría en Innovación Educativa de la Facultad de Filosofía y Letras de la UACH. Esta investigación tiene como propósito estudiar la posible presencia de ansiedad matemática en los estudiantes de nuevo ingreso de ingeniería y su relación con los niveles de pensamiento matemático y razonamiento covariacional alcanzados.

Se te está invitando a colaborar con la investigación contestando dos instrumentos. El primero es un cuestionario que mide ansiedad matemática, consta de 20 preguntas y es de opción múltiple. El segundo es un test que mide razonamiento covariacional, consta de cuatro preguntas y es de opción múltiple. Contestar ambos cuestionarios llevara como máximo 50 minutos.

La participación en esta investigación, contestando los dos instrumentos, es completamente voluntaria y no afectara en ninguna manera tus calificaciones parciales o finales. En cualquier momento puedes elegir no participar en la investigación o pedir que tus respuestas sean retiradas.

Todos los datos recabados serán confidenciales y utilizados únicamente con fines académicos y estadísticos.

En caso de SI acceder a participar, favor de firmar la presente en la sección indicada.

Nombre y firma

Anexo 2: Instrumento de medición de AM

NOMBRE _____

SEXO H M EDAD _____

CARRERA _____

ESCUELA DE PROCEDENCIA _____

CUESTIONARIO SOBRE ANSIEDAD MATEMATICA

Lea cuidadosamente cada una de las preguntas, responda con la opción que usted considere es más cercana a su realidad.

1. Valoro lo que me deja el esfuerzo por entender las matemáticas.Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **2. La idea de tener que aprender matemáticas me pone nervioso**Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **3. Puedo obtener buenos resultados en matemáticas**Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **4. Cuando estudio matemáticas trato de unir las nuevas ideas con los conocimientos que ya tengo.**Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **5. Me frustra invertir mucho tiempo en trabajar un problema de matemáticas.**Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **6. De manera natural soy bueno para las matemáticas.**Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **7. Las matemáticas me ponen más nervioso que otras materias.**Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **8. Me preocupa aprender temas nuevos en matemáticas.**Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **9. No importa cuánto estudie, las matemáticas son siempre difíciles para mí.**Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **10. Al resolver problemas matemáticos cualquier obstáculo me hace desistir.**Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre **11. Tengo confianza en mis habilidades matemáticas.**

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

12. Matemáticas es una materia que me gusta estudiar.

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

13. Me atrae mejorar mis habilidades cognitivas para comprender las matemáticas.

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

14. Acostumbro abandonar un problema de matemáticas que me parece demasiado difícil o demasiado largo.

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

15. Las matemáticas son mi punto fuerte.

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

16. Puedo estar completamente concentrado al resolver un problema de matemáticas.

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

17. Encuentro útil evaluar mi comprensión al intentar resolver ejercicios y problemas.

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

18. Me gusta insistir hasta solucionar un problema matemático.

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

19. Matemáticas es una materia en la que me gusta invertir tiempo para resolver problemas.

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

20. Tengo la paciencia para resolver problemas matemáticos.

Casi nunca A veces Más o menos la mitad de las veces Con frecuencia Casi siempre

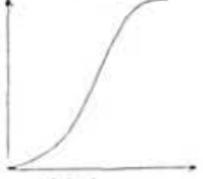
Anexo 3: Instrumento de medición de RC

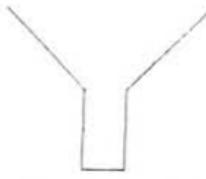
CUESTIONARIO SOBRE RAZONAMIENTO COVARIACIONAL

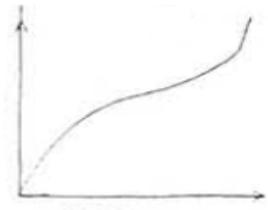
Observe las siguientes botellas con distinta forma, pero igual capacidad. Imagine que cada uno de los siguientes recipientes se está llenando con agua a una razón constante.

Para cada botella elija una de las cinco graficas en la que se describa el cambio de altura en función del volumen y anótelo en el paréntesis de la izquierda. En cada elección explique su razonamiento clara y detalladamente. Si es necesario, puede hacer anotaciones o bosquejos en las gráficas y botellas.

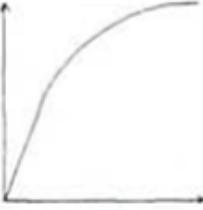
()  **Botella de tinta**

A.  ¿Por qué?

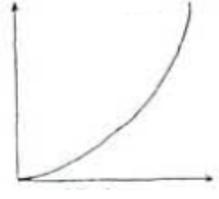
()  **Embudo cerrado**

B.  ¿Por qué?

()  **Matraz de evaporación**

C.  ¿Por qué?

()  **Florero**

D.  ¿Por qué?

E. 