



UNIVERSIDAD DE MURCIA
ESCUELA INTERNACIONAL DE
DOCTORADO

TESIS DOCTORAL

Dominio afectivo de las matemáticas en grados en ingeniería y
en grados en educación

D. Jaime García Montalbán

2024



**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD
DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR**

Aprobado por la Comisión General de Doctorado el 19-10-2022

D. Jaime García Montalbán

doctorando del Programa de Doctorado en

Educación

de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Murcia, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y titulada:

Dominio afectivo de las matemáticas en grados en ingeniería y grados en educación

y dirigida por,

D./Dña. Belén García Manrubia

D./Dña. Inmaculada Méndez

DECLARO QUE:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Si la tesis hubiera sido autorizada como tesis por compendio de publicaciones o incluyese 1 o 2 publicaciones (como prevé el artículo 29.8 del reglamento), declarar que cuenta con:

- *La aceptación por escrito de los coautores de las publicaciones de que el doctorando las presente como parte de la tesis.*
- *En su caso, la renuncia por escrito de los coautores no doctores de dichos trabajos a presentarlos como parte de otras tesis doctorales en la Universidad de Murcia o en cualquier otra universidad.*

Del mismo modo, asumo ante la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada, en caso de plagio, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Murcia, a 22 de mayo de 2024

Fdo.:

Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.

Información básica sobre protección de sus datos personales aportados	
Responsable:	Universidad de Murcia. Avenida teniente Flomesta, 5. Edificio de la Convalecencia. 30003; Murcia. Delegado de Protección de Datos: dpd@um.es
Legitimación:	La Universidad de Murcia se encuentra legitimada para el tratamiento de sus datos por ser necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento. art. 6.1.c) del Reglamento General de Protección de Datos
Finalidad:	Gestionar su declaración de autoría y originalidad
Destinatarios:	No se prevén comunicaciones de datos
Derechos:	Los interesados pueden ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, olvido y portabilidad a través del procedimiento establecido a tal efecto en el Registro Electrónico o mediante la presentación de la correspondiente solicitud en las Oficinas de Asistencia en Materia de Registro de la Universidad de Murcia

Las Doctoras Dña. Belén García Manrubia e Inmaculada Méndez, profesoras de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia, como directoras de la tesis presentada por D. Jaime García Montalbán para aspirar al grado de Doctor.

HACEN CONSTAR:

Que la tesis "**Dominio afectivo de las matemáticas en grados en ingeniería y grados en educación**" realizada por el citado doctorando, reúne las condiciones científicas y académicas necesarias para su presentación.

Murcia, 2024

Dña. Belén García e Inmaculada Méndez

AGRADECIMIENTOS

Posiblemente, el capítulo más complejo de escribir de toda esta tesis. ¿Cómo es posible agradecer en unas líneas a toda esa gente que durante años ha prestado apoyo, o simplemente ha estado presente en los momentos en los que se les necesitaba? No obstante, voy a intentarlo, si no apareces a continuación, pero has estado en mi entorno estos últimos años, estos agradecimientos también son para ti.

Voy a empezar por el principio, los orígenes, mis padres. Sin vosotros, esta tesis no estaría escrita. Y no solo por proporcionarme una formación académica, sino por esa formación no reglada que se imparte en casa, aquella cuyos contenidos son el esfuerzo, la dedicación, el compromiso, la responsabilidad, la perseverancia, la resiliencia, la empatía, la pasión por lo que se hace, y muchos otros que, como no podía ser de otra forma, habéis impartido de forma práctica en casa, siendo vosotros los principales ejemplos a seguir.

Otro aspecto que sin duda allanó el camino hacia esta tesis, ha sido su apoyo incondicional a las decisiones tomadas durante todos estos años. Y no hablo solo de apoyar cuando se emprendían nuevos caminos, sino también cuando ha sido necesario dejar otros atrás y la decisión no ha estado tan clara.

Por supuesto, agradecimientos también a mi hermano y a Horten, que durante todos estos años han prestado un servicio intachable: formar ese núcleo familiar que dota de experiencias, anécdotas y convivencia y que adereza el día a día. Por supuesto, en este pack entran también mis tíos y primos, que se han ganado a pulso asimismo un hueco entre estas líneas.

Damos el salto de lo familiar y entramos en las amistades. Mención especial aquí a Blanca, a Fran y a Jaime (por orden alfabético para que nadie se enfade), y es que, si quejarse fuese un deporte, yo sería medallista olímpico y sin embargo vosotros, lejos de quejarse de mis quejas, habéis escuchado atentamente todas ellas y entre todos hemos conseguido durante años transformarlas en risas y anécdotas y créanme, en ocasiones no ha sido nada sencillo. Pero, sobre todo, por estar ahí, preguntando en los momentos en lo que sabíais que había que preguntar y preguntando también cuando sabíais que no había que preguntar, porque al final la amistad es eso, los buenos ratos y los no tan buenos.

Y aquí es donde quizá meto un poco la pata y dejo a alguien sin mencionar, pero sois tantos los amigos que incluiría, que habría que hacer una lista y meterla en los anexos. Por ello, si hemos cenado juntos, hemos celebrado juntos, hemos hablado sentados en un banco, hemos tenido largas conversaciones por WhatsApp o simplemente hemos echado un partido de pádel que me ha servido para desconectar un ratillo, estos agradecimientos también son para ti.

Se acerca el momento álgido de estos agradecimientos. Procedo a hablar de mis compis. Otro punto en que la lista sería interminable. Todos vosotros habéis servido de inspiración, habéis sido referentes a los que seguir, con vosotros he aprendido en todos los sentidos de la palabra. Mención especial a Andrea, Jose, Manina, María y Miguel (de nuevo por orden alfabético, por supuesto). Me vienen a la mente las palabras inspiración, pasión, amor por su trabajo, dedicación y esfuerzo. Hacéis que aquello de trabajar en equipo cobre todo el sentido del mundo y se convierta en una fuente de

buena energía, cooperación y aprendizaje. Vivisteis mis comienzos y me alegra que estéis aquí para compartir conmigo este pequeño gran logro profesional y académico.

Siguiendo con el ámbito profesional, gracias también a ISEN Centro Universitario y a todas las personas que trabajan en él día a día. Además de a los profesores, a secretaría y a dirección, que me habéis permitido en estos años ser creativo en mi trabajo y que habéis apoyado todos los proyectos educativos en los que nos hemos embarcado.

Para finalizar voy a tomarme la licencia de modificar el refranero. Y es que, por último, y por ello más importante, merecen mención de honor mis directoras de tesis.

Inma, te lo he comentado en alguna ocasión, pero no quería perder la oportunidad de plasmarlo. Gracias. Tenía claro que, si hacía una tesis, tenías que ser tú la tutora. No eres consciente de ello, pero apareciste en un momento de mi vida algo confuso y me devolviste la pasión por la educación que durante años había estado escondida en algún lugar de mí. Pero no solo eso, durante estos años has velado, no solo por la tesis, sino que me has orientado y te has preocupado por mi bienestar en los momentos de mayor estrés. Y, sobre todo, por mostrarme una apasionante forma de entender y vivir la enseñanza. Por todo ello, y muchísimo más, mil gracias.

Una de las cosas que más tengo que agradecerte, Inma, es haberme presentado a Belén. En un principio, no nos conocíamos, pero todo lo que había oído sobre ella eran halagos al más alto nivel tanto en el terreno profesional como en el personal. Por ello, cuando la conocí, pude comprobar que todo aquello que decían se quedaba corto. Su

organización, capacidad de análisis y perspectiva han permitido que esta tesis haya salido hacia delante en medio de lo que en muchas ocasiones parecía un vendaval.

Y aunque esto pueda sonar algo arrogante quizá, me salgo de lo convencional y añado unos agradecimientos hacia mí mismo. Porque en los últimos años he aprendido que, a pesar de que la organización y la planificación son importantes, obsesionarse con un futuro estructurado no siempre es la mejor opción. Cuando la vida plantea oportunidades, es necesario salirse del camino, aunque este te lleve a un futuro incierto que se aleje de todo aquello que estaba preestablecido, y más si esa ruta apunta hacia un futuro cargado de proyectos ilusionantes y metas apasionantes.

Por ese motivo, gracias a ese Jaime que se permitió dar un golpe de timón hacia un rumbo que conducía a la que había sido desde adolescente su pasión, la educación, y gracias al cual hoy se encuentra viviendo aquella frase que dice que “si te apasiona tu trabajo, no trabajarás nunca”, lo que le permite llegar cada día al trabajo con una sonrisa y cargado de energía y que sin duda ha sido el caldo de cultivo perfecto para el desarrollo de esta tesis.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	9
ÍNDICE DE TABLAS	17
ÍNDICE DE FIGURAS	19
INTRODUCCIÓN	21
PARTE TEÓRICA	27
INTRODUCCIÓN	29
CAPÍTULO 1. DOMINIO AFECTIVO	33
INTRODUCCIÓN.....	37
1.1. EL DOMINIO AFECTIVO: EL CONCEPTO.....	38
1.2. IMPORTANCIA DE LA AFECTIVIDAD EN MATEMÁTICAS	38
1.3. EL DOMINIO AFECTIVO Y SU INFLUENCIA EN EL PROCESO DE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS	39
1.3.1. CREENCIAS.....	41
1.3.2. EMOCIONES.....	42
1.3.3. ACTITUDES.....	42
1.4. LA AFECTIVIDAD EN MATEMÁTICAS EN LA LEY EDUCATIVA.....	44
1.5. STEM COMO RESPUESTA A LA CONTEXTUALIZACIÓN DEL APRENDIZAJE	53
CAPÍTULO 2. ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS	57
INTRODUCCIÓN.....	61
2.1. FACTORES INFLUYENTES EN LAS ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS	62
2.1.2. AGRADO	63
2.1.2. MOTIVACIÓN	65

2.1.3. UTILIDAD	67
2.1.4. CONFIANZA	68
2.1.5. ANSIEDAD.....	70
2.2. ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ...	73
CAPÍTULO 3. COMETER ERRORES EN MATEMÁTICAS Y SU AFECTIVIDAD.....	79
INTRODUCCIÓN.....	83
3.1. EL PAPEL DEL ERROR EN LA EDUCACIÓN	84
3.2. COMETER ERRORES EN MATEMÁTICAS.....	87
3.3. AFECTIVIDAD EN LA COMISIÓN DE ERRORES.....	89
PARTE EMPÍRICA	95
INTRODUCCIÓN	97
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	101
INTRODUCCIÓN.....	105
4.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	105
4.1.1. OBJETIVO GENERAL	105
4.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	105
4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES DEL ESTUDIO	106
4.3. VARIABLES DEL ESTUDIO.....	109
4.4. INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	110
4.4.1. ESCALA SOCIODEMOGRÁFICA.....	110
4.4.2. ESCALA DE ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS DE AUZMENDI.....	110
4.4.3. ESCALA PARA MEDIR LA AFECTIVIDAD HACIA EL ERROR EN MATEMÁTICAS DE IBARRA-GONZÁLEZ Y ECCIUS-WELLMANN	112

4.5. PROCEDIMIENTO	116
4.6. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	117
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS Y RESULTADOS	119
INTRODUCCIÓN.....	123
5.1. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS	123
5.1.1. ANÁLISIS DE MEDIAS EN ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS	123
5.1.2. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS EN LA DIMENSIÓN AFECTIVA EN LA COMISIÓN DE ERRORES EN MATEMÁTICAS	130
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	139
INTRODUCCIÓN.....	143
6.1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PARA LAS ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS.....	143
6.1.1. UTILIDAD	143
6.1.2. ANSIEDAD.....	144
6.1.3. AGRADO	145
6.1.4. CONFIANZA.....	146
6.1.5. MOTIVACIÓN	146
6.1.6. ACTITUD GLOBAL.....	147
6.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PARA DIMENSIÓN AFECTIVA HACIA LA COMISIÓN DE ERRORES EN MATEMÁTICAS.....	148
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.....	151
INTRODUCCIÓN.....	155
7.1. ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS	155
7.2. DIMENSIÓN AFECTIVA EN LA COMISIÓN DE ERRORES EN MATEMÁTICAS ...	157

7.3. IMPLICACIONES EDUCATIVAS DE LA DIMENSIÓN AFECTIVA EN LA COMISIÓN DE ERRORES EN MATEMÁTICAS	159
CAPÍTULO 8. APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS, LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	161
INTRODUCCIÓN.....	165
8.1. APLICABILIDAD.....	165
8.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	166
8.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	167
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169
ANEXOS	189
ANEXO 1. INFORME FAVORABLE DE LA COMISIÓN DE ÉTICA.....	191
ANEXO 2. CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA A LAS MATEMÁTICAS.....	195
ANEXO 3. CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA EL ERROR EN MATEMÁTICAS.	199
ANEXO 4. INSTRUCCIONES A LOS PARTICIPANTES.	203

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales características sociodemográficas de los participantes en el estudio	109
Tabla 2. Ejemplos de ítems del instrumento sobre actitudes hacia las matemáticas	112
Tabla 3. Ejemplos de ítems del instrumento sobre la dimensión afectiva en la comisión de errores en matemáticas	116
Tabla 4. Prueba de Levene para la igualdad de varianzas en actitudes hacia las matemáticas.....	124
Tabla 5. Prueba t de Student para muestras independientes en actitudes hacia las matemáticas.....	125
Tabla 6. Medias en actitudes hacia las matemáticas.....	127
Tabla 7. Prueba de Levene para la igualdad de varianzas en dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas	131
Tabla 8. Prueba t de muestras independientes en dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas.....	132
Tabla 9. Medias en dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descriptores de la dimensión afectiva de las matemáticas según Gómez Chacón (2000)	41
Figura 2. Distribución de los Reales Decretos en la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación	45
Figura 3. Factores que influyen en las actitudes hacia las matemáticas (Fernández Cézar y Aguirre Pérez, 2010; Naya et al., 2014; Nortes y Nortes, 2014, 2017)	63
Figura 4. Organización de la afectividad hacia el error en matemáticas (Ibarra-González y Eccius-Wellmann, 2018).....	91
Figura 5. Objetivo general y objetivos específicos de la investigación.....	106
Figura 6. Grados cursados por los participantes del estudio	107
Figura 7. Edad de los participantes en el estudio	108
Figura 8. Factores que influyen en la dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas (Ibarra-González y Eccius-Wellmann, 2018)	114
Figura 9. Resumen de resultados para actitudes hacia las matemáticas	126
Figura 10. Comparativa de medias por factor para actitudes hacia las matemáticas	128

Figura 11. Media total en actitudes hacia las matemáticas..... 130

Figura 12. Resumen de resultados para dimensión afectiva hacia la comisión de
errores en matemáticas..... 134

Figura 13. Comparativa de medias por factor para dimensión afectiva hacia la
comisión de errores en matemáticas..... 136

INTRODUCCIÓN

Esta tesis está enmarcada dentro de las líneas de investigación de las docentes Belén García e Inmaculada Méndez que versan acerca de los aspectos afectivos en el contexto universitario y la dimensión afectiva de las matemáticas.

Esta tesis consta de un marco teórico que encuadra los objetivos del estudio entorno al dominio afectivo de las matemáticas, así como la afectividad hacia la comisión de los errores de los estudiantes de titulaciones de dos ramas de conocimiento totalmente opuestas cuando se observan desde una perspectiva matemática, no solo por los contenidos estudiados en cada una de ellas sino por el enfoque disciplinar que se le da a esta disciplina en cada titulación estudiada.

Por un lado, se estudiará a estudiantes de grados en ingeniería, para los cuales las matemáticas simbolizan, sin duda, la columna vertebral de toda su formación. La inmensa mayoría de las asignaturas que reciben se apoyan en las matemáticas, siendo así una parte fundamental en su formación. Por otro lado, se encuentran los estudiantes de los grados en educación, para quienes las matemáticas representan una parte importante de su formación, ya que entre sus labores profesionales está la de enseñar matemáticas en su futura práctica docente, aunque no constituye el eje vertebrador a lo largo de todo el grado, como lo es para los estudiantes de los grados en ingeniería.

Estas diferencias hacen que el estudiante perciba la materia de una forma totalmente diferente, ya no solo por el nivel de dificultad que pueda haber en cada uno de los grados, sino por el contexto en que se estudian las matemáticas en estos grados. Este puede afectar a la percepción del estudiante hacia la materia y, por consiguiente, también a su percepción de la utilidad de las matemáticas. Asimismo, estos factores pueden influir, de forma concomitante, el rendimiento del estudiante en la materia y al aprovechamiento y éxito en la misma.

Esta tesis doctoral también incluye un apartado empírico en el cual se detalla el marco metodológico, especificando los instrumentos administrados con la finalidad de obtener los datos sobre las actitudes de las matemáticas y los afectos hacia la comisión de errores, así como las características de los participantes en la investigación. Además, este apartado presenta los resultados tanto para los descriptores utilizados para medir de este modo las actitudes que se poseen con respecto a las matemáticas como para la afectividad hacia el error en matemáticas. Se discuten los resultados extraídos del análisis de los datos, contextualizándolos con las investigaciones previas por otros investigadores. Por último, se extraen conclusiones y se abordan las limitaciones y prospectivas.

Por lo que la tesis doctoral pretende ser un marco para el estudio y análisis tanto de las actitudes hacia las matemáticas como de los afectos hacia la comisión de errores, teniendo en cuenta la titulación que se cursa. Esto facilitará realizar comparativas entre los factores de estudio e identificar aquellos elementos que más condicionan el aprendizaje matemático.

Cabe mencionar que la relevancia de este estudio radica no solo en conocer las actitudes hacia las matemáticas o los afectos hacia la comisión de errores en esta disciplina de los estudiantes que cursan las titulaciones objeto de estudio, sino también en el análisis del contexto y las circunstancias en el que se desarrollan y evolucionan esos estudiantes. Es clave conocer su entorno y cuáles son aquellos factores que más influyen en su desempeño académico en esta asignatura, identificando cuáles son aquellos aspectos sobre los que se puede influir desde la posición del docente para promover y estimular su desempeño académico y a afianzar su aprendizaje matemático.

Además, los resultados obtenidos permitirán discernir cuáles son las luces y sombras en el contexto de los procesos educativos en cada una de las titulaciones. Esto servirá para reforzar aquellos aspectos en los que se considere que los mecanismos seguidos han sido insuficientes o errados y, por lo tanto, posibilitar el diseño de estrategias con las que combatir la mala predisposición estudiantil hacia las matemáticas.

A pesar de las limitaciones del estudio, propias de cualquier investigación, las conclusiones que se puedan extraer del mismo pueden arrojar luz sobre ciertas cuestiones que han sido objeto de debate durante años en torno a las matemáticas y su enseñanza. Asimismo, se podrían corroborar o desmentir ciertos mitos que podrían estar influyendo en la forma en que los estudiantes afrontan esta materia.

PARTE TEÓRICA

INTRODUCCIÓN

El presente marco teórico ha sido dividido en subapartados, cada uno de los cuales permite justificar los objetivos perseguidos a lo largo de la investigación. Estos apartados reflejan las aportaciones de las principales investigaciones que permitirán concretar los objetivos del estudio.

En primer lugar, se estudiarán la definición y los distintos aspectos de la afectividad, centrándose específicamente en el dominio afectivo de las matemáticas. Esto proporcionará un marco en el que abordar los aspectos afectivos hacia las matemáticas como los cimientos fundamentales para entender el vínculo existente entre el estudiante y la asignatura, y cómo todo ello tiene su reflejo en el futuro profesional de los estudiantes, sea cual sea la titulación de la que provengan. Seguidamente, se estudiarán los tres descriptores: emociones, creencias y actitudes, que constituyen la dimensión afectiva de las matemáticas y que conforman los cimientos del primer tramo de la investigación, indagando en los diferentes aspectos de las mismas y prestando especial atención a los afectos implicados.

Finalmente se estudiará el error en matemáticas y cómo afecta la comisión de errores a los afectos en esta disciplina. A pesar de que todos en algún u otro momento tenemos que enfrentarnos al error y sus consecuencias, cuando se trata del estudio de un área como son las matemáticas, los errores cobran una especial relevancia, ya que pueden influir de manera muy sustancial en las actitudes del estudiantado y la forma en la que perciben y se enfrentan a la asignatura. Por tanto, será fundamental una correcta orientación hacia el error que permita, lejos de bloquear a los estudiantes, incentivarlos a continuar en el camino del aprendizaje comprendiendo que forma parte del mismo.

CAPÍTULO 1. DOMINIO AFECTIVO

"Para hacer una tarta de manzana primero tienes que crear un universo"

Carl Sagan

Astrofísico, astrónomo, cosmólogo, astrobiólogo, escritor y divulgador científico

INTRODUCCIÓN

Son innumerables las aplicaciones de las matemáticas que las personas, sean del ámbito que sean, vivan donde vivan y tengan la edad que tengan, se encuentran a lo largo del día. Sin embargo, no siempre se reconoce el impacto que poseen en la sociedad y la repercusión que sus avances generan en ella. Campos de estudio como la economía, la informática, la geometría, la estadística, la física, la química o la ingeniería están íntimamente ligados al desarrollo matemático y, por lo tanto, los avances de uno quedan supeditados a los avances del otro, siendo la sinergia que se genera cuando cada uno de estos campos trabaja en consonancia con las matemáticas la que permite y da lugar a grandes avances en la sociedad. A su vez, quizás como consecuencia de su vasto campo de aplicación, todas estas aportaciones gozan de una gran visibilidad. Desde los dispositivos móviles hasta en la televisión, pasando por periódicos, publicaciones o el trabajo diario, la presencia de las matemáticas es innegable y el contacto de las personas con ellas es inevitable, aunque no sean plenamente conscientes de estar trabajando con ellas.

No obstante, a pesar de esta abrumadora presencia, las matemáticas generan sensaciones dispares en las personas que trabajan con ellas. Desde una perspectiva educativa, no siempre es fácil su enseñanza, pues son comúnmente percibidas como algo abstracto y difícil de asimilar por parte del estudiantado. Las razones detrás de esta percepción hacia la materia son muy diversas, pero es innegable que este punto de partida hace que sea muy dificultosa la posibilidad de generar agrado por la materia en los estudiantes que la cursan, algo que sin duda agrava esta percepción inicial y perpetúa el mito en futuras generaciones.

1.1. EL DOMINIO AFECTIVO: EL CONCEPTO

En primer lugar, es imprescindible delinear el marco sobre el cual se sustentan gran parte de los conceptos que serán descritos en los próximos apartados. Este marco se refiere al dominio afectivo, un concepto que ha sido trabajado por numerosos investigadores a lo largo de los años y que, como se recoge a continuación, ha sido definido de formas diferentes en todo este tiempo.

En sus investigaciones, Krathwohl et al. (1964), McLeod et al. (1989) y McLeod (1992) definen el dominio afectivo como una amplia variedad de emociones y estados mentales que se consideran separados del conocimiento. Por su parte, Krathwohl et al. (1964), incluyen en su definición aspectos como las actitudes, los gustos y las preferencias, las creencias, así como los sentimientos, las emociones y valores de los individuos. Por otro lado, McLeod (1992) reduce su visión del dominio afectivo a tres descriptores: actitudes, creencias y emociones, y establece su definición como un extenso rango de diversos sentimientos así como estados de ánimo que, de manera generalizada, tienen la consideración de entidades separadas de lo estrictamente cognitivo (McLeod et al., 1989). Sin embargo, otros autores, como es el caso de Ávila Contreras y Díaz Moreno (2019), volverían a incluir en esta lista el concepto de valores años más tarde.

1.2. IMPORTANCIA DE LA AFECTIVIDAD EN MATEMÁTICAS

Para comprender la relevancia del dominio afectivo en matemáticas, el primer requisito indispensable es aludir al rol crucial de las matemáticas en el mundo actual. Como se ha mencionado anteriormente, no solo es relevante en los contextos científicos, donde son sin duda un eje central, sino también en otras disciplinas o

aspectos cotidianos de la vida como los negocios, el arte o la toma de decisiones (Martínez Padrón, 2005). Como no podía ser de otra forma, también se encuentra presente en el contexto educativo. En este entorno, el dominio afectivo es considerado como un factor de interés que es inherente a los procesos de enseñanza y evaluación. La relación entre el dominio de tipo cognitivo, el de tipo afectivo y el tipo psicomotor es clave, ya que el dominio afectivo se convierte en la base sobre la cual la voluntad de responder sustenta las respuestas psicomotoras de los estudiantes, sin las que no sería posible evaluar los procesos de aprendizaje (Eiss y Blatt Harbeck, 1969).

Tradicionalmente se ha hecho poco énfasis en la repercusión que tiene el dominio de tipo afectivo en el proceso de enseñanza- aprendizaje debido, entre otras, a una larga tradición de potenciar el dominio cognitivo frente a lo afectivo pues era lo tradicionalmente aceptado. A la vez se da el hecho de que siempre es más sencillo evaluar y enseñar hechos, que elementos afectivos (Eiss y Blatt Harbeck, 1969).

1.3. EL DOMINIO AFECTIVO Y SU INFLUENCIA EN EL PROCESO DE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Considerando lo expuesto hasta ahora, es imperativo encontrar una definición de dominio afectivo que se encuentre relacionado con la educación matemática, considerando que existen significados diversos tanto en el campo de la psicología como en el campo de la educación respectivamente (Hart, 1989; Simon, 1982). En este sentido, es fundamental hacer referencia a Gómez Chacón (2000), quien señala cómo, a partir de los años 80, los estudios en este campo que giran alrededor de la enseñanza y del aprendizaje de las matemáticas comienzan a centrarse en dos aspectos relacionados con la dimensión afectiva de los individuos, sustentándose en las investigaciones del educador McLeod (1992). La autora deja patente en sus trabajos, así como lo han hecho

otros investigadores, la importancia que desempeñan las cuestiones afectivas en la el campo de la educación matemática (Ávila-Toscano et al., 2020; Gil Ignacio et al., 2005, 2006; Martínez-Padrón, 2021; Mejía-Chavarría et al., 2023; Pérez Tyteca et al., 2013; Romero-García et al., 2023). De ello se deduce la posibilidad de modificar la afectividad hacia las matemáticas de los aspirantes a maestros si se interviene adecuadamente en su formación (Romero-García et al., 2023). Esto puede ser muy beneficioso a la hora de corregir aquellos aspectos de la afectividad que resultan contraproducentes dentro de los procesos relacionados con la educación de las matemáticas. En concreto cabe mencionar que el dominio afectivo de las matemáticas es esencial en la formación de los estudiantes en este campo, debido a que se encuentra relacionados con aspectos como el autoconcepto del estudiante, la forma en que su sistema cognitivo realiza sus interacciones y la utilización de recursos, estrategias heurísticas y de control cuando se trabaja con la materia en cuestión (Gómez Chacón, 2000).

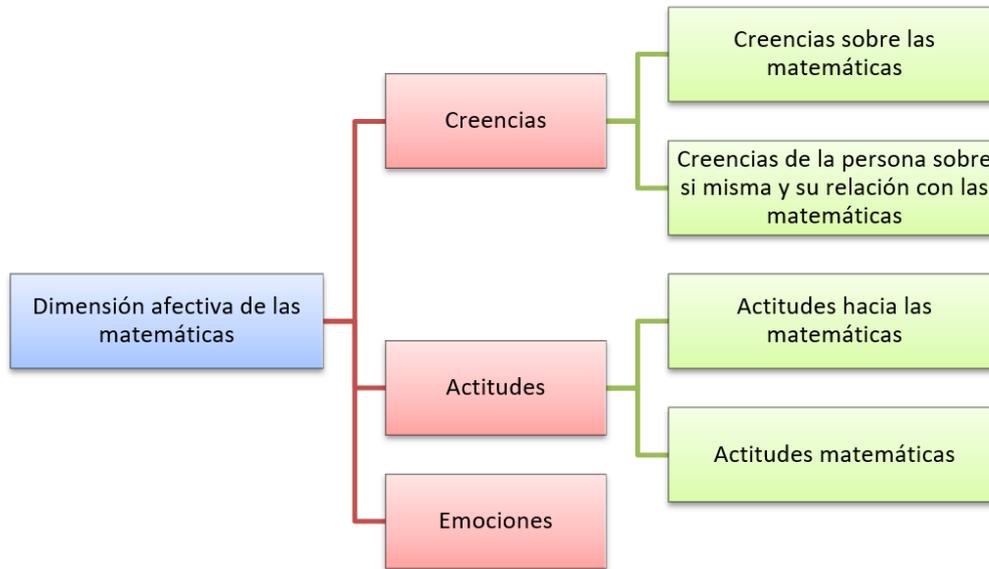
Por este motivo en la presente tesis doctoral se va a tomar la definición dada por Gómez Chacón (2000) para el dominio de tipo afectivo, ya que se apoyan en lo expuesto por McLeod (1989,1992) y por Krathwohl et al. (1964), obteniendo la siguiente definición: se trata de un amplio rango de sentimientos y estados de ánimo que pueden ser considerados como algo que difiere claramente de la cognición.

Aunque algunos autores ya hacían mención a ellos previamente (Krathwohl et al., 1964; McLeod et al., 1989), la dimensión de tipo afectiva de las matemáticas, de acuerdo con la definición que se ha tomado para este estudio, se pueden separar en tres grandes descriptores: emociones, creencias y actitudes (

Figura 1) (Gómez Chacón, 2000).

Figura 1.

Descriptores de la dimensión afectiva de las matemáticas según Gómez Chacón (2000)



1.3.1. CREENCIAS

El primero de estos descriptores son las creencias. Forman parte de la percepción y el conocimiento personal e inherente a los individuos sobre las matemáticas, incluidos los relativos a los procesos de transmisión y recepción de los conocimientos propios de esta materia. Se construyen a partir de experiencias subjetivas y conocimientos del docente y el estudiante que, a menudo, no gozan de consistencia (Gómez Chacón, 2000). Por un lado, se encuentran las creencias sobre las matemáticas entendidas como una disciplina objeto de estudio, lo que a menudo no involucra a la componente afectiva, pero que constituye gran parte del entorno en el que se desarrollan los afectos. Por otro lado, se encuentran las creencias del estudiantado y de los docentes con respecto a ellos mismos y así como con las matemáticas, que posee una componente de

tipo afectiva relevante y que abarca creencias vinculadas, por ejemplo, con la confianza o el autoconcepto (McLeod, 1992).

Según Ernest (1989), las creencias acerca de las matemáticas y de su enseñanza son la causa de las diferencias que se dan entre los docentes durante la enseñanza de esta materia, más allá de los conocimientos matemáticos del docente.

1.3.2. EMOCIONES

En segundo lugar, se encuentran las emociones que se definen como respuestas organizadas que trascienden de los sistemas psicológicos, donde entran en escena los factores experiencial, motivacional y cognitivo, y que, como ya ha sido mencionado anteriormente, provoca una respuesta positiva o negativa en el individuo (Gómez Chacón, 2000). Estas emociones van a ser un factor determinante en el desempeño académico, por lo que será necesario que el entorno incentive por lo tanto la educación, así como el bienestar del estudiantado (Stephanou, 2011).

1.3.3. ACTITUDES

El tercero de los descriptores mencionados son las actitudes. Ellas son definidas como una predisposición evaluativa que puede presentar un carácter positivo o negativo y que moldea las intenciones individuales y afecta a la conducta, es decir, puede causar rechazo o aceptación de la actividad que se esté desarrollando en ese momento. A su vez las actitudes pueden subdividirse en “actitudes hacia las matemáticas”, por un lado, y

“actitudes matemáticas por otro” (Callejo, 1994; NCTM -National Council of Teachers of Mathematics-, 1991).

Dentro del rango de actuación de la educación en el campo de las matemáticas, los profesionales han adoptado una definición menos precisa de actitud en comparación con la que han tomado en el campo de la psicología. En este contexto, las actitudes son consideradas como fenómenos que pueden ser observados utilizando herramientas de específicamente creados para valorar los elementos que constituyen este concepto (Fennema y Sherman, 1976; Sandman, 1980).

Es importante también resaltar que Gómez Chacón (2000), entiende que la actitud se encuentra formada por tres componentes. Una componente cognitiva, presente en las creencias que subyacen a la misma, una segunda componente de tipo afectiva, que emana claramente en los sentimientos generados de aceptación o de rechazo que se producen hacia la actividad o hacia el contenido en cuestión y, finalmente, una tercera componente de tipo intencional, que denota una inclinación hacia ciertos comportamientos.

Por tanto, un cambio en estos descriptores se manifiesta en una modificación en la percepción de las matemáticas y sus procesos asociados de aspirantes a maestros (Romero-García et al., 2023). En los centros educativos será primordial que los profesores de matemáticas cooperen activamente con los orientadores educativos en lo relativo al dominio afectivo de las matemáticas, ya que todo ello puede suponer una

diferencia significativa y afectar a la calidad del aprendizaje escolar (Mejía-Chavarría et al., 2023).

1.4. LA AFECTIVIDAD EN MATEMÁTICAS EN LA LEY EDUCATIVA

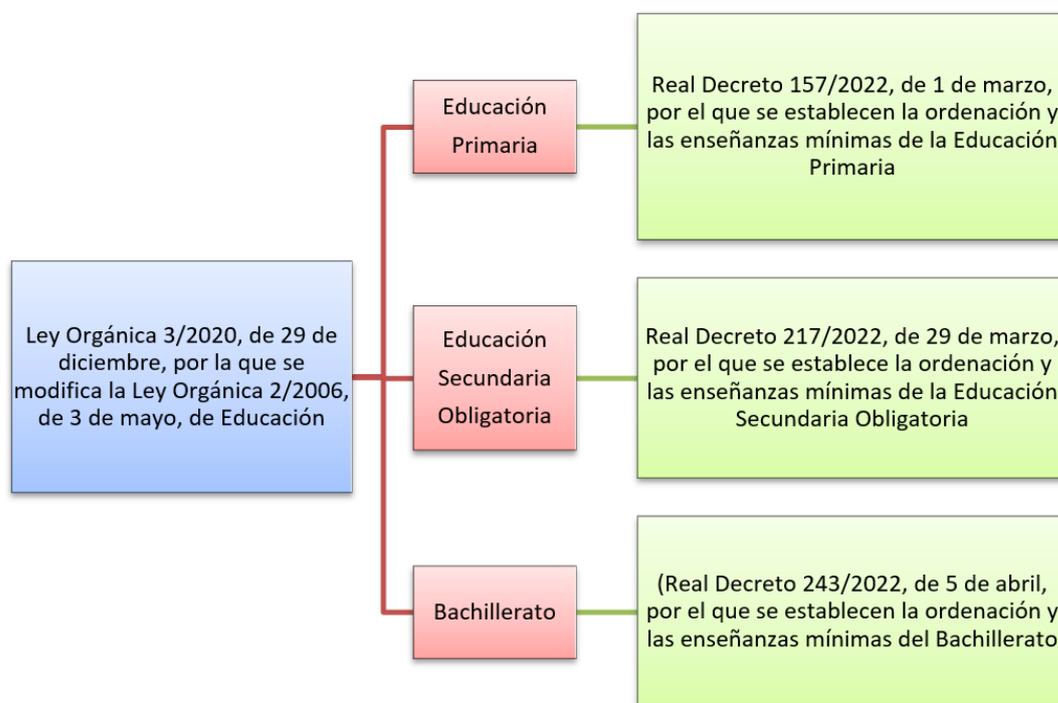
La importancia del dominio afectivo en matemáticas es una dimensión que se ha forjado con el paso del tiempo. Hoy en día, la bibliografía existente apunta a que esta afectividad tiene un reflejo, entre otros aspectos, en el aprovechamiento académico de los estudiantes (Estrada Roca, 2007; Nortes Checa y Martínez Artero, 1992; Soto Quiroz y Yogui Takaesu, 2020).

La “Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación”, vigente en la actualidad, refleja claramente cuál es su postura ante la componente emocional de las matemáticas y cómo debe trabajarse. De hecho, su influencia y la forma de abordar este aspecto puede comprobarse a lo largo de los decretos que regulan las diferentes etapas educativas. El trabajo de la componente emocional en el estudiante se vincula directamente a la asignatura de Matemáticas, ya que es en el apartado dedicado a esta materia donde se aborda la importancia de esta componente.

Para referirnos al estado de la legislación relacionada con el dominio de tipo afectivo de las matemáticas, se comenzará con la ley educativa que regula las enseñanzas mínimas para la Educación Primaria, y luego se continuará con la Educación Secundaria y el Bachillerato. Este proceso se resume en la Figura 2. De esta manera, se tendrá en cuenta cómo desde las instituciones se intenta dirigir la enseñanza de esta materia desde la etapa primaria hasta llegar a la universitaria.

Figura 2.

Distribución de los Reales Decretos en la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación



En el “Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria”, ya es tangible la presencia de la componente afectiva de las matemáticas pues, entre los saberes básicos que vertebran los contenidos de la asignatura de Matemáticas se incluye el “Sentido Socioafectivo”, del que se menciona que:

“integra conocimientos, destrezas y actitudes esenciales para entender las emociones. Manejarlas correctamente mejora el rendimiento del alumnado en matemáticas, combate actitudes negativas hacia ellas, contribuye a erradicar ideas preconcebidas relacionadas con el género o el mito del talento innato indispensable y promueve el aprendizaje activo. Para ello se propone normalizar el error como parte del aprendizaje, fomentar el diálogo y dar a conocer al alumnado las contribuciones de las mujeres y los hombres en las matemáticas a lo largo de la historia y en la actualidad” (Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo,

por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, 2020, p. 93).

De estas líneas se desprenden las intenciones de esta legislación en el ámbito emocional de las matemáticas. Por un lado, se menciona que una mejora en la componente emocional de las matemáticas redundaría de manera positiva en los resultados de los estudiantes en esta materia, estableciendo por lo tanto un vínculo indisoluble entre el aprovechamiento académico y el dominio afectivo. Otro punto reseñable y que merece una mención especial, puesto que será relevante en todos los ejes de esta investigación, es lo relativo a la comisión de errores. Por ello destaca que en este mismo párrafo se alude a considerar el error como un componente estrechamente ligado al proceso de aprendizaje. Finalmente, también se hace referencia a otras consideraciones históricas que han estado ligadas a las matemáticas a lo largo de los años y que predisponen negativamente a los estudiantes cuando se enfrentan a ellas. Ejemplo de estas consideraciones son los mitos relacionados con el género y con la teoría del talento innato para las matemáticas por encima del trabajo y del esfuerzo para superar las asignaturas del área y que en muchas ocasiones generan frustración en los estudiantes. Cabe destacar que una vez que se describe en el Real Decreto el sentido socioafectivo de forma pormenorizada, el primer punto en el que se subdivide se titula “Creencias, actitudes y emociones” (Real Decreto 157/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022, p. 99), lo que coincide exactamente con la definición de dominio de tipo afectivo de las matemáticas que estamos trabajando a lo largo de esta

investigación. Cuando se define este apartado en la legislación mencionada se hace alusión a términos como la gestión emocional, las estrategias que permiten identificar y expresar diversos tipos de emociones hacia las matemáticas y por su aprendizaje.

Como no podía ser de otra forma, el decreto no olvida hacer mención a la dimensión social del aprendizaje de las matemáticas haciendo énfasis en el trabajo en equipo, la inclusión y la interacción positiva entre los integrantes de los grupos de trabajo. Asimismo, se recoge la presentación a los estudiantes de las distintas formas en las que las matemáticas han contribuido al desarrollo del conocimiento desde una perspectiva de género (Real Decreto 157/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022).

Además, la legislación proporciona indicaciones sobre la forma en que se debe afrontar la enseñanza de esta materia. Para ello se especifica que:

“El área debe abordarse de forma experiencial, concediendo especial relevancia a la manipulación, en especial en los primeros niveles, e impulsando progresivamente la utilización continua de recursos digitales, proponiendo al alumnado situaciones de aprendizaje que propicien la reflexión, el razonamiento, el establecimiento de conexiones, la comunicación y la representación. Del mismo modo, se recomienda combinar diferentes metodologías didácticas que favorezcan unas matemáticas inclusivas y la motivación por aprender, y que, además, generen en el alumnado la curiosidad y la necesidad por adquirir los conocimientos, destrezas y actitudes del área” (Real Decreto 157/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022, p. 93).

Tal y como se puede apreciar, en este párrafo, se hace alusión no solo a las orientaciones que se pueden seguir a la hora de trabajar estas áreas, sino que también se introducen conceptos como la motivación, la inclusividad, las destrezas y las actitudes que tienen relación con el área. Todo ello deja constancia de las intenciones que se persiguen con esta legislación y cómo se pretende enfocar el proceso de enseñanza de la materia de matemáticas atendiendo a una perspectiva afectiva.

Si se quiere profundizar un poco más, se puede interpretar entre líneas la necesidad de crear situaciones en las que las matemáticas se pongan en contexto con el fin de establecer esas conexiones y propiciar la reflexión a la que se hacía alusión en el extracto anterior extraído del Real Decreto 157/2022 de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022.

Todo ello, junto con el cambio de terminología en una de las competencias clave, la “Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería” (STEM), que tiene como propósito “la comprensión del mundo utilizando los métodos científicos, el pensamiento y representación matemáticos, la tecnología y los métodos de la ingeniería para transformar el entorno de forma comprometida, responsable y sostenible”(Real Decreto 157/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022, p. 21), pone de manifiesto la intención que existe de darle valor como medio para entender la realidad que rodea a los estudiantes. Esto dota a la materia de significado y mejora la actitud con la que los estudiantes la reciben en las aulas, como se puede apreciar en ese mismo apartado, donde se especifica que la competencia matemática “permite

desarrollar y aplicar la perspectiva y el razonamiento matemáticos con el fin de resolver diversos problemas en diferentes contextos” (Real Decreto 157/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022, p. 21).

Cuando se trata de establecer un contexto en la enseñanza matemática es ineludible mencionar la filosofía STEM (Science, Technology, Engineering and Maths), que responde a ese cambio solicitado por la sociedad para dotar de significado y trabajar de forma interdisciplinar las diferentes materias de corte científico (Henderson et al., 2011). Es de mencionar el hecho de que cuando se hace alusión a competencias clave en los diferentes decretos, en todos los casos, la abreviatura se corresponde con el acrónimo de la competencia clave a la que se refieren salvo en el caso de la “Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería” cuya abreviatura es directamente la de esta filosofía previamente mencionada: STEM. No obstante, esta filosofía educativa se abordará más adelante, pues en ella puede encontrarse la solución a uno de los grandes problemas que se han planteado en la educación matemática a lo largo del tiempo, la adaptación de las materias a los tiempos actuales y a las necesidades de la sociedad actual (Arabit-García et al., 2023; Bailón Aneas et al., 2023).

A medida que se avanza en los elementos curriculares, se encuentran las competencias específicas, entre las cuales, para el área de matemáticas en la Educación Primaria, destaca una que concuerda con todo lo mencionado anteriormente. Esta competencia específica versa lo siguiente:

“Desarrollar destrezas personales que ayuden a identificar y gestionar emociones al enfrentarse a retos matemáticos, fomentando la confianza en las

propias posibilidades, aceptando el error como parte del proceso de aprendizaje y adaptándose a las situaciones de incertidumbre, para mejorar la perseverancia y disfrutar en el aprendizaje de las matemáticas” (Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, 2020, p. 96).

Se recoge nuevamente la importancia de normalizar el error dentro de los procesos de aprendizaje como un elemento más del propio acceso al conocimiento. De hecho, en el propio Real Decreto se establece el error como una potencial oportunidad para aprender. Esta aceptación permitirá al estudiante no caer en la frustración y, como indica, le permitirá perseverar en el aprendizaje y alcanzar las metas marcadas. Será crucial que el estudiante identifique las emociones que experimenta cuando trabaja en actividades o contenidos relacionados con el área de matemáticas. Para ello los estudiantes deben ser capaces de “identificar y gestionar sus emociones, reconocer las fuentes de estrés, mantener una actitud positiva, ser perseverante y pensar de forma crítica y creativa” (Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, 2020, p. 96).

Si se continúa ahondando en la legislación de etapas superiores se llega a la Educación Secundaria Obligatoria. Revisando el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria se confirma que va en consonancia y continúa con el proceso iniciado en la etapa previa. En el apartado de Matemáticas, concretamente en la introducción, se indica lo siguiente:

“La investigación en didáctica ha demostrado que el rendimiento en matemáticas puede mejorar si se cuestionan los prejuicios y se desarrollan emociones positivas hacia las matemáticas. Por ello, el dominio de destrezas socioafectivas como identificar y manejar emociones, afrontar los desafíos, mantener la motivación y la perseverancia y desarrollar el autoconcepto, entre otras, permitirá al alumnado aumentar su bienestar general, construir resiliencia y prosperar como estudiante de matemáticas” (Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022, p. 141).

Este extracto subraya la necesidad de potenciar actitudes que sean positivas en lo que respecta a las matemáticas en detrimento de aquellas negativas que puedan reducir el rendimiento académico del estudiantado. Asimismo, alude a destrezas socioafectivas y trata términos como perseverancia, motivación, autoconcepto y resiliencia, destacándolos como aspectos a perseguir y mejorar desde el área de Matemáticas. Si se continúa indagando en este mismo apartado se hace una mención especial a la estructuración de las matemáticas en torno a dos dimensiones, la afectiva y la cognitiva (Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022), aspectos que ya diferenciaban en su correspondiente época autores como Eiss y Blatt Harbeck, (1969), Gómez Chacón (2000) y McLeod (1989).

Este Real Decreto de Educación Secundaria Obligatoria tiene partes muy similares al Real Decreto de Educación Primaria analizado anteriormente. En ambos casos se hace mención a la eliminación de ideas preconcebidas y a normalizar el error

como parte fundamental de un proceso de aprendizaje. Todo ello con el fin de fomentar el disfrute en el aprendizaje de las matemáticas promoviendo el bienestar, la regulación emocional y el pensamiento crítico y creativo de los estudiantes (Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022).

Una vez analizada la forma de abordar la componente emocional en el periodo de la enseñanza obligatoria, se ha de avanzar un paso más y profundizar en el caso del bachillerato. Nuevamente se encuentran claros paralelismos entre el Real Decreto de este nivel de estudios y aquellos que regulan etapas educativas anteriores. Esto no resulta sorprendente, pues se entiende qué es la continuación a un proceso educativo que debe mantenerse a lo largo de los distintos periodos en los que se divide la enseñanza.

Este Real Decreto, además de promover la competencia STEM, también hace alusión a la necesidad de incentivar la vocación científica entre los estudiantes. Entre las distintas asignaturas del área impartidas en el bachillerato, se puede encontrar que se busca mejorar las destrezas socioafectivas que reviertan en el bienestar del estudiantado y alcanzar una adecuada regulación de sus emociones, a la vez que se fomenta su interés por la materia. Además, se reiteran algunos de los logros ya mencionado previamente, como la eliminación de ideas preconcebidas, así como el hecho de identificar y gestionar emociones en la educación matemática (Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, 2022).

Es por ello por lo que, al comprobar la importancia que desde las instituciones se quiere otorgar al dominio afectivo de las matemáticas y, actualmente, a la componente emocional de las mismas en la educación de los estudiantes, se refleja la necesidad de esta investigación, buscando profundizar en esa componente afectiva y en cómo afecta a estudiantes de grados de distintas ramas de conocimiento.

1.5. STEM COMO RESPUESTA A LA CONTEXTUALIZACIÓN DEL APRENDIZAJE

Llegados a este punto, se hace necesario mencionar la amplia variedad de ámbitos en los que se desarrollan investigaciones relacionadas con la propuesta STEM (Ferrada et al., 2019). Esta iniciativa nace con el objeto de brindar solución a la necesidad de sumergir a los estudiantes en actividades y proyectos que aúnen los modos de actuar, reflexionar y expresarse en los ámbitos de las matemáticas, de la ciencia, de la tecnología, de la ingeniería, así como de las matemáticas, tal y como versan sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering, Maths (Martín y Santaolalla, 2020). En esta propuesta las matemáticas son el vehículo a través del cual se expresan y representan los conocimientos y destrezas que facilitan la comprensión del entorno. Las matemáticas son, además, la herramienta y la estrategia que permite resolver estos problemas con los que se desarrolla el pensamiento lógico y crítico (Sánchez Ludeña, 2019). Partiendo de un punto en el que se considera que las matemáticas se encuentran embebidas dentro de las ciencias, y que el concepto STEM ha conseguido consolidarse como un concepto que establece las conexiones entre las disciplinas que recogen sus siglas (Toma y Retana-Alvarado, 2021), existen investigaciones que afirman que gracias al enfoque STEM algunos estudiantes pueden modificar su concepción y actitudes hacia la ciencia al ser capaces de comprender cómo se produce la convergencia de las diferentes

disciplinas para resolver problemas reales (Toma y Greca-Dufranc, 2016). De esta forma, la educación se nutre de necesidades de la sociedad actual y se adapta a ella, convirtiendo a los estudiantes en personas mejor formadas en el ámbito académico, pero, sobre todo, mejor formadas en el ámbito personal (Bailón Aneas et al., 2023).

La enseñanza STEM plantea numerosos beneficios, tal y como recoge Arabit-García et al. (2023):

“el alumnado manifiesta que son aprendizajes relevantes e importantes para su futuro, los familiares afirman que la enseñanza de STEM es necesaria para promover una economía competitiva y el profesorado incide en el poder de la enseñanza científica para potenciar en las nuevas generaciones las competencias del siglo XXI, referidas al pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la comunicación” (Arabit-García et al., 2023, p. 101).

Surge de este nuevo movimiento el reto de formar docentes que sean capaces de llevar a cabo metodologías STEM (Martín y Santaolalla, 2020) que resulten motivadoras para los estudiantes y faciliten su aprendizaje de la materia, así como de dotar a los centros de estudios de los medios y de la financiación necesaria para llevar a cabo de una forma satisfactoria este tipo de metodologías. En la actualidad, los propios docentes expresan que no se encuentran satisfechos con su preparación STEM y es por ello que desearían recibir una formación específica que les permita hacer que sus materias sean más prácticas y estimulantes (Arabit García y Prendes Espinosa, 2020).

A colación de esto, surge una investigación que busca en las titulaciones de Educación Primaria de universidades españolas, por un lado, la presencia de áreas STEM

y, por otro, características de la metodología STEM en las guías docentes de las diversas asignaturas relacionadas con esta área. Para esta búsqueda, las características consideradas fueron: la resolución de problemas, las situaciones reales tratadas en clase y la interdisciplinariedad (Castro-Rodríguez y Montoro, 2021). Para estos dos objetivos planteados por la investigación de Castro-Rodríguez y Montoro (2021) se encontró con que las dos únicas áreas presentes como asignaturas propias fueron Matemáticas y Ciencias, dado que son las únicas que se contemplan como obligatorias. No obstante, al aparecer en las directrices nacionales únicamente el número de créditos totales, no se especifica lo relativo al número de créditos ni de asignaturas. Para el segundo objetivo planteado por la investigación se encontró que, de las tres características que se buscaban, la resolución de problemas fue la que aparecía con mayor presencia en las guías docentes de las materias. Existe la necesidad de analizar otros factores que puedan afectar a la predisposición de los estudiantes hacia las ciencias en la educación STEM, al igual que sucede en el ámbito de matemáticas. Un ejemplo es el desarrollado por Carrasquilla et al. (2022), que examinaron el efecto del género en las actitudes STEM de los estudiantes, encontrando actitudes más propicias hacia las ciencias en chicos que en chicas, además, el gusto y el interés por estas asignaturas de los estudiantes de género femenino disminuía a lo largo de los años. Este hallazgo señala una línea de investigación muy destacable en la sociedad actual.

A raíz de la propuesta STEM nace años más tarde la propuesta STEAM, que añade una A al acrónimo simbolizando la inclusión de las artes y con ello la inclusión de las habilidades artísticas y creativas en las ramas científico-tecnológicas, rompiendo barreras entre disciplinas y permitiendo integrar los intereses de los estudiantes (Sánchez Ludeña, 2019).

A la vista de estos resultados, queda probado que existen razones de peso por las que la asignatura de Matemáticas debe realizarse en un ambiente que permita a los estudiantes contextualizar su aprendizaje de forma que el propio aprendizaje pueda suponerle una motivación. Ello favorecería, sin duda, sus actitudes hacia las matemáticas, lo que redundaría en un mejor aprovechamiento de la materia y una óptima asimilación de los contenidos y competencias de la misma.

*Dominio afectivo de las matemáticas en
grados en ingeniería y grados en educación*

CAPÍTULO 2. ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS

*"Para aquellos que no conocen las matemáticas, es difícil sentir la belleza, la profunda
belleza de la naturaleza... Si quieres aprender sobre la naturaleza, apreciar la
naturaleza, es necesario aprender el lenguaje en el que habla"*

Richard Feynman
Físico teórico

INTRODUCCIÓN

Cuando se alude a las actitudes que intervienen en el campo de la educación matemática es posible identificar dos categorías diferenciadas (Callejo, 1994; NCTM - National Council of Teachers of Mathematics-, 1991). Por un lado, se identifican las actitudes respecto a las matemáticas y los matemáticos que abarcan distintos aspectos, como los vinculados con el interés en el quehacer científico, la disposición hacia las matemáticas como área de conocimiento, así como a los métodos de enseñanza de la materia, además de las actitudes con respecto a partes de las matemáticas. Esta categoría se relaciona directamente con la componente afectiva y podría describirse en el caso del proceso de enseñanza como la relación entre el estudiante y la materia. Por otro lado, se encuentran las actitudes matemáticas, que tienen más relación con la componente cognitiva del conocimiento y que tienen que ver con la forma en que los individuos utilizan sus habilidades generales como la comunicación, el espíritu crítico, el análisis o la objetividad cuando trabaja con las matemáticas. Esta segunda categoría es la que está más relacionada con lo que comúnmente se conoce como saber matemáticas, es decir, todo lo relacionado con los conocimientos matemáticos que se conocen.

Para esta investigación el objetivo por lo tanto de estudio principal serán las actitudes hacia las matemáticas, ya que son aquellas que se vinculan de una forma muy directa con la componente emocional y el dominio afectivo que fue analizado en el capítulo anterior.

2.1. FACTORES INFLUYENTES EN LAS ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS

Las actitudes que se poseen hacia las matemáticas es un aspecto de la dimensión afectiva que ha sido estudiado en diferentes países y en diferentes niveles educativos, tanto en estudiantes de secundaria (Mato y De La Torre, 2010) como en estudiantado universitario (Carmona Márquez, 2004; Naya et al., 2014). Algunos de estos estudios han priorizado exclusivamente el análisis de estudiantes del Grado en Educación Primaria, algunos de ellos centrados en la relación existente entre las actitudes mostradas con respecto a las matemáticas y el desempeño académico del alumnado implicado (Estrada Roca, 2007; Nortes Checa y Martínez Artero, 1992; Soto Quiroz y Yogui Takaesu, 2020), mientras que otros se han centrado en la correlación entre los factores que se considera que constituyen las actitudes hacia las matemáticas tales como agrado, motivación, utilidad, confianza y ansiedad (Fernández César y Aguirre Pérez, 2010; Naya et al., 2014; Nortes y Nortes, 2014, 2017).

Este estudio se basará en la segunda vertiente, que se centra en encontrar la correlación entre las dimensiones que componen las actitudes con respecto a las matemáticas. Para ello, en primer lugar, será necesario definir claramente cuáles son aquellos factores que influyen en las actitudes de las matemáticas: el agrado, la motivación, la utilidad, la confianza y la ansiedad. Estos se pueden encontrar en la Figura 3 y se definirán de forma pormenorizada en los próximos apartados (Fernández César y Aguirre Pérez, 2010; Naya et al., 2014; Nortes y Nortes, 2014, 2017).

Figura 3.

Factores que influyen las actitudes hacia las matemáticas (Fernández Cézar y Aguirre Pérez, 2010; Naya et al., 2014; Nortes y Nortes, 2014, 2017)



2.1.2. AGRADO

Cuando se hace referencia al factor denominado agrado, se está hablando del disfrute que provoca en los estudiantes el trabajo con las matemáticas. En muchas ocasiones, también se refiere al gusto que tienen los estudiantes hacia la disciplina (Rojas-Kramer et al., 2017). Para esta investigación, se utilizará a partir de ahora la definición proporcionada por Auzmendi (1992), quien define el agrado como: “el aspecto de agrado o disfrute que provoca el trabajo matemático” (Auzmendi, 1992, p. 86).

Existen numerosas investigaciones que vinculan una mejor actitud hacia las matemáticas con un mayor agrado hacia la materia (Nortes y Nortes, 2014). Tal es su relevancia que algunas investigaciones profundizan en los motivos que causan el desagrado hacia las matemáticas, encontrando entre ellos la naturaleza misma de la materia, el tipo de metodología llevada a cabo por el

docente, el nivel de abstracción requerido en determinadas ocasiones para su comprensión o las fórmulas a aplicar en esta materia (Sepúlveda Obreque et al., 2016).

En este sentido, Mato-Vázquez et al. (2018) en su investigación con estudiantado del Grado en Ingeniería Informática y Grado en Educación Infantil encontraron que los del Grado en Educación Infantil pueden disfrutar más de las matemáticas si consideran que tienen buenas actitudes para ella. En contraste, para los del Grado en Ingeniería Informática, el estudio de las matemáticas puede resultar agradable incluso si presentan actitudes limitadas hacia la materia o, por otra parte, puede que no les resulten atractivas aun considerando que están suficientemente preparados para ello.

Otros autores han investigado las causas del agrado o del desagrado con respecto a las matemáticas focalizándose en el estudiantado de los grados en ingeniería (Abraham et al., 2010), es decir, aquellos con los que los estudiantes obtienen un perfil profesional que les habilita para ejercer la profesión de ingeniero, sea cual sea la especialidad dentro la misma. De este análisis se desprende que gran parte del desagrado que experimentaban los estudiantes estaba vinculado, según su criterio, a la falta de efectividad en las explicaciones de los profesores, o a que ellos mismos no son lo suficientemente buenos en la materia y no la aprenden fácilmente.

Al estudiar el agrado que causan las matemáticas en estudiantes que cursan grados en educación, es decir, aquellos que están obteniendo un perfil profesional orientado hacia la enseñanza, cabe tener en cuenta el trabajo

investigador de Nortes y Nortes (2017). En este estudio, se concluye que el agrado matemático se puede considerar bajo, en general, para los estudiantes consultados, y en particular, para el caso del profesorado en formación, se determina que la puntuación obtenida es inferior a lo que los autores consideran como neutral. Si se buscan resultados más concretos, los investigadores hallaron resultados en los que se concluye que dos de cada tres estudiantes sienten poco agrado hacia las matemáticas (Nortes Martínez-Artero y Nortes Checa, 2020).

2.1.2. MOTIVACIÓN

En segundo lugar, se continua la descripción con el factor motivación, que puede ser entendido como el motivo o razón por el cual se realizan determinadas acciones con el propósito de alcanzar un objetivo. De hecho, etimológicamente, la palabra surge de la fusión entre los términos motivo y acción, es decir, aquel motivo que propicia la acción (Llanga Vargas et al., 2019). Se presenta pues fundamental que los docentes conozcan los niveles de motivación de sus discentes, sea cual sea la materia que impartan (Alemán Marichal et al., 2018).

La motivación puede darse de dos formas. Por un lado, se puede encontrar la motivación intrínseca, siendo aquella que surge de forma espontánea y sin ninguna razón instrumental, y que trae consigo beneficios tan diversos como puede ser la persistencia, la comprensión conceptual, la creatividad y el bienestar subjetivo (Reeve, 2009). Y en el otro extremo, se sitúa la motivación extrínseca, que proviene de incentivos y consecuencias en el entorno de los individuos. En este último caso ya no se realiza la actividad para

experimentar la satisfacción inherente a ella sino por consecuencias emergentes a la actividad en sí (Reeve, 2009).

Un ejemplo de investigación relacionada con la motivación en estudiantes de grados en ingeniería fue llevada a cabo por Castro y Miranda (2019). En sus investigaciones concluyen que no hay indicios que apunten a que los estudiantes hayan estudiado matemáticas por motivaciones intrínsecas, sino que los resultados apuntan a que las motivaciones son exclusivamente extrínsecas. Gracias a esto, los investigadores concluyeron que la motivación puede variar en función del enfoque del estudiante y de la situación. Por ejemplo, en el caso de las evaluaciones, será un elemento motivante si el estudiante obtiene buenas calificaciones y desmotivante si los estudiantes consideran negativos sus resultados. Es interesante mencionar que los autores hacen alusión al papel del profesor en el aula, pues los estudiantes, según sus investigaciones, desean sentirse capaces de comprender los contenidos matemáticos y sentir el reconocimiento tanto de sus iguales como de sus profesores. Tener conocimiento de ello puede ayudar a los profesores a actuar en consecuencia en determinadas situaciones para favorecer la motivación.

En el lado de los grados en educación, se puede hacer mención al estudio realizado por Casis et al. (2017), en el cual, de los tres descriptores actitudinales considerados para realizar el análisis (motivación, autoconfianza y ansiedad), la motivación con respecto al estudio de las matemáticas es la que obtuvo una mayor orientación positiva entre los estudiantes. Otras investigaciones, como la

desarrollada por Nortes Martínez-Artero y Nortes Checa (2020), encontraron que uno de cada diez estudiantes no se siente motivado.

Otra investigación previa, también desarrollada por Nortes Martínez-Artero y Nortes Checa (2017a), ya destacaba que los niveles de motivación recogidos en los grados en educación son altos. Se puso de relieve que, al igual que la ansiedad y la confianza, la motivación se genera desde las primeras etapas educativas. De esta forma, los autores ponen el foco en un posible aspecto a mejorar en el sistema educativo para forjar así la motivación matemática desde los niveles inferiores.

Dado que Nortes Martínez-Artero y Nortes Checa (2017a) mencionan la necesidad de trabajar la motivación antes del periodo universitario, es importante considerar el estado en el que se encuentra este aspecto en los niveles educativos inferiores. Fuera del ámbito de los grados en educación o Ingeniería, otro estudio desarrollado con discentes de Educación Secundaria Obligatoria muestra que el rendimiento académico, la inteligencia emocional y la motivación intrínseca se encuentran relacionados. Se observa un aumento en la inteligencia emocional, así como en el rendimiento académico a medida que los estudiantes incrementan sus niveles de motivación intrínseca (Usán Supervía et al., 2018).

2.1.3. UTILIDAD

Cuando se alude al factor denominado utilidad, se recoge la relevancia que el estudiante concede a las matemáticas. Puede ser entendido como la

funcionalidad que el estudiante considera que esta disciplina puede tener para su futuro profesional (Auzmendi, 1992).

Para los estudiantes de educación, estudios realizados por Fernández Cézar y Aguirre Pérez (2010) encontraron niveles por debajo de la media, no solo en este factor, sino en el resto de los factores a excepción del agrado.

En el caso de los estudios en Ingeniería, la naturaleza de esta rama de conocimiento y de los futuros profesionales dota al área de una gran utilidad para los estudiantes (Álvarez y Ruiz Soler, 2010). En este sentido, Álvarez y Ruiz Soler (2010) concluyen que un gran porcentaje del estudiantado se muestra en acuerdo con el valor fundamental de la disciplina y reconoce la significación e importancia de la misma en su futuro profesional a la vez que reconocen lo necesaria que es en sus estudios. Esta última conclusión coincide con lo expuesto por Iglesias Domecq y Berenguer (2017), que sostienen que uno de los elementos básicos que requiere un ingeniero para el desarrollo de su disciplina y trabajar correctamente en su campo de acción son las matemáticas, que le aportan los fundamentos básicos que todo especialista en ciencias técnicas debe poseer.

2.1.4. CONFIANZA

En cuarto lugar, se encuentra el factor denominado confianza. Aunque en el día a día el significado de confianza se entienda como algo para lo que se requieren dos o más individuos, entendiéndose como la confianza entre dos individuos, en este caso la confianza se interpreta como una sensación de seguridad que le proporciona la competencia matemática a los estudiantes, por lo que se está describiendo la confianza del propio individuo consigo mismo hacia

la asignatura (Auzmendi, 1992). En torno a la confianza se pueden encontrar investigaciones que la trabajan junto al resto de actitudes hacia las matemáticas. Para Estrada Esquivel (2022), de acuerdo con las condiciones de su estudio y de las variables implicadas en él, la confianza se encuentra dentro de la dimensión de emociones positivas junto a la alegría.

En el ámbito de la ingeniería, Cosgaya-Barrera y Castro-Villagrán (2019) estudiaron la confianza en estudiantes de esta rama. En su investigación hallaron que el 44.64% de los estudiantes consultados no tenía confianza en sí mismo en aquellos momentos en los que se enfrentaba a problemas matemáticos. Los autores achacan estos resultados a la falta de actividades relacionadas con la ingeniería que tenían los estudiantes en su entorno por el contexto social. Al mismo tiempo el 50% manifestaba no sentirse muy capaz y hábil en matemáticas, destacando el 28.57% de estudiantes que se consideraban incapaces de resolver problemas.

En lo que respecta a la confianza en estudiantes que cursan grados en educación, resalta la investigación desarrollada por Nortes Martínez-Artero y Nortes Checa (2017a), donde encontraron niveles de confianza en sus estudiantes muy elevados, cercanos al máximo de la escala, y en el caso de más del 91% de los estudiantes estudiados, por encima del valor neutro. Además, esta investigación explica que algunos de los factores, como en este caso la confianza, se genera desde las etapas educativas iniciales, por lo que estas experiencias negativas que han podido tener los estudiantes a lo largo de su vida académica podrían haberles generado ciertos bloqueos que afloran cuando el estudiante

intenta resolver un problema matemático, siendo por lo tanto difícil su corrección.

2.1.5. ANSIEDAD

Finalmente, se encuentra en el listado de factores considerados en este estudio la ansiedad. En el contexto matemático, Ashcraft (2002) vincula el concepto de ansiedad con las emociones como miedo, tensión o aprehensión. Sin embargo, Auzmendi (1992) define la ansiedad como un comportamiento neurótico que se asocia con una reducción en la atención, lo que interfiere en la de información que se retiene en la memoria y, a su vez, reduce el razonamiento efectivo. Esto se debe a que este comportamiento ocupa un espacio en la memoria de trabajo que dificulta los procesos de retención de información, ya que se encuentra tratando de procesar esa ansiedad y no puede utilizar su capacidad completa para el aprendizaje (Artemenko et al., 2015; Ruiz Martín, 2020). Los altos niveles de ansiedad que los estudiantes experimentan, que podrían estar ligados a niveles elevados de perfeccionismo (Álvarez Teruel et al., 2021), tienen también un impacto en sus actitudes hacia las matemáticas, lo que a su vez afectará nuevamente a su desempeño matemático (Nortes-Martínez-Artero y Nortes-Checa, 2019; Palacios Picos et al., 2013). Por lo tanto, será necesario que los educadores, las familias y los orientadores educativos consideren estos factores y eviten que la ansiedad tenga un efecto negativo en los logros matemáticos de los estudiantes, apoyándoles y proporcionándoles los incentivos apropiados (Sagasti-Escalona, 2019).

La ansiedad observada en el estudiantado que cursaba los grados en educación es en su mayoría media o incluso alta, de acuerdo con las investigaciones de Sánchez Mendías et al. (2011), registrando valores especialmente elevados en situaciones relacionadas con la evaluación en matemáticas. En estos casos, el nerviosismo saca a relucir una actitud negativa y una baja autoconfianza en su competencia matemática, llegando a encontrar valores de ansiedad altos o muy altos en la mitad de aquellos estudiantes que optan por cursar el Grado en Educación Primaria (Nortes Martínez-Atero et al., 2022). El estudio realizado por Nortes y Nortes (2014) arrojan resultados en la misma línea, pues en su investigación hallaron que más del 80% de los estudiantes consultados tenían unos niveles de ansiedad medios/altos y el 15% muy altos, lo que podría interpretarse como que estos estudiantes experimentarán dificultades en el momento de impartir matemáticas.

No obstante, tal y como recogen Nortes Martínez-Atero y Nortes Checa (2017), aunque pueda estudiarse la ansiedad en estudiantes con diferentes calificaciones, no suelen ser los estudiantes con calificaciones más bajas quienes presentan una mayor ansiedad. A pesar de esto, la aparición de esta ansiedad puede estar auspiciada por la falta de una base sólida de conocimientos matemáticos por la formación desde la cual acceden los estudiantes a este tipo de titulaciones. Por lo tanto, resultaría interesante abordar este problema, que tiene un origen anterior al inicio del propio grado, diseñando planes y estrategias para ello, como establecer requisitos o condiciones de acceso a la titulación, o mejorar la enseñanza de las matemáticas para que resulte más motivadora para los estudiantes (Sánchez Mendías et al., 2022).

Los niveles elevados de ansiedad se encuentran también ligados a una menor realización personal y un mayor grado de despersonalización, tal y como muestran estudios realizados en profesorado de Educación Infantil, de Educación Primaria y de Educación Secundaria (Granados et al., 2019). Docentes con niveles elevados de ansiedad, depresión y estrés emocional, presentan de forma solidaria niveles más elevados de agotamiento emocional que aquellos docentes con niveles más bajos (Granados-Alós et al., 2020). Este agotamiento se manifiesta en una parte significativa del profesorado, por lo que un trabajo sobre ello radicará en una mejora en la calidad docente (Andreu-Moñino y Martínez-Ramón, 2023).

En la rama de los estudios en ingeniería, también existen numerosas investigaciones que examinan los niveles de ansiedad manifestados por el estudiantado con respecto a las matemáticas, como se puede observar en el estudio implementado por Soneira y Mato (2020). Además, este estudio lleva a cabo una exploración más pormenorizada categorizando la ansiedad en factores como “Ansiedad ante la evaluación” o “Ansiedad hacia los números y las operaciones Matemáticas”. Otros estudios han observado altos niveles de ansiedad en los estudiantes que cursan grados en ingeniería, como en el realizado por Ortiz-Padilla et al. (2020), donde se encontró un vínculo positivo entre la ingeniería, así como con la ansiedad matemática global. Para contrarrestar los posibles efectos que esto pueda tener en el rendimiento académico de los estudiantes, lo que proponen estos investigadores es que la creación de iniciativas que faciliten la gestión efectiva de métodos de enseñanza

y técnicas de estudio, con el objetivo de minimizar la incidencia de la ansiedad relacionada con la materia de Matemáticas. Los autores destacan además que esto no es lo deseado puesto que los estudiantes que estudian estos grados van a encontrarse con numerosas materias vinculadas a las matemáticas, por lo que cabría esperar que las actitudes y, por ende, las emociones hacia las matemáticas sean lo más favorables posible y que la ansiedad relacionada llegue a desaparecer (Ortiz-Padilla et al., 2020).

En esa misma línea, se encuentran los hallazgos logrados por García Suárez et al. (2023) que, a pesar de registrar niveles de ansiedad de los estudiantes inferiores a los obtenidos por Ortiz-Padilla et al. (2020), entienden que los niveles bajos de ansiedad en los estudiantes es algo esperado en cierta medida, pues son conocedores de que van a cursar un grado donde las matemáticas serán fundamentales y tendrán un papel transversal a lo largo de toda su formación. Sin embargo, pudieron comprobar que existen estudiantes con niveles muy elevados de ansiedad, alcanzando en su escala niveles muy cercanos al máximo posible, lo cual coincide con las conclusiones derivadas de las investigaciones de Ortiz-Padilla et al. (2020).

2.2. ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Aunque las matemáticas sean un punto de encuentro para todos los grados que se presentan en este estudio, no lo es así su influencia en los estudiantes y la aplicabilidad que podrán hacer de ellas en su futuro profesional. A unos les será fundamental su comprensión, pues serán transmisores de conocimientos, lo que les requerirá un dominio de la materia que le permita el correcto ejercicio de la profesión.

A otros, sin embargo, pese a no necesitar esa capacidad de transmisión, se les presupone un dominio de la materia que garantice la precisión y certeza en las actividades matemáticas relacionadas con su ámbito profesional.

En el ámbito del estudio de los aspirantes a maestro, cobra especial relevancia el análisis del interés en las matemáticas y su aprecio hacia ellas, así como hacia su aprendizaje. Esto se debe al doble papel que van a jugar estos estudiantes: por un lado, serán receptores de conocimientos matemáticos y, por otro, serán transmisores de estos conocimientos a sus futuros discentes. Ernest (1989) aludía a este respecto, destacando que, si bien el conocimiento matemático del profesor es importante, las diferencias más relevantes en la enseñanza de los contenidos de matemáticas no están relacionadas con este factor, sino de las creencias sobre las matemáticas y sobre el aprendizaje que tienen los docentes de esta materia. Por lo tanto, se puede afirmar que uno de los motores del progreso en la educación matemática es el profesorado que imparte el conocimiento.

No obstante, este pilar puede representar una fortaleza o una debilidad, ya que los docentes pueden tener un impacto negativo en el momento en que ejerzan como tal puesto que, como consecuencia de sus propias vivencias y actitudes, podrían transferir su rechazo hacia la materia a sus estudiantes (García-González et al., 2021; Mato-Vázquez et al., 2018; Sánchez Mendías et al., 2011). Para poner remedio a esta problemática se han formulado propuestas con el objetivo de minimizar la ansiedad en alumnado del Grado en Educación Infantil y del Grado en Educación Primaria. Por ejemplo, se ha propuesto el uso de metodologías que emplean materiales manipulativos y facilitan el aprendizaje concreto de contenidos matemáticos (Gresham, 2007; Sánchez

Mendías et al., 2011). Esta iniciativa está fuertemente respaldada por investigadores que sugieren que, de acuerdo a cómo se lleve a cabo la enseñanza, las personas pueden ser buenas o malas en matemáticas (Boyd et al., 2014). Será fundamental indagar en estas actitudes con respecto a las matemáticas, dado que tendrán influencia en todas las áreas de su actividad docente (Blanco, 2012).

En términos generales, las actitudes respecto a las matemáticas se miden de forma individual de acuerdo con los factores anteriormente descritos. Algunos autores aluden en términos generales a las actitudes con respecto a las matemáticas, como es el caso de Mato-Vázquez et al. (2018), quienes concluyeron en sus investigaciones que la medida de las actitudes hacia las matemáticas es superior en los grados en ingeniería que en los grados en educación de acuerdo a sus resultados con dos grados de cada rama. Incluso es posible encontrar alguna investigación que hace alusión al hecho de que las actitudes respecto a las matemáticas al estudiantado de Ingeniería son globalmente positivas (Álvarez y Ruiz Soler, 2010), mientras que otras relacionadas con el ámbito educativo sugieren que la actitud hacia una de las ramas de las matemáticas, la estadística, de los futuros docentes presentan una ligera tendencia positiva (Estrada Roca, 2007).

Existen numerosos estudios realizados en estudiantes de grados en educación que ya recogen una conexión entre los distintos factores que constituyen las actitudes hacia las matemáticas entre sí y el desempeño académico del estudiantado. Así, por ejemplo, agrado y utilidad tienen una correlación negativa, al contrario de lo que sucede con agrado y ansiedad, que presentan una correlación positiva, de acuerdo con los estudios realizados por varios investigadores (Fernández César y Aguirre Pérez, 2010; Nortes y Nortes, 2014). Los autores entienden que, en el segundo caso, el estudiante

que no sienta agrado hacia las matemáticas es muy probable que desarrolle ansiedad hacia la materia, dejando patente lo estrechamente relacionados que se encuentran muchos de estos afectos y las poderosas consecuencias que pueden manifestarse en el rendimiento y aprovechamiento académico del estudiantado universitario.

Además del papel determinante que desempeñan las matemáticas en los grados en educación, esta materia se puede encontrar en la gran mayoría de los grados universitarios de una u otra forma. Desde las carreras con carácter más técnico hasta aquellas dedicadas al arte y la música, pasando por supuesto por las Ciencias Sociales. No obstante, lo que diferencia a cada grado universitario es el nivel de profundización que hacen en esta disciplina, basándose en la aplicabilidad en el ámbito profesional futuro de los estudiantes y los conocimientos de esta área. Por lo tanto, de igual forma que se centra la atención en la relevancia de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en alumnado de grados en educación, debe ponerse aún más si cabe el foco en los estudiantes de grados en ingeniería, puesto que, como ya se ha explicado anteriormente, las matemáticas conforman la espina dorsal de este tipo de titulaciones. Se deduce de todo lo anterior que, en ingeniería, las matemáticas toman un rol protagonista, ya que son fundamentales para su desarrollo y aplicación y es por esto por lo que están presentes a lo largo de los cursos y en muchas ocasiones en varias asignaturas de forma simultánea (Álvarez y Ruiz Soler, 2010).

Diversos estudios han documentado las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de ingeniería, y los resultados obtenidos han sido positivos en algunos de los factores estudiados, manifestando los estudiantes una actitud global positiva (Álvarez y Ruiz Soler, 2010; Iglesias Domecq y Berenguer, 2017). Un motivo para esto

podría ser el carácter vertebrador de esta disciplina en sus estudios, ya que será una herramienta indispensable en su futuro profesional. Ser conscientes de esta conexión puede fomentar el interés y la implicación del estudiante en esta área de estudio (Álvarez y Ruiz Soler, 2010).

Otras investigaciones coinciden en que los estudiantes de los grados en ingeniería, que tienen un mayor gusto por las matemáticas, pueden llegar a presentar una mayor autoestima matemática y, además, consideran que son importantes para su futuro profesional (Boigues et al., 2015). En esa misma línea, se ha corroborado la importancia que los estudiantes conceden a la materia de Matemáticas en numerosas esferas a nivel cotidiano y profesional, aunque muchos de ellos las consideran difíciles y aburridas. En muchos casos esto se debe a una falta de vinculación con el contexto en el que se van a poner en práctica estos contenidos matemáticos en el futuro (Cosgaya-Barrera y Castro-Villagrán, 2019).

Muchas de estas investigaciones también tienen en cuenta el papel de los docentes y su influencia en las actitudes hacia las matemáticas mostrando que los estudiantes tienen en consideración el papel de su instructor en todo este proceso (Boigues et al., 2015). Algunos de estos estudios incluso indican que el papel del docente debe ser activo y seguir una metodología adecuada. Es importante que los profesores generen interés entre estudiantes, a la vez que se preocupan por el avance de sus discentes y valoran los esfuerzos realizados por los mismos (Cosgaya-Barrera y Castro-Villagrán, 2019).

CAPÍTULO 3. COMETER ERRORES EN MATEMÁTICAS Y SU AFECTIVIDAD

*"El mayor error que puedes cometer en la vida es temer constantemente que lo
cometerás."*

Margaret Hamilton
Científica computacional, matemática e ingeniería de Software

INTRODUCCIÓN

Como suele ocurrir los conceptos cotidianos y de uso común tienden a adquirir matices que a menudo se alejan del significado real del concepto. Es por ello por lo que, para comenzar este capítulo, es primordial definir el concepto de error antes de indagar más en la cuestión objeto de estudio. Como ocurre con muchos otros términos, en función de la persona a que se le pregunte, un mismo término puede tener diferentes significados no solo a nivel lingüístico, sino que también puede tener implicaciones emocionalmente. El concepto de error no podría ser distinto, y es por ello por lo que se le pueden atribuir numerosos matices en función de la experiencia personal y las vivencias de los individuos que lo describan. Por lo tanto, surge la necesidad de definir correctamente el término “error” en función del área de estudio y contexto en que se encuentre siendo utilizado. Esto es crucial porque, en ocasiones, un error puede ser considerado como un mal necesario del cual se puede y se debe aprender (Yerushalmi y Polingher, 2006).

El diccionario de la lengua española (ASALE y RAE, 2023), entre las múltiples definiciones que ofrece para este concepto, define la palabra como un “concepto equivocado o juicio falso”, una “acción desacertada o equivocada” o una “cosa hecha erradamente”. A medida que se indaga más en la cuestión, pueden encontrarse otras definiciones más orientadas al área de estudio en el que se encuentra este trabajo. En este sentido, se puede destacar el caso de Ibarra-González y Eccius-Wellmann (2018), para quienes el error es aquello que ocurre cuando la mente humana considera ideas, conceptos o procedimientos deficientes, contradictorios o falsos como si fuesen ciertos,

cuando en realidad no lo son. Por otro lado, también se encuentra la definición realizada por Rico (1995), quien entiende el error como un conocimiento deficiente e incompleto.

Queda claro por lo tanto que, aunque existe una idea a la que convergen de una u otra manera todos los investigadores, cada uno de ellos considera necesario matizar aquellos aspectos que, a su juicio, son más relevantes y tienen una mayor influencia en las personas que cometen esos errores.

3.1. EL PAPEL DEL ERROR EN LA EDUCACIÓN

Parte fundamental en este estudio es el análisis de los errores y sus consecuencias en el aprendizaje. Para ello es necesario conocer la vinculación entre ambos conceptos. A este respecto, De la Torre (2004) enuncia que los errores son una parte inherente del proceso de aprendizaje, es decir, forma parte de él. Rico (1997), por su parte, entiende que los errores están presentes en el proceso de edificación del saber humano y científico. Es por ello que se explica, por ejemplo, por qué en determinadas disciplinas, algunos conceptos o ideas han sido considerados como ciertos y han gozado de validez durante años, hasta que finalmente se descubrió que eran erróneos o inexactos (Rico, 1995). La búsqueda de la verdad y el conocimiento objetivo debe ser la meta a perseguir, a pesar de la inevitable presencia del error, esto es, de que el error pueda ser considerado una parte legítima del acceso y construcción del conocimiento o de que se asuma que forma parte de los mecanismos del ser humano para adquirirlo. Esta debe ser la aspiración última como seres humanos (Rico, 1997).

No obstante, cuando se alude al error en el ámbito educativo, dependiendo de la forma en que se afronta el error y el significado del que se le dota existen dos formas de abordarlo. Por un lado, se da una vertiente de carácter conductista que lo penaliza,

y que lo vincula con la falta de conocimiento o con una construcción deficiente del conocimiento (López et al., 2015). Para algunos, el error es considerado como algo de lo que se debe huir, un aspecto del cual hay que distanciarse. Es percibido como algo que debe ser penalizado y castigado, calificado por algunas personas como un acto disfuncional del cual no se puede sacar beneficio en el proceso educativo (Briceño Evans, 2009). En esa misma línea, se hace mención también sobre los entornos de aprendizaje, entendidos como ambientes transformadores donde la enseñanza tiene lugar y que tienen como finalidad liberar a la verdad del error. De esta forma, se muestran los errores normalmente como una debilidad común, presentes en todos los procesos y acciones de los individuos falibles (Briceño Evans, 2009).

En el otro lado, se encuentra otra vertiente que trata de utilizar el error como una herramienta, no solo para corregir y fijar el conocimiento de los estudiantes que hayan cometido esos errores, sino como una vía para analizar los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Por lo que se puede comprender la forma en que aprenden y, gracias a esos errores, diseñar estrategias didácticas adecuadas basadas en la información extraída de estos. Además, permite reorientar los procesos de enseñanza que se estén poniendo en marcha en caso de ser necesario (Alguacil De Nicolás et al., 2016; De la Torre, 2004; Del Puerto et al., 2006; Godino et al., 2003). Este diseño de estrategias didácticas al que hace referencia anteriormente De la Torre (2004) será fundamental para mejorar la práctica docente, ya que existe una clara necesidad de estudiar e interpretar los métodos y estrategias de estudio empleados por los discentes con la intención final de tenerlas en cuenta y enriquecer así los procesos educativos (Laborde y Perrin-Glorian, 2005). Además, el análisis de los errores puede ser clasificado en tres grandes grupos de acuerdo con su finalidad: destinado a superar los errores,

destinado a valorar la capacidad cognitiva de los estudiantes y destinado a obtener información aplicable a otras dimensiones de la planificación (López et al., 2015).

El espíritu de esta última vertiente que busca utilizar el error para mejorar la labor docente se encuentra reflejado en las palabras de Brousseau (2002), que manifiesta que:

“Los errores no solo son el efecto de la ignorancia, la incertidumbre, el azar, como se expone en las teorías de aprendizaje empiristas o conductistas, sino el efecto de un conocimiento previo que era interesante y acertado, pero que ahora se revela como falso o simplemente inadaptado” (p. 82).

Además, el autor expresa que “a los niños se les debe dar la oportunidad de descubrir sus errores” (Brousseau, 2002, p. 17). Y es que, si se le quiere sacar partido a los errores, no deben ser percibidos como algo negativo que debe ser erradicado, sino como algo que apoya y promueve el análisis crítico de los estudiantes (Gamboa Araya et al., 2019). Deben ser considerados una herramienta del conocimiento especializado de los profesores, que les habilita para dar significado a esos errores (Ribeiro et al., 2021).

Cuando pasan a considerarse una herramienta, los errores pueden resultar fundamentales en la evolución de las habilidades de razonamiento lógico de los estudiantes, dado que su habilidad para identificar y resolver estos problemas se ve nutrida (Adinda et al., 2021). Además, tienen una influencia positiva en otros aspectos como la expansión del conocimiento o el fomento de la perseverancia (Dickson et al., 2021). No rechazando el error y haciéndolo parte del proceso de aprendizaje, se podrá lograr que el estudiantado lo considere un elemento motivador. Esto consigue despertar

en ellos el espíritu reflexivo sobre sus ideas, situándolos en un rol activo desde el cual intentan comprender y dar significado a los objetos matemáticos (Engler et al., 2004).

Una vez contextualizado el error se hace necesario analizar cómo influye de manera específica en la materia de Matemáticas.

3.2. COMETER ERRORES EN MATEMÁTICAS

Ya se ha comentado cómo los errores están presentes de forma inherente a los seres humanos y cómo se refleja eso en sus procesos educativos. Un ejemplo de ello se da en un área tan fundamental para el desarrollo humano como la escritura, donde la retroalimentación del profesor es crucial para que los estudiantes puedan organizar sus ideas y potenciar sus destrezas (Muliyah et al., 2020).

En el campo de las matemáticas, según Godino et al. (2003), entre las fuentes de errores así como las dificultades de los estudiantes que cursan esta disciplina se incluyen: las complicaciones vinculadas a contenidos matemáticos, dado el carácter abstracto y generalista de las matemáticas, aquellas derivadas de la secuencia de actividades propuestas, que sucede cuando las actividades que se presentan no gozan de significancia para los estudiantes que las reciben, aquellas originadas por la organización del centro, las que se derivan de la motivación del alumnado, aquellas que nacen del desarrollo psicológico de los estudiantes y, finalmente, las asociadas a la insuficiente comprensión de conocimientos previos que deben poseer los estudiantes. A la vista de esta presencia intrínseca del error en el aprendizaje de las matemáticas, se abre un espacio para tratar los errores vinculados a esta área, como ya mencionaba Rico (1997) al señalar que los errores estaban presentes en el proceso de construcción del

pensamiento científico y matemático, y al puntualizar que también estaba involucrado en el desarrollo del saber matemático.

Además, en el ámbito matemático los errores tienen una especial importancia debido principalmente al carácter dicotómico de las matemáticas donde, por norma general, una actividad es correcta o incorrecta. Esta imposibilidad de que existan múltiples respuestas correctas genera en los estudiantes respuestas negativas en comparación a las que tienen en otras materias (Tulis, 2013). Al respecto, Rieiro-Marín et al. (2019) afirman que evitar errores es la meta del aspecto didáctico de la enseñanza de las matemáticas mientras que, por otro lado, Gómez Chacón (2000) expresa que lo que define a lo que ella llama “buenos matemáticos” no es la ausencia de errores, sino la calidad de sus ideas. En esa misma línea de pensamiento, la autora establece que existen estudios relacionados con errores o falsas ideas sobre matemáticas, basados en la concepción constructivista, en los que se presenta la comisión de errores como una valiosa fuente de información para los docentes sobre sus estudiantes. Estos errores les pueden servir como una guía para conocer cómo éstos construyen el conocimiento, utilizando de esta forma los errores como una oportunidad para conocer mejor a sus estudiantes (Alguacil De Nicolás et al., 2016; Gómez Chacón, 2000).

Según la división efectuada sobre la forma en la que se afronta el error, Rico (1997) define dos tipos de profesores de matemáticas: el primero de ellos engloba a aquellos docentes que consideran los errores un signo de ignorancia y el segundo tipo engloba a aquellos para los que el error representa un conocimiento parcialmente construido y sobre el que hay que actuar. Siguiendo estos roles, el proceso de aprendizaje supone por lo tanto una interacción entre el estudiante, el profesor y el

conocimiento (Brousseau, 1988). Este análisis no solo puede ser de utilidad para corregir el razonamiento erróneo de los estudiantes, sino también para destacar la naturaleza de evidencia que caracteriza a las matemáticas (Lara Covarrubias y Lara Covarrubias, 2016).

Una vez abordadas las formas de afrontar el error en el ámbito de las matemáticas, se ha sugerido que pueden existir efectos sobre los estudiantes y su rendimiento académico que podrían tener una componente emocional (Briceño Evans, 2009).

3.3. AFECTIVIDAD EN LA COMISIÓN DE ERRORES

De todo lo considerado anteriormente se desprende que, dado el origen intrínseco de los errores que se comenten en el proceso de aprendizaje y su importancia en los procesos educativos, se hace necesario estudiar el uso de los errores como una herramienta que sirva para mejorar en la enseñanza. No obstante, es necesario tener en cuenta que, pese a que a nivel docente los errores puedan considerarse una herramienta realmente útil para el aprendizaje, éstos no están desprovistos de significado para los estudiantes y la forma en que se afrontan puede influir significativamente en sus procesos de aprendizaje.

En este sentido, Briceño Evans (2009) señala que los errores tienen un impacto en la autoestima de los estudiantes, lo que podría llevarlos a sentirse incapaces de superar esos obstáculos. Esto podría comprometer la adquisición de conocimiento si el estudiante adopta como consecuencia una actitud evitativa hacia la tarea a desarrollar. Además, niveles bajos de autoestima están ligados a niveles elevados en depresión e influyen en el hecho de que pueda darse el síndrome de desgaste profesional o *burnout*

entre el profesorado (Méndez et al., 2020), lo que a su vez guarda relación con un bajo nivel de resiliencia, entendida como las habilidades de los individuos para lidiar con situaciones adversas (Martínez-Ramón et al., 2021). Pero si la intención es que los errores se vean como oportunidades para ver dónde se ha fallado (De la Torre, 2004), los profesores por su parte no deben dedicarse únicamente a señalar los errores, sino también mostrar a los estudiantes el camino correcto para que entiendan por qué han cometido ese error, el razonamiento que le ha llevado hasta esa conclusión fallida y cómo rectificarla (Eccius-Wellmann e Ibarra-González, 2020). En esa misma línea otros autores aluden al error como parte coherente de un proceso del que pueden aprender tanto los estudiantes como los docentes (Alguacil De Nicolás et al., 2016).

Cometer errores guarda un significado importante para los estudiantes, ya que despierta en ellos emociones, sentimientos y actitudes hacia las matemáticas que pueden generar un impacto en su rendimiento en la materia (Eccius-Wellmann e Ibarra-González, 2020). El dominio afectivo se encuentra influido por la comisión de errores, y esta relación no es meramente racional, sino que dota al estudiante con sentimientos agradables o desagradables hacia las matemáticas (Auzmendi, 1992).

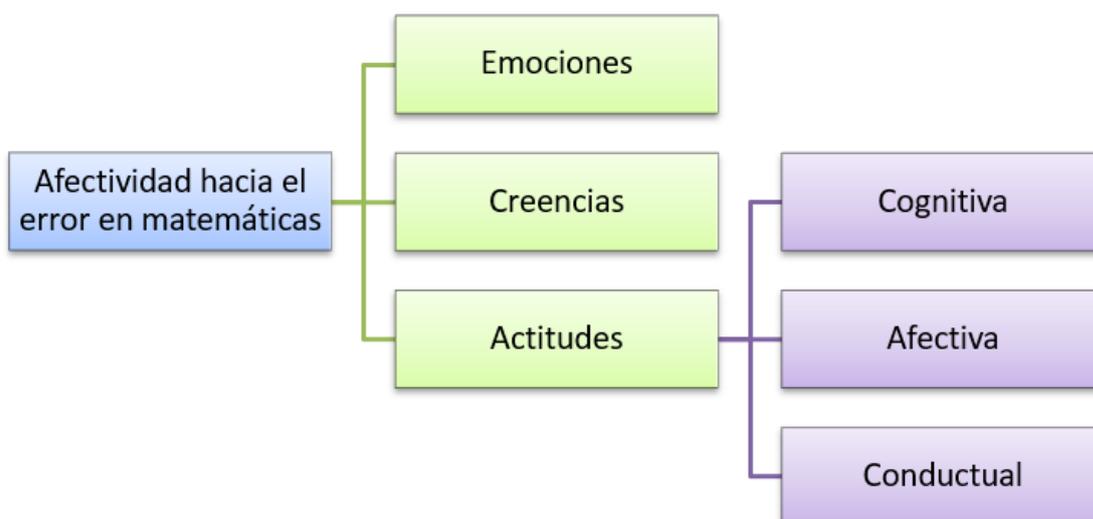
Cabe entonces tener en cuenta otra componente, la componente social del aprendizaje. Compartir sus errores puede ayudar a los estudiantes a sentir alivio cuando se dan cuenta de que no están solos a la hora de hacer frente a esas dificultades, lo que puede ayudar a calmar los niveles de ansiedad (Savić et al., 2021). Esto concuerda con el papel desempeñado por la componente social del aprendizaje (Vygotsky, 1978). Todo ello puede generar, además, situaciones de debate entre los estudiantes que den lugar a interacciones consideradas de gran valor (Engler et al., 2004).

En concreto, en este trabajo, se empleará la estructura de afectividad por la comisión de errores (y hacia las matemáticas por el error) propuesta por Ibarra (2008), basada en la propuesta de la dimensión afectiva de las matemáticas de Gómez-Chacón (2000). Tal y como se muestra en la Figura 4, la afectividad hacia el error en matemáticas se puede organizar en tres factores (Ibarra, 2018): las emociones, las creencias y las actitudes.

Al igual que ya explicaba Gómez Chacón (2000), dentro de esta última componente, las actitudes, se realiza una subdivisión en tres dimensiones: cognitiva, en la que se incluye la valoración, atribución causal y concepción sobre los errores, afectiva, donde se encuentra el interés por el error y el desagrado por cometerlos, y conductual, donde se ubican las conductas como el castigo, la evasión, la promoción y el afrontamiento de la comisión de errores (Ibarra-González y Eccius-Wellmann, 2018). La forma en que se estructura la afectividad hacia el error en matemáticas aparece representada en la Figura 4.

Figura 4.

Organización de la afectividad hacia el error en matemáticas (Ibarra-González y Eccius-Wellmann, 2018)



Cabe mencionar que diversos investigadores se han centrado a lo largo de los años en analizar los distintos aspectos de la afectividad hacia la comisión de errores desarrollada por el estudiantado a lo largo de su vida académica. Si se pone el foco de atención sobre las actitudes hacia el error en los estudiantes de ingeniería se puede tomar como referencia la investigación de Franchi Boscán et al. (2011) que concluye que “la mayoría de los participantes poseen una actitud moderadamente positiva hacia sus errores durante el aprendizaje de las matemáticas” (Franchi Boscán et al., 2011, p. 393). No obstante, su investigación va más allá de un estudio generalista de la actitud hacia los errores de los estudiantes. Así, para la componente cognitiva y la componente conductual, la mayor parte del estudiantado se encontraba en la categoría moderadamente positiva, sin embargo, en la componente afectiva lo hicieron en la categoría neutra. Todo ello indica que las concepciones, creencias y acciones del estudiantado hacia los errores en matemáticas tienden a ser positivas mientras que muestran indiferencia en lo relativo a los sentimientos (Franchi Boscán et al., 2011).

A pesar de que los resultados obtenidos por estos autores pudieran parecer positivos en un primer acercamiento, si se analizan más en detalle se descubre que esconden una realidad no tan alentadora. La actitud se encuentra en un resultado moderadamente positivo, de hecho, un porcentaje relevante de los estudiantes consultados se encontraban en la categoría neutra. Al no encontrarse estos resultados en el extremo deseable de la escala, lo que reflejaría una actitud extremadamente positiva, se puede inferir que existe una debilidad en las actitudes, lo que no garantiza que los estudiantes vayan a actuar en todo momento, en lo relativo a la comisión de errores, como se esperaría de ellos (Franchi Boscán et al., 2011). Sin embargo un aspecto

positivo del estudio de estos autores, es que al ser la actitud eminentemente débil, ya que así es descrita por Briñol et al. (2007) dando a entender la menor probabilidad de producirse, por su escasa polarización, la posibilidad de trabajar en ella y adecuarla a lo deseable utilizando técnicas de persuasión u otro tipo de refuerzos será más fácil y permitirá a los estudiantes reconocer los errores como parte de su proceso aprendizaje y utilizarlos como un medio para obtener sus objetivos.

Cuando se orienta el análisis hacia los estudiantes de grados en educación, se encuentran autores que remarcan la importancia de instruir al estudiantado en el aprendizaje a través de los errores (Nortes Martínez-Artero y Nortes Checa, 2015). Numerosos estudios se focalizan en las actitudes hacia las matemáticas y el desempeño académico (Estrada Roca, 2007; Nortes Checa y Martínez Artero, 1992) o la correlación entre factores que promueven las actitudes del estudiantado hacia las matemáticas (Fernández César y Aguirre Pérez, 2010; García-Manrubia et al., 2023; Nortes y Nortes, 2014). Una formación matemática más profunda permite a los estudiantes afrontar la enseñanza de los procesos matemáticos sin miedo, ya que cuentan con la confianza y el mejor rendimiento que les proporciona la práctica habitual (Coan, 2007; Kyriacou, 2005).

Con todo lo anteriormente expuesto, queda reflejada la necesidad de estudiar la comisión de errores en los docentes en formación y cómo les afecta, ya que será relevante en su futuro profesional puesto que el dominio afectivo en la educación matemática requiere que lleven a cabo continuos análisis de su metodología, del papel de los estudiantes, del proceso de aprendizaje, del significado del sujeto al que enseñan y del nivel afectivo-emocional en el entendimiento de la materia (Ávila-Toscano et al., 2020).

Además, ha sido demostrado que el entrenamiento docente en lo relativo a los errores tiene un impacto positivo que es percibido por los estudiantes de estos docentes (Heinze y Reiss, 2007). En definitiva, será difícil para un docente transmitir ese gusto, placer o pasión por las matemáticas a sus estudiantes si realmente no tiene ese sentimiento hacia la asignatura que imparte (Heinze y Reiss, 2007).

El estudio de los afectos hacia el error en matemáticos no se limita únicamente a las ramas de Educación o Ingeniería, sino que ha sido investigado en estudiantes pertenecientes a grados relacionados con la administración tales como la Administración y Finanzas, la Administración y la Mercadotecnia, la Administración y Recursos Humanos (Eccius-Wellmann e Ibarra-González, 2020). En este estudio se concluyó que, conforme se cometen errores en matemáticas, se generan emociones, creencias y actitudes negativas con respecto a la asignatura, que a su vez propicia que se cometan nuevos errores. Ello fortalece estas emociones, creencias y actitudes negativas hacia la materia, que no hace más que vincular esta afectividad negativa con los errores y el desempeño en la materia, de forma que se forja un perfil anti-matemático en los estudiantes. No obstante, los autores destacan que comprender el fenómeno puede ser beneficioso para revertir la situación y promover una mentalidad positiva hacia los errores en el contexto de las matemáticas por parte del alumnado (Eccius-Wellmann e Ibarra-González, 2020).

PARTE EMPÍRICA

INTRODUCCIÓN

Esta segunda parte está dedicada principalmente a detallar los resultados obtenidos tras la recogida y el análisis realizado de los datos.

En un primer momento se explicará la metodología seguida para la recogida de los datos, incluyendo la descripción de los participantes, los instrumentos de evaluación seleccionados y el proceso llevado a cabo para hacer el registro y el análisis de los mismos.

Seguidamente se mostrarán los resultados obtenidos tras realizar el análisis estadístico correspondiente y se llevará a cabo la discusión haciendo uso de la bibliografía existente con la que se ha trabajado a lo largo de la parte teórica de esta tesis doctoral.

Tras esto, se presentarán las conclusiones derivadas del análisis, contextualizadas en la bibliografía, y se examinarán las limitaciones y perspectivas del estudio.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

"Mis esperanzas nacen de mi convencimiento fundado en razones científicas."

Isaac Peral

Científico, marino y militar

INTRODUCCIÓN

A continuación, se exponen los aspectos metodológicos principales de la investigación. Primero, se exponen los objetivos perseguidos a lo largo del estudio, seguidos de una descripción pormenorizada de los participantes.

Se continúa describiendo los dos instrumentos de recogida de datos utilizados y, por último, se describe el proceso de análisis de los datos obtenidos.

4.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del estudio fue analizar si existen diferencias de medias en las actitudes hacia las matemáticas y en la afectividad hacia la comisión de errores en función de la titulación.

4.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El objetivo general del estudio se sintetiza en los siguientes objetivos específicos:

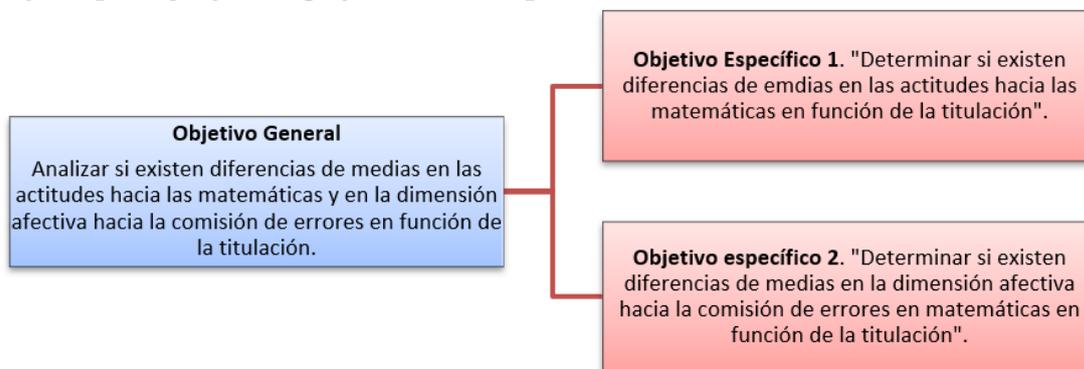
Objetivo Específico 1. “Determinar si existen diferencias de medias en las actitudes hacia las matemáticas en función de la titulación”.

Objetivo Específico 2. “Determinar si existen diferencias de medias en la dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas en función de la titulación”.

La Figura 5 recoge el objetivo general de la investigación, del que se derivan los objetivos específicos.

Figura 5.

Objetivo general y objetivos específicos de la investigación



4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES DEL ESTUDIO

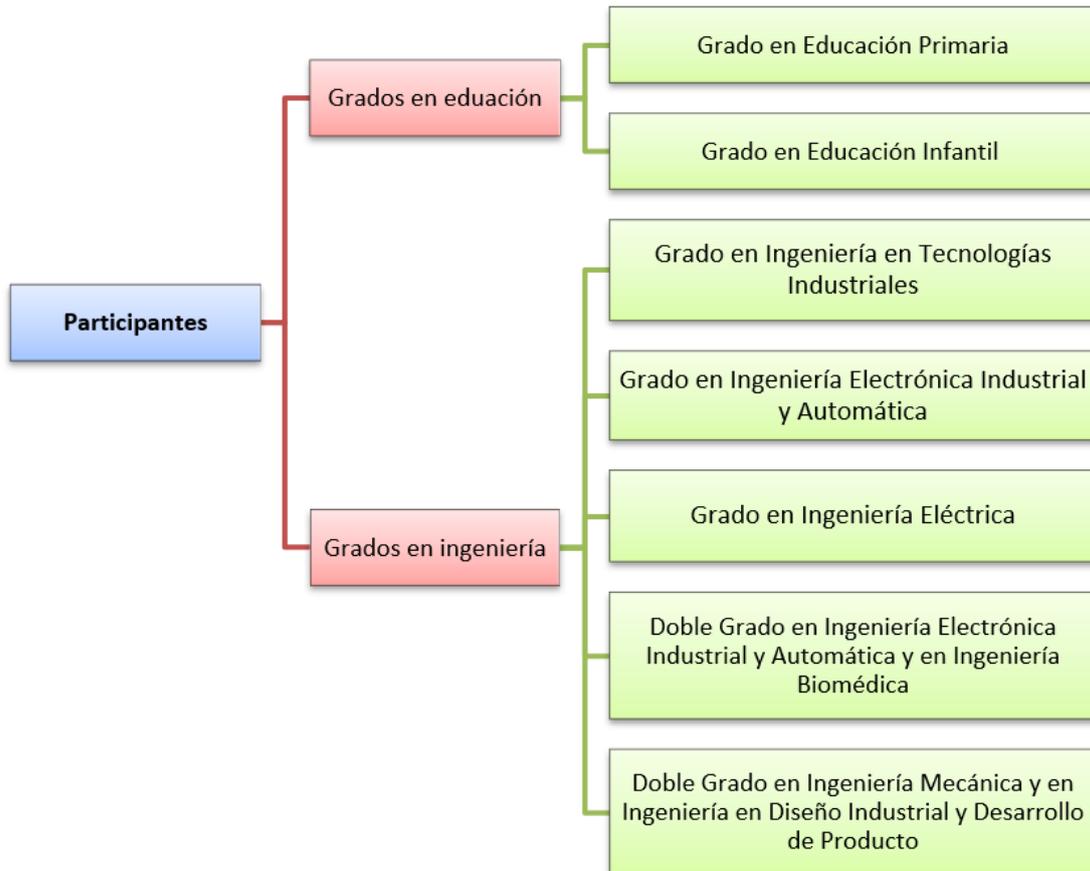
En este estudio participaron un total de 470 estudiantes, divididos en dos grandes grupos de acuerdo con la rama de la titulación que cursaban en el momento de la administración de los instrumentos. Por un lado, se encontraban los estudiantes de grados relacionados con la educación, que sumaban 245 estudiantes de diferentes grados y representaban el 52.1% del total de los participantes. Por otro, los estudiantes de grados relacionados con la ingeniería ascendían a 225 participantes, también de diversos grados.

Los estudiantes de los grados en educación incluían a los que cursaban el Grado en Educación Primaria, Grado en Educación Infantil, Doble Título con Itinerario Específico (DTIE) de los Grados de Educación Infantil y Educación Primaria y, finalmente, la Doble Titulación con Itinerario específico de Grado en Educación Primaria (Mención en Educación Física) y Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Los estudiantes de grados relacionados con la ingeniería cursaban los siguientes programas: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Grado en Ingeniería Eléctrica, Doble Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y en Ingeniería Biomédica y Doble Grado

en Ingeniería Mecánica y en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. Los grados de procedencia de los participantes en este estudio, que han sido descritos anteriormente, se detallan en la Figura 6.

Figura 6.
Grados cursados por los participantes del estudio



Los participantes tenían edades comprendidas entre los 18 y los 48 años, tal y como se muestra en la Figura 7, aunque como puede verse, se identificó una clara mayoría entre los 18 y los 23 años, suponiendo en torno al 80% de los datos recogidos. Concretamente la moda se encontró en los 19 años con 157 participantes, lo que representó el 33.4% del total de los datos, seguido por los 20 años, que suponía el 28.8% de participantes, que representaron el 18.7% del total de datos.

La media de la distribución de datos completa fue de 20.76 años con una desviación típica de 3.86. Si se desglosa por grados, la media de edad para los estudiantes participantes de grados en ingeniería fue de 20.1 años mientras que la media para los estudiantes del Grado en Educación fue ligeramente superior, llegando hasta los 21.3 años.

Otro aspecto por destacar fue la distribución de género en los participantes en el estudio. Tal y como se puede visualizar en la Tabla 1, de los 470 participantes, 229 se identificaron con el género masculino y 241 con el género femenino, lo que representó el 48.7% y el 51.3% del total de participantes respectivamente.

Figura 7.

Edad de los participantes en el estudio

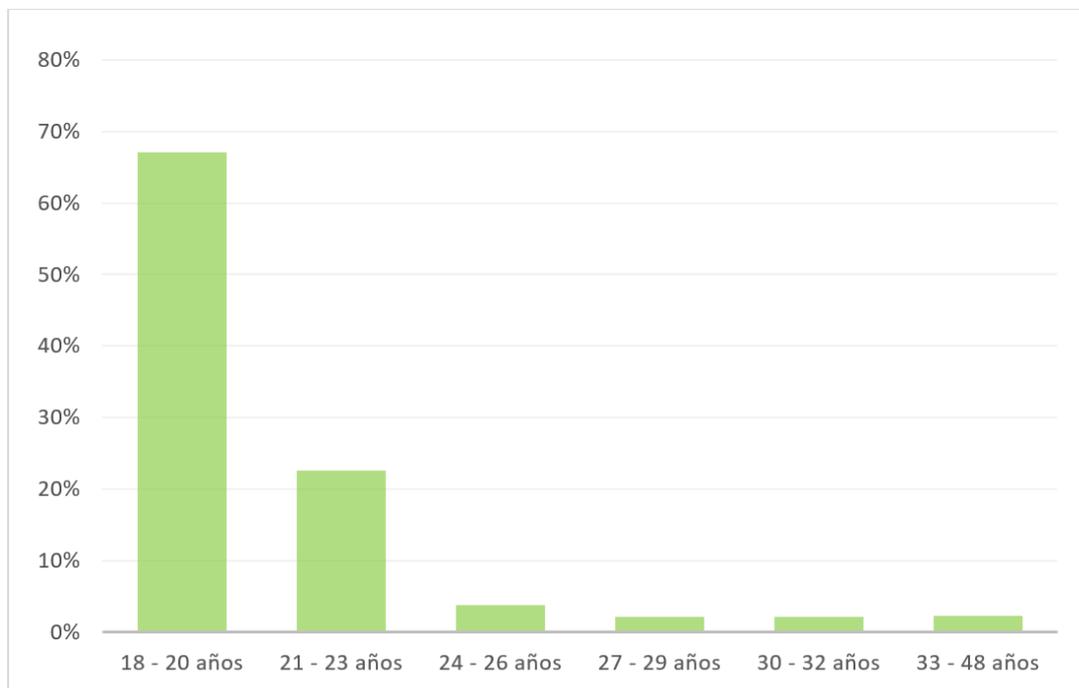


Tabla 1.

Principales características sociodemográficas de los participantes en el estudio

Variable		Frecuencia (N=470)	Porcentaje (100%)
Edad	18-20 años	315	67.0%
	21-23 años	106	22.6%
	24-26 años	18	3.8%
	27-29 años	10	2.1%
	30-32 años	10	2.1%
	>32 años	11	2.3%
Género	Masculino	229	48.7%
	Femenino	241	51.3%
Titulación	Grados en ingeniería	225	47.9%
	Grados en educación	245	52.1%

4.3. VARIABLES DEL ESTUDIO

En este apartado se va a proceder a la descripción de las variables que se utilizaron en el presente estudio y que se han medido haciendo uso de los pertinentes instrumentos de recogida de datos que se describen en el apartado reservado a tal efecto.

- Características sociodemográficas:
 - Género: variable nominal agrupada en dos niveles: masculino o femenino.
 - Edad: variable numérica.
 - Titulación: variable nominal agrupada en dos niveles: grados en educación o grados en ingeniería.
- Actitudes hacia las matemáticas:
 - Ansiedad: variable cuantitativa continua.
 - Agrado: variable cuantitativa continua.

- Utilidad: variable cuantitativa continua.
 - Motivación: variable cuantitativa continua.
 - Confianza: variable cuantitativa continua.
- Dimensión afectiva hacia la comisión de errores:
- Emociones y afectos negativos por cometer errores: variable cuantitativa continua.
 - Conductas favorables hacia los errores como herramienta de aprendizaje: variable cuantitativa continua.
 - Mala concepción de la utilidad del error: variable cuantitativa continua.
 - Creencias y emociones negativas hacia las matemáticas por la comisión de errores: variable cuantitativa continua.
 - Creencia de que de los errores se puede aprender matemáticas: variable cuantitativa continua.

4.4. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

4.4.1. ESCALA SOCIODEMOGRÁFICA

Se elaboró ad hoc una escala sociodemográfica con la que fuese posible medir variables como el género, la edad y la titulación.

4.4.2. ESCALA DE ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS DE AUZMENDI

La siguiente escala que se utilizó fue la de actitudes hacia las matemáticas de Auzmendi (1992). Este instrumento consta de 25 ítems que oscilan desde “Nada de acuerdo” hasta “Totalmente en desacuerdo”. Con esta escala se miden los siguientes factores que se describen a continuación tal y como los define Auzmendi (1992):

- i. Ansiedad. Entendido como el miedo de la persona hacia las matemáticas. Puede describirse también como el sentimiento de ansiedad que experimenta la persona cuando trabaja en esta disciplina.
- ii. Agrado. El reflejo de este factor es el grado en el que el estudiante disfruta del trabajo matemático.
- iii. Utilidad. Este factor se interpreta como el valor, la importancia o la consideración que el individuo muestra por las matemáticas. También hace referencia a la percepción subjetiva de utilidad que los individuos le asignan desde el punto de vista racional y afectivo.
- iv. Motivación. Este factor sirve para medir la motivación que siente el estudiante cuando estudia y utiliza las matemáticas.
- v. Confianza. Lo que fundamenta este factor es la seguridad, la confianza que siente el individuo hacia sí mismo cuando trabaja en algo relacionado con las matemáticas.

Algunos ejemplos de ítems empleados para medir cada uno de los factores se muestran en la Tabla 2. Asimismo, el cuestionario completo puede encontrarse en el Anexo 1.

Los índices de fiabilidad alfa de Cronbach resultan apropiados para estas subescalas. La escala en su totalidad tiene valores adecuados de consistencia interna en la prueba α de Cronbach ($\alpha = 0.93$), y el valor correspondiente en este estudio fue de $\alpha=0.89$, para el total de la escala.

Tabla 2.

Ejemplos de ítems del instrumento sobre actitudes hacia las matemáticas

SECCIÓN	EJEMPLO DE ÍTEM
Ansiedad	<i>“Cuando me enfrento a un problema de Matemáticas me siento incapaz de pensar con claridad.”</i>
Agrado	<i>“Me divierte el hablar con otros de Matemáticas.”</i>
Utilidad	<i>“Considero que existen otras asignaturas más importantes que las matemáticas para mi futura profesión.”</i>
Motivación	<i>“Las Matemáticas pueden ser útiles para el que decida realizar una carrera de “ciencias”, pero no para el resto de los estudiantes.”</i>
Confianza	<i>“Tener buenos conocimientos de Matemáticas incrementará mis posibilidades de trabajo.”</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de Auzmendi (1992)

4.4.3. ESCALA PARA MEDIR LA AFECTIVIDAD HACIA EL ERROR EN MATEMÁTICAS DE IBARRA-GONZÁLEZ Y ECCIUS-WELLMANN

El último instrumento utilizado fue la escala de afectividad hacia el error en matemáticas de Ibarra-González y Eccius-Wellmann (2018). Dicha escala permite medir la afectividad hacia la comisión de errores en matemáticas, y a su vez la afectividad hacia las matemáticas como consecuencia de los errores.

En su investigación Ibarra-González y Eccius-Wellmann (2018) describen cinco factores que influyen en la dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas, que se resumen en la Figura 8 y se describen a continuación de acuerdo con su propia definición:

- Emociones y afectos negativos por cometer errores. Cuando se refieren a este factor, los autores hacen alusión a que se manifiesta en forma de enojo, afectación de la autoestima, inseguridad, desmotivación e inseguridad. Incluye tanto al componente afectivo de la actitud como las propias emociones.

- Conductas favorables hacia los errores como herramienta de aprendizaje. Tal y como describen los investigadores, este factor recoge la utilidad de los errores como herramienta corregir errores, analizarlos y aprender de ellos.

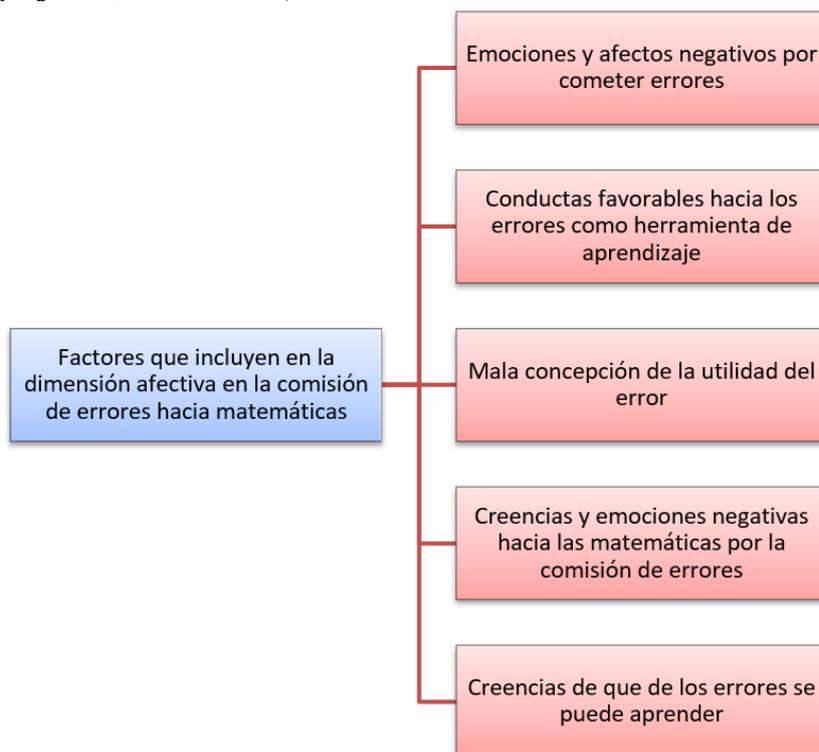
- Mala concepción de la utilidad del error. Este factor resalta el pensamiento del estudiante de que corregir errores es una pérdida de tiempo. Muestra una tendencia a no prestar atención ni preguntar por los errores cometidos.

- Creencias y emociones negativas hacia las matemáticas por la comisión de errores. Este factor afecta la percepción de los estudiantes sobre sí mismos cuando cometen errores en la asignatura de Matemáticas, considerándose buenos o malos en ello o incluso haciéndoles percibir las matemáticas como una materia difícil.

- Creencia de que de los errores se puede aprender matemáticas. Según los autores, este factor valora la consideración del estudiante del error como una herramienta de la que se puede obtener un aprendizaje.

Figura 8.

Factores que influyen en la dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas (Ibarra-González y Eccius-Wellmann, 2018)



Esta escala consta de 32 ítems evaluados con una escala Likert del 1 al 5, que oscilan entre “Nada de acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”. Los factores medidos son los descritos por Ibarra-González y Eccius-Wellmann (2018):

- i. Factor 1: *Emociones y afectos negativos por cometer errores*. Este factor consta de 9 ítems y se manifiesta como inseguridad, enojo, afectación del autoestima y desmotivación, y que tiene en cuenta a la componente afectiva de la actitud y a las emociones en sí mismas.
- ii. Factor 2: *Conductas favorables hacia los errores como herramienta de aprendizaje*. Consta de 7 ítems y recoge la utilidad de los errores como herramienta corregir errores, analizarlos y aprender de ellos.
- iii. Factor 3: *Mala concepción de la utilidad del error*. Este factor está compuesto por 6 ítems y sacan a la luz el pensamiento del estudiante de

que corregir errores es una pérdida de tiempo, que existe una tendencia a no prestar atención y preguntar por los errores cometidos.

- iv. Factor 4: *Creencias y emociones negativas hacia las matemáticas por la comisión de errores.* Factor que está compuesto por 6 ítems y que puede afectar a la forma en que los estudiantes se perciben a sí mismos en la asignatura de Matemáticas, considerándose buenos o malos en ellos o incluso haciéndoles caer en la creencia de que las matemáticas son difíciles.
- v. Factor 5: *Creencia de que de los errores se puede aprender matemáticas.* Este factor que está compuesto por 5 ítems valora la consideración del estudiante del error como una herramienta de la que se puede obtener un aprendizaje.

Ejemplos de ítems para cada uno de estos factores pueden encontrarse en la Tabla 3. El cuestionario completo está disponible en el Anexo 3.

Los valores de fiabilidad alfa de Cronbach son adecuados. La escala en su totalidad tiene valores adecuados de consistencia interna en la prueba α de Cronbach ($\alpha = 0.9$) (Ibarra-González y Eccius-Wellmann, 2018), y el valor correspondiente en este estudio fue de $\alpha=0.85$, para el total de la escala.

Tabla 3.

Ejemplos de ítems del instrumento sobre la dimensión afectiva en la comisión de errores en matemáticas

SECCIÓN	EJEMPLO DE ÍTEM
Emociones y afectos negativos por cometer errores	<i>“El cometer errores genera en mi emociones negativas.”</i>
Conductas favorables hacia los errores como herramienta de aprendizaje	<i>“Los errores en un examen los corrijo voluntariamente, aunque el profesor no me lo pida.”</i>
Mala concepción de la utilidad del error	<i>“Es una pérdida de tiempo corregir errores.”</i>
Creencias y emociones negativas hacia las matemáticas por la comisión de errores	<i>“Me bloqueo en un examen por tener miedo a cometer errores.”</i>
Creencia de que de los errores se puede aprender matemáticas	<i>“Enseñar es guiar al alumno a través de sus errores a la respuesta correcta.”</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de Ibarra-González y Eccius-Wellmann (2018)

4.5. PROCEDIMIENTO

Previo a la recogida de los datos, se solicitó la pertinente autorización del Comité de Ética de Investigación de la Universidad de Murcia (ID: 4238/2022) (véase ANEXO 1).

Una vez obtenida dicha autorización, para los estudiantes de grados en educación, se comenzó a tramitar la colaboración de los docentes implicados en las materias de las titulaciones de grados en educación para solicitar su colaboración en el acceso al estudiantado para la administración de los instrumentos de recogida de datos.

De forma simultánea, para los estudiantes de grados en ingeniería, se solicitaron los pertinentes permisos al director de la Escuela de Ingeniería en la que se administraron los cuestionarios a los estudiantes de grados en ingeniería para tener acceso a los docentes y, tras su aprobación, se contactó con los docentes para solicitar la colaboración para el acceso al estudiantado de estas titulaciones. A todos los docentes implicados se les explicó la finalidad del estudio y el procedimiento que se iba a seguir para la administración de los cuestionarios.

Se excluyeron del estudio aquellos casos en los que no se pudo acceder a los estudiantes, no se obtuvieron los permisos necesarios o los cuestionarios se encontraban mal o parcialmente cumplimentados.

Las sesiones de administración de los cuestionarios se realizaron con la presencia del profesor responsable de la asignatura. Durante estas sesiones, se informó a los participantes del objeto del estudio, así como del tratamiento de sus datos. Durante todo el procedimiento se garantizó el anonimato de los datos, la confidencialidad de los mismos y la voluntariedad de la participación. El procedimiento seguido se esquematiza en el ANEXO 4.

Finalmente, haciendo uso de una base de datos, se procedió a la tabulación de los datos en el software SPSS versión 28.0. Por todo lo anteriormente descrito, se trata de un estudio de corte transversal.

4.6. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para realizar un análisis adecuado, se identificaron los casos perdidos de la base de datos. Seguidamente, se realizó un análisis descriptivo en el que se incluyeron frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones típicas con el fin de obtener una visión

detallada de características sociodemográficas de los participantes. Finalmente, se utilizó la prueba t de Student para la comparación de medias.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

"No debemos olvidar que cuando se descubrió el radio nadie sabía que iba a ser útil en hospitales. Era un trabajo de ciencia pura. Y ello es prueba de que el trabajo científico no debe considerarse desde el punto de vista de su uso directo. Se debe realizar por sí mismo, por la belleza de la ciencia y luego siempre existirá la posibilidad de que un descubrimiento científico se convierta, como el radio, en un beneficio para la humanidad."

Marie Curie
Física y química

INTRODUCCIÓN

Este capítulo se presenta para exponer los hallazgos derivados del análisis de datos. Se divide en dos partes: primero, se analiza lo relativo a las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes, y posteriormente, se examina lo relacionado con la afectividad hacia el error en matemáticas, teniendo en cuenta los objetivos propuestos.

5.1. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS

5.1.1. ANÁLISIS DE MEDIAS EN ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS

Para el estudio del Objetivo Específico 1. “Determinar si existen diferencias de medias en las actitudes hacia las matemáticas en función de la titulación” será necesario emplear métodos estadísticos que permitan determinar si existían o no diferencias en las medias obtenidas para los descriptores que estén causadas por los grados de procedencia del estudiantado.

Al comparar el valor de la media para cada descriptor, fue conveniente el uso de la prueba t de Student. Para esto, se debían tener en cuenta los datos recabados. Se trataba de dos muestras independientes, pues los estudiantes consultados solo pertenecían a uno de los grupos y en ningún caso uno de los estudiantes iba a pertenecer a ambos grupos de titulaciones.

La prueba t de Student planteaba como hipótesis nula la inexistencia de diferencias significativas entre las medias de ambos conjuntos de datos. La hipótesis alternativa planteaba la existencia de una diferencia significativa entre las medias de los conjuntos de datos estudiados.

A continuación, se llevó a cabo la prueba de Levene para determinar si se debía considerar o no la igualdad de varianzas en los datos recogidos, ya que este era un aspecto a tener en cuenta en la prueba t de Student. Los resultados obtenidos para cada uno de los factores son los que se recogen en la Tabla 4.

Tabla 4.

Prueba de Levene para la igualdad de varianzas en actitudes hacia las matemáticas

Factor		F	Sig.
UTILIDAD	Asumidas var. iguales	1.74	0.19
	No asumidas var. iguales	-	-
ANSIEDAD	Asumidas var. iguales	25.95	0.00
	No asumidas var. iguales	-	-
CONFIANZA	Asumidas var. iguales	12.01	0.00
	No asumidas var. iguales	-	-
AGRADO	Asumidas var. iguales	0.00	0.98
	No asumidas var. iguales	-	-
MOTIVACION	Asumidas var. iguales	0.09	0.76
	No asumidas var. iguales	-	-
TOTAL	Asumidas var. iguales	8.37	0.00
	No asumidas var. iguales	-	-

Tras el análisis de los resultados, se pudo observar que los descriptores para los cuales se asumía igualdad de varianzas eran la utilidad, el agrado y la motivación, con tamaño del efecto bajo, con valores de significación en la prueba, de 0.19, 0.98 y 0.76 respectivamente. Por lo tanto, para la ansiedad y la confianza no se asumía igualdad de varianzas, ya que sus valores de significación eran de 0.00 para ambos descriptores.

Esta información es necesaria en la Tabla 5, que muestra los resultados de la prueba t de Student para muestras independientes para cada uno de los descriptores y para el total de ellos.

Tabla 5.

Prueba t de Student para muestras independientes en actitudes hacia las matemáticas

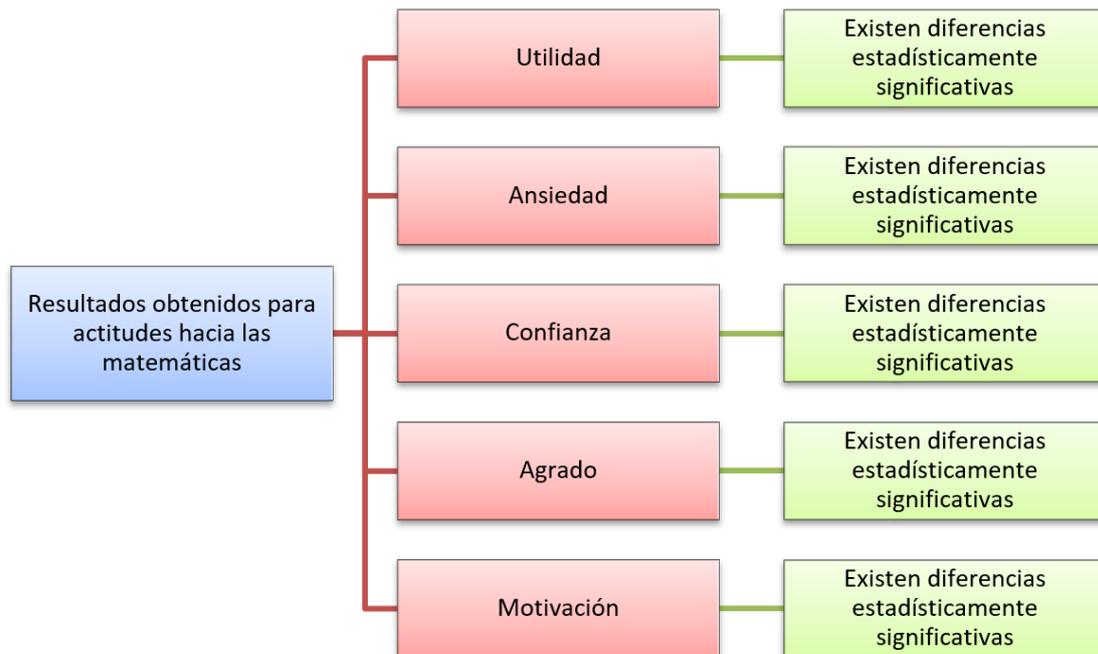
	t	gl	Sig. (bilat.)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
UTILIDAD							
Asumidas var. iguales	-4.24	468.00	0.00	-1.72	0.41	-2.51	-0.92
No asumidas var. iguales	-4.26	467.75	0.00	-1.72	0.40	-2.51	-0.93
ANSIEDAD							
Asumidas var. iguales	-8.97	468.00	0.00	-6.30	0.70	-7.68	-4.92
No asumidas var. iguales	-9.08	449.19	0.00	-6.30	0.69	-7.67	-4.94
CONFIANZA							
Asumidas var. iguales	-6.28	468.00	0.00	-1.19	0.19	-1.56	-0.82
No asumidas var. iguales	-6.34	460.72	0.00	-1.19	0.19	-1.56	-0.82
AGRADO							
Asumidas var. iguales	-5.33	468.00	0.00	-1.84	0.34	-2.52	-1.16
No asumidas var. iguales	-5.34	466.79	0.00	-1.84	0.34	-2.51	-1.16
MOTIVACIÓN							
Asumidas var. iguales	3.89	468.00	0.00	0.82	0.21	0.40	1.23
No asumidas var. iguales	3.89	463.32	0.00	0.82	0.21	0.40	1.23
TOTAL							
Asumidas var. iguales	-6.99	468.00	0.00	-10.23	1.46	-13.11	-7.36
No asumidas var. iguales	-7.05	462.09	0.00	-10.23	1.45	-13.08	-7.38

Se observó que para todos los descriptores la significancia bilateral obtenida fue cero, por lo que puede concluirse que existían diferencias estadísticamente significativas para las medias de cada uno de los descriptores, así como para el descriptor que aúna todos ellos. Esto sugiere que, ciertamente, el grado que cursaban los estudiantes cuando

participaron en el estudio, grados en ingeniería o grados en educación, influyó en los resultados de cada uno de los descriptores de las actitudes de las matemáticas. La Figura 9 presenta un resumen de los resultados obtenidos para cada uno de los factores.

Figura 9.

Resumen de resultados para actitudes hacia las matemáticas



Una vez conocidos estos resultados, se puede efectuar un examen más exhaustivo de las medias obtenidas correspondientes a cada uno de estos descriptores en la prueba t de Student. Este análisis se muestra la Tabla 6, que contiene los valores para la media \bar{y} , también, los obtenidos para la desviación típica para los factores estudiados relacionados con las actitudes hacia las matemáticas.

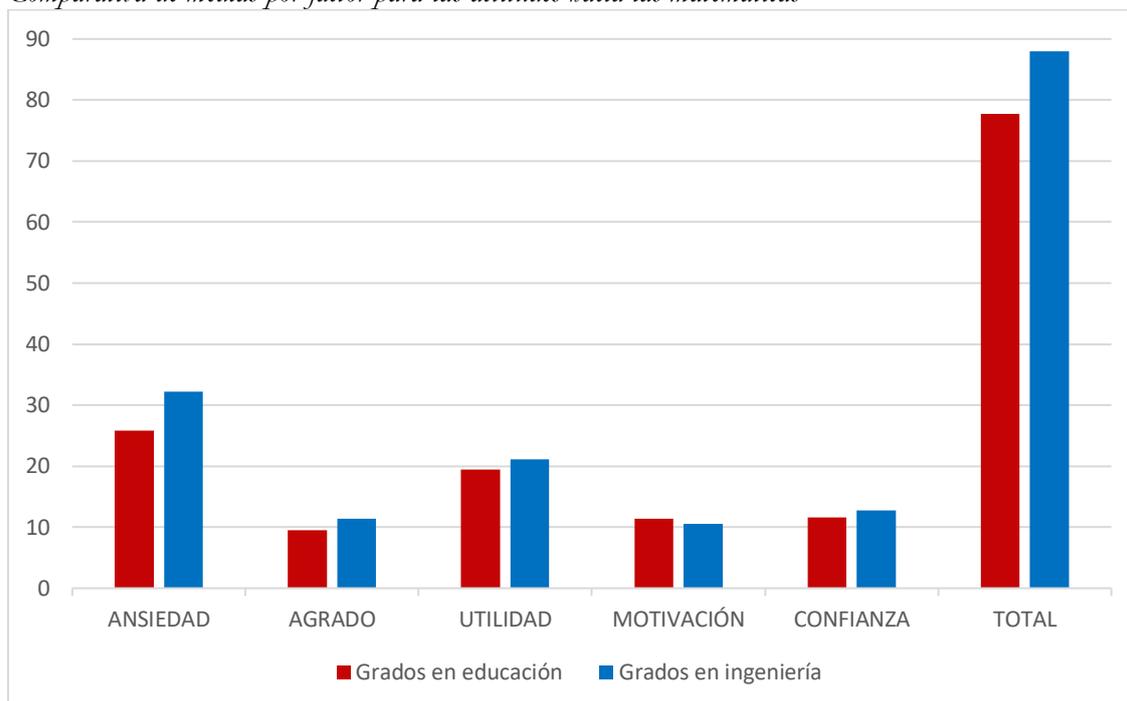
Tabla 6.
Medias en actitudes hacia las matemáticas

Factor	Titulación	Media	Desviación Típica	Error típ. de la media
UTILIDAD	Grados en educación	19.43	4.61	0.29
	Grados en ingeniería	21.15	4.14	0.28
ANSIEDAD	Grados en educación	25.86	8.58	0.55
	Grados en ingeniería	32.16	6.39	0.43
CONFIANZA	Grados en educación	11.57	2.24	0.14
	Grados en ingeniería	12.76	1.81	0.12
AGRADO	Grados en educación	9.53	3.79	0.24
	Grados en ingeniería	11.36	3.67	0.24
MOTIVACIÓN	Grados en educación	11.36	2.26	0.14
	Grados en ingeniería	10.55	2.29	0.15
TOTAL	Grados en educación	77.75	17.26	1.10
	Grados en ingeniería	87.98	14.14	0.94

A la vista de los resultados, que han sido representados en la Figura 10, se pueden extraer algunas consideraciones que comienzan a arrojar luz sobre las diferencias existentes entre ambos grupos.

Figura 10.

Comparativa de medias por factor para las actitudes hacia las matemáticas



En primer lugar, puede verse que en la prueba t de Student la utilidad percibida por los estudiantes fue mayor en los grados en ingeniería, con una media de 21.15 que, en los grados en educación, donde se obtuvo una media de 19.43; en ambos casos con desviaciones típicas muy similares. Esto se repite en las mismas condiciones para el agrado hacia la materia, donde los datos obtenidos eran de 11.36 para los grados en ingeniería frente a los 9.53 de los grados en educación.

En el caso de la ansiedad hacia la materia puede observarse como nuevamente eran los grados en ingeniería aquellos que presentaban una mayor media, en este caso, muy por encima de los grados en educación, 31.16 frente a 25.86 respectivamente. No obstante, la desviación típica en este caso era mayor para los grados en educación, lo que nos indicó que existía una mayor dispersión de los datos.

En cuanto a la confianza, sí que existían medidas similares: 11.57 para los grados en educación y 12.76 para los grados en ingeniería. Sin embargo, donde sí que observó

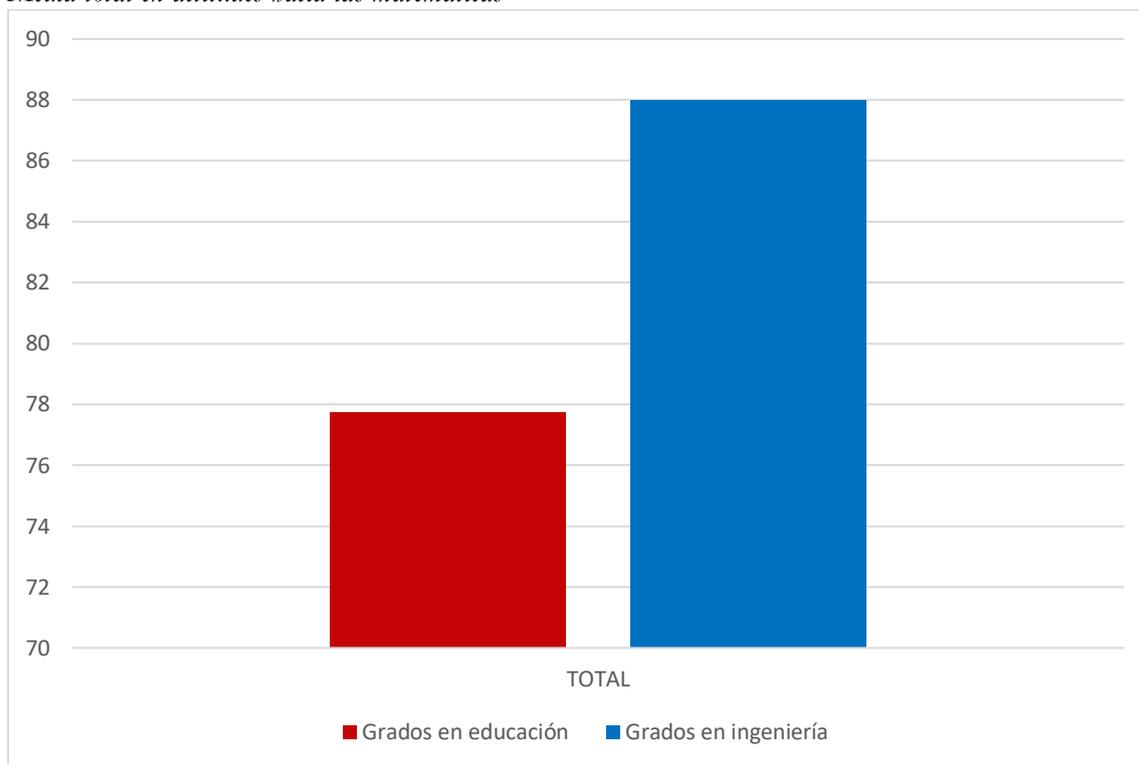
alguna diferencia fue en las desviaciones típicas obtenidas para este parámetro, ya que en el caso de los grados en educación existía una mayor dispersión de los datos recopilados entre los participantes.

Para finalizar con los descriptores presentes en esta tabla, hay que aludir a la motivación, donde sin duda se apreció el mayor cambio con respecto a los anteriores descriptores. En este caso, la media más elevada la presentaron los grados en educación con un 11.36, mostrando que poseían una mayor motivación a la hora de estudiar esta área, en comparación con 11.55 de los grados en ingeniería. La desviación típica en este caso se mantenía muy equiparada para ambas ramas de conocimiento.

De forma global, los resultados mostraron mejores actitudes hacia las matemáticas en los estudiantes de grados en ingeniería frente a los estudiantes de grados en educación. Con un valor medio de 87.98 obtenidos en los grados en ingeniería, frente a los 77.75 obtenidos para los grados en educación, tal y como se muestra en la Figura 11. Para estos datos globales la desviación típica fue mayor en los grados en educación, lo que nos indica nuevamente que en este grupo existía una mayor variabilidad en las respuestas de los estudiantes.

Figura 11.

Media total en actitudes hacia las matemáticas



5.1.2. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE MEDIAS EN LA DIMENSIÓN AFECTIVA EN LA COMISIÓN DE ERRORES EN MATEMÁTICAS

Para el Objetivo Específico 2. “Determinar si existen diferencias de medias en la dimensión afectiva en la comisión de errores en función de la titulación”, el proceso de obtención de los resultados fue análogo al que ha llevado a cabo para el Objetivo Específico 1. Para realizar el análisis estadístico nuevamente se seleccionó la prueba t de Student. Al igual que en el caso anterior se trataba de dos muestras independientes, pues los participantes solo pertenecían a uno de los grupos y no a ambos de forma simultánea.

La prueba t de Student permitió verificar la existencia de diferencias significativas entre las medias obtenidas para ambos conjuntos de datos, siendo la hipótesis nula la no existencia de diferencias significativas y la hipótesis alternativa la

existencia de diferencias significativas en las medias de los conjuntos de datos estudiados para cada uno de los factores.

Para realizar el análisis de maneja correcta, primero se realizó la prueba de Levene para determinar si se debía considerar igualdad de varianzas en los factores que iban a ser objeto de estudio. Los resultados de esta prueba son presentados en la

Tabla 7.

Tabla 7.

Prueba de Levene para la igualdad de varianzas en dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas

Factor		F	Sig.
Emociones y afectos negativos	Asumidas var. iguales	3.15	0.08
	No asumidas var. iguales	-	-
Conductas favorables hacia los errores	Asumidas var. iguales	2.47	0.12
	No asumidas var. iguales	-	-
Mala concepción	Asumidas var. iguales	7.33	0.01
	No asumidas var. iguales	-	-
Creencias y emociones negativas	Asumidas var. iguales	2.22	0.14
	No asumidas var. iguales	-	-
Creencias de aprender de los errores	Asumidas var. iguales	0.27	0.60
	No asumidas var. iguales	-	-

Una vez obtenidos los datos para determinar si se consideraba o no igualdad de varianzas se procedió a realizar la prueba t de Student para verificar si existía o no diferencias significativas en las medias los factores estudiados, tal y como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8.

Prueba t de muestras independientes en dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas

	t	gl	Sig. (bilat.)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
Emociones y afectos negativos							
Asumidas var. iguales	-2.92	468.00	0.00	-2.00	0.69	-3.35	-0.65
No asumidas var. iguales	-2.93	467.93	0.00	-2.00	0.68	-3.34	-0.66
Conductas favorables hacia los errores							
Asumidas var. iguales	-1.50	468.00	0.13	-0.64	0.43	-1.47	0.20
No asumidas var. iguales	-1.49	453.23	0.14	-0.64	0.43	-1.48	0.20
Mala concepción							
Asumidas var. iguales	3.63	468.00	0.00	0.94	0.26	0.43	1.45
No asumidas var. iguales	3.62	450.25	0.00	0.94	0.26	0.43	1.45
Creencias y emociones negativas							
Asumidas var. iguales	-3.07	468.00	0.00	-1.54	0.50	-2.53	-0.56
No asumidas var. iguales	-3.09	467.68	0.00	-1.54	0.50	-2.53	-0.56
Creencias de aprender de los errores							
Asumidas var. iguales	0.51	468.00	0.61	0.13	0.25	-0.36	0.62
No asumidas var. iguales	0.51	465.84	0.61	0.13	0.25	-0.36	0.62

Tras la realización del análisis de las varianzas para cada uno de los factores estudiados, la prueba t mostrada en la Tabla 8 mostró unos claros resultados sobre la igualdad de medias de los factores analizados.

En primer lugar, el análisis del factor emociones y afectos negativos arrojó un resultado de significación bilateral igual a cero, lo que indica que existían diferencias estadísticamente significativas, con tamaño del efecto bajo, entre los dos grupos objeto de estudio que condicionaban los resultados obtenidos para este factor, es decir, las

emociones y afectos negativos respecto a los errores eran diferentes si se procedía de un Grado en Ingeniería o si se procedía de un Grado en Educación.

Había otros dos factores para los que se repetía el mismo nivel de significación, con tamaño del efecto bajo, que eran la mala concepción del error y las creencias y emociones negativas hacia el error. Esto significa que el grado que se estudiaba influía en estos dos factores, por lo que no era igual para estudiantes que procedían de Grados de Educación que para estudiantes que procedían de grados en ingeniería.

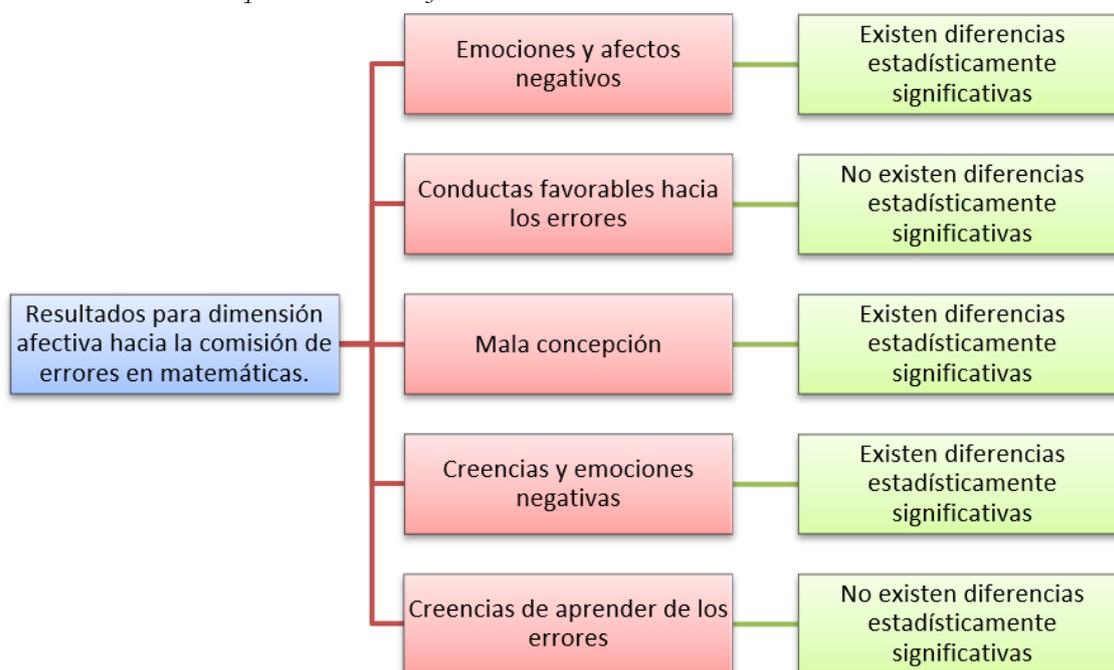
En los dos factores restantes no existían diferencias estadísticamente significativas en función del grado de procedencia de los estudiantes. Para el caso de conductas favorables hacia el error, el valor de significación bilateral era de 0.13, no siendo superior a 0.05. Ello indica que estas conductas previamente descritas no variaban significativamente en función del grado de procedencia de los estudiantes.

Lo mismo sucedía con el factor creencias de aprender de los errores. En este caso el nivel de significación bilateral era de 0.61, quedando pues muy alejado del nivel de significación para el cual se podría afirmar que existían diferencias estadísticamente significativas, por lo que cabría concluir que el grado de procedencia de los estudiantes que habían participado en este estudio no influía en sus creencias relacionadas con aprender de los errores.

En la Figura 12 se muestra una tabla resumen de los resultados obtenidos para los diferentes factores estudiados con relación a la dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas en los estudiantes.

Figura 12.

Resumen de resultados para dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas.



Una vez se conocen cuáles son aquellos factores sobre los que la rama del grado que se cursa tiene influencia, se puede realizar un análisis detallado de las medias obtenidas para cada uno de ellos. La Tabla 9 muestra los resultados obtenidos para la media y desviación típica para cada uno de los factores, que posteriormente han sido representados gráficamente en la Figura 13.

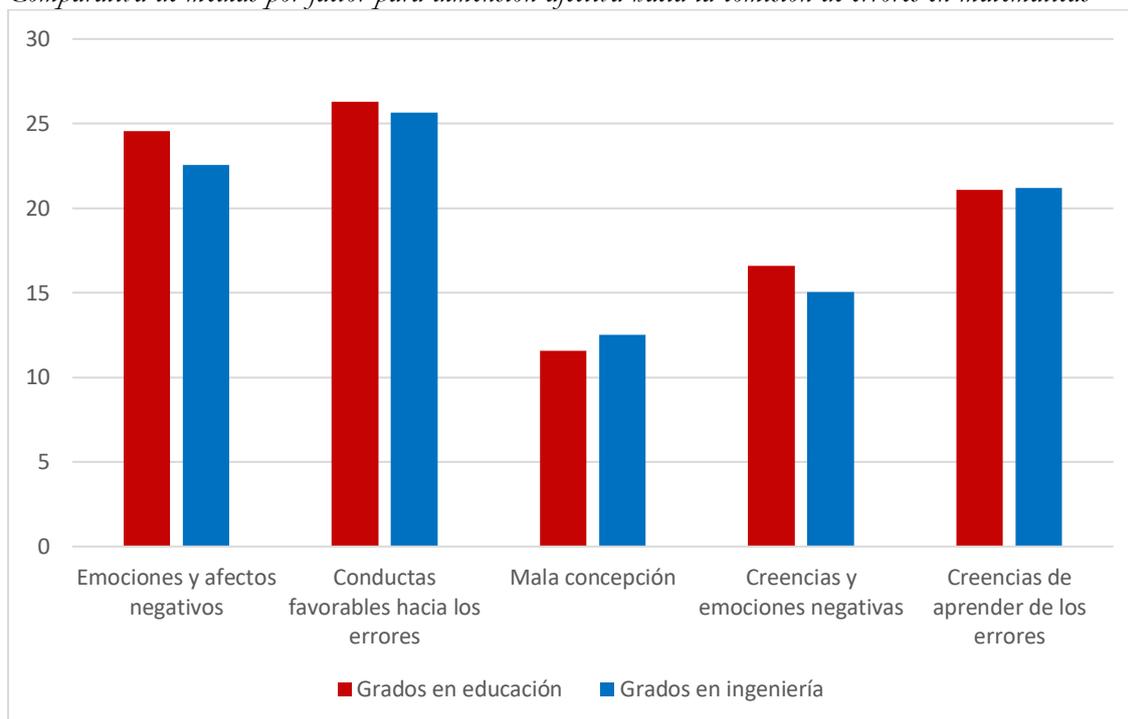
Tabla 9.

Medias en dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas

Factor	Titulación	Media	Desviación Típica	Error típ. de la media
Emociones y afectos negativos	Grados en educación	22.56	7.03	0.47
	Grados en ingeniería	24.56	7.76	0.50
Conductas favorables hacia los errores	Grados en educación	25.64	4.83	0.32
	Grados en ingeniería	26.28	4.39	0.28
Mala concepción	Grados en educación	12.50	2.97	0.20
	Grados en ingeniería	11.56	2.65	0.17
Creencias y emociones negativas	Grados en educación	15.04	5.12	0.34
	Grados en ingeniería	16.58	5.72	0.37
Creencias de aprender de los errores	Grados en educación	21.20	2.67	0.18
	Grados en ingeniería	21.07	2.72	0.17

Figura 13.

Comparativa de medias por factor para dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas



Se comienza el análisis con el factor denominado emociones y afectos negativos, para el que el análisis estadístico determinó que existen diferencias estadísticamente significativas. Se observa que la media fue mayor en los grados en ingeniería (24.56) que en los grados en educación (22.56). La desviación típica también fue mayor en los grados en ingeniería, aunque mantuvo unos valores muy similares para ambos grupos.

Si se continúa con las conductas favorables hacia los errores, nuevamente se observa que fue mayor en los grados en ingeniería (26.28) que, en los grados en educación, con (25.64). En este caso el valor de la desviación típica también fue mayor para los grados en educación, lo que muestra una mayor variabilidad en las respuestas de los estudiantes.

En el factor creencias y emociones negativas, para el que también se estableció que existen diferencias estadísticamente significativas, se observó el mismo patrón que en los dos factores anteriores, siendo nuevamente la media más alta en los grados en

ingeniería con un valor de 16.58, en comparación con 15.04 que se podía encontrar en los grados en educación. En este caso la variabilidad mayor se encontró en los grados en ingeniería.

En los factores mala concepción y creencias de aprender de los errores, la tendencia se invirtió respecto a los factores anteriores. En el primero, relacionado con la mala concepción del error, el último para el que se ha obtenido que existen diferencias estadísticamente significativas, los grados en educación mostraron una media significativamente superior a la de los grados en ingeniería con unos valores de 12.50 y 11.56 respectivamente, siendo en este caso la desviación típica muy similar para ambos grupos.

En el caso del factor que hacía alusión a las creencias de aprender de los errores, se pudo observar una media ligeramente superior. En este caso la diferencia no fue tan significativa como en el factor anteriormente mencionado, ya que se encontraba un valor de 21.20 para los grados en educación y de 21.07 para los grados en ingeniería. Se repite nuevamente que la variabilidad de los datos era muy similar para ambos grupos.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

"El hombre siempre ha aprendido del pasado."
Arquímedes
Físico, ingeniero, inventor, astrónomo y matemático

INTRODUCCIÓN

Este capítulo está diseñado para poner en contexto los resultados obtenidos con todo lo descrito anteriormente en la bibliografía. Se tratará de buscar explicación a los hallazgos y comprobar si están en acuerdo o en desacuerdo con investigaciones previas y cuál es la aportación que esta investigación hace al conocimiento ya existente.

6.1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PARA LAS ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS

Los resultados obtenidos para las actitudes hacia las matemáticas en este estudio se van a analizar detalladamente en los siguientes apartados, uno por cada uno de los componentes de las actitudes estudiados.

6.1.1. UTILIDAD

Para comenzar con el análisis de este afecto, primero se deben recordar cuáles fueron los resultados obtenidos en este estudio. Para este factor los estudiantes de ingeniería obtuvieron una media superior a los estudiantes de educación. La propia definición dada por Auzmendi (1992) sobre este factor y su influencia apoya los resultados obtenidos en este estudio. Esta definición mencionaba la percepción del estudiante sobre la utilidad que la materia puede ofrecer para su futura vida profesional. En este caso, considerando la propia naturaleza de las titulaciones estudiadas, los estudiantes de ingeniería utilizarán las matemáticas de una forma mucho más explícita que los estudiantes de educación.

Este razonamiento respalda los resultados del estudio al indicar que existen diferencias significativas entre las ramas de conocimiento analizadas en

este estudio en relación con la utilidad percibida de las matemáticas, inclinándose la balanza del lado de los estudiantes de ingeniería, que son aquellos que perciben una mayor utilidad de las matemáticas de acuerdo con esta investigación.

En el ámbito de los grados en educación, Fernández Cézár y Aguirre Pérez (2010) ya encontraron en sus investigaciones niveles por debajo de la media en el factor utilidad en los grados en educación, lo que consolida los hallazgos logrados en este estudio, donde la media obtenida se sitúa por debajo de los valores para los grados en ingeniería. Esta deducción también viene apoyada por Álvarez y Ruiz Soler (2010), quienes obtuvieron valores elevados para el factor utilidad en su estudio llevado a cabo en estudiantes de ingeniería y por lo expuesto por Iglesias Domecq y Berenguer (2017).

6.1.2. ANSIEDAD

Si continuamos analizando el factor ansiedad, los valores obtenidos en los estudiantes de grados en ingeniería son muy superiores a los resultantes en estudiantes de grados en educación. Para los estudiantes de ingeniería, Ortiz-Padilla et al. (2020) encontraron una correlación positiva entre la ingeniería y la ansiedad matemática global. Además, señalaron que, al tratarse de grados con una elevada carga matemática, el elevado nivel de ansiedad matemática no era lo deseable, lo que concuerda con las conclusiones de García Suárez et al. (2023). Estas deducciones se encuentran en consonancia con los resultados recabados en este estudio, que muestran que los niveles de ansiedad de los estudiantes de

grados en ingeniería son más elevados que los niveles observados en los estudiantes de grados en educación.

En el caso de los estudiantes de educación, de acuerdo con la bibliografía (Sánchez Mendías et al., 2011, 2022), los resultados debían ser también elevados. Esto quedó reflejado en el análisis de los resultados ya que, aunque no son valores tan elevados como los obtenidos para los grados en ingeniería, no son por lo tanto valores que denoten unos niveles de ansiedad baja en los estudiantes consultados.

6.1.3. AGRADO

En tercer lugar, el afecto del agrado obtuvo una mayor media entre los estudiantes de grados en ingeniería, no muy alejada de la obtenida por los estudiantes de los grados en educación. Para este descriptor se debe recordar que se obtienen niveles de agrado más elevados en los estudiantes de grados en ingeniería que los estudiantes de grados en educación. Esto coincide con la investigación llevada a cabo por (Nortes y Nortes, 2017) que mostró que los estudiantes de los grados en educación presentaban un nivel de agrado hacia las matemáticas por debajo de la considerada como puntuación media. Por otro lado, los estudiantes de ingeniería pueden experimentar un nivel de agrado elevado incluso en aquellas situaciones en las que sus capacidades para las mismas fuesen limitadas (Mato-Vázquez et al., 2018), lo cual podría explicar que esos niveles de agrado fuesen superiores a los de los grados en educación.

6.1.4. CONFIANZA

Los valores de confianza fueron muy similares en los estudiantes de ambas ramas de conocimiento, aunque la media más elevada se observó nuevamente para los estudiantes de los grados en ingeniería. En esta investigación la media de confianza para los grados en ingeniería fue superior a la obtenidos para los grados en educación; no obstante, ambos grupos estuvieron bastante a la par, sin ser ninguno significativamente mayor que el otro.

Estos resultados son acordes a lo observado por diversos autores (Nortes Martínez-Artero y Nortes Checa, 2017a), que señalan altos niveles de confianza en estudiantes de educación. Sin embargo, difieren de lo observado por Cosgaya-Barrera y Castro-Villagrán (2019), quienes encontraron niveles de confianza muy bajos en estudiantes de ingeniería. En este caso, se debe tener en cuenta el contexto mencionado por estos autores, pues se encontraban en un centro donde, a pesar de estudiar ingeniería, los estudiantes no encontraban alicientes en su entorno ni las proximidades para realizar actividades relacionadas con la ingeniería, lo que pudo influir en los resultados obtenidos en su investigación.

6.1.5. MOTIVACIÓN

Este último afecto analizado es el que cambia la tendencia respecto al resto de afectos. En este caso, la media obtenida por los grados en educación es superior a la obtenida por los grados en ingeniería. Los valores obtenidos para la motivación en este estudio muestran una mayor motivación en los estudiantes de grados en educación que la que se pudo encontrar en los estudiantes de

grados en ingeniería. Los niveles elevados de motivación en los grados en educación coinciden con lo expuesto por otros autores (Casis et al., 2017; Nortes Martínez-Artero y Nortes Checa, 2017a).

Por otro lado, en referencia a los estudiantes de los grados en ingeniería, a pesar de que no se observaron valores bajos de motivación, es notable que estos sean inferiores a los obtenidos en grados en educación. Puede ser por ello por lo que los autores mencionados en la bibliografía sugieren trabajar en la motivación de los estudiantes. De hecho, sus investigaciones identifican áreas específicas en las que se puede intervenir para mejorar la motivación de estos estudiantes (Castro y Miranda, 2019).

6.1.6. ACTITUD GLOBAL

A pesar de ya haber descrito de forma pormenorizada todos los factores que tienen influencia en las actitudes hacia las matemáticas y haberlos comparado con la bibliografía existente, para concluir, en términos generales esta investigación coincide con otras anteriores cuando indica que existe una actitud hacia las matemáticas globalmente positiva en los estudiantes de ingeniería (Álvarez y Ruiz Soler, 2010). Mientras tanto, en el caso de los estudiantes de grados en educación, aunque no llegue en estos resultados al nivel de los estudiantes de ingeniería es también a nivel global positiva, tal y como era descrito por Estrada Roca (2007).

6.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PARA DIMENSIÓN AFECTIVA HACIA LA COMISIÓN DE ERRORES EN MATEMÁTICAS

En esta investigación, el grupo de estudiantes que posee más emociones y afectos negativos de acuerdo con los resultados son los estudiantes de los grados en educación. Por lo tanto, será necesario, tal y como proponen varios autores (Coan, 2007; Kyriacou, 2005), una formación matemática más profunda que permita a los estudiantes mejorar su confianza gracias a la seguridad que aporta tener un amplio conocimiento de la materia y una práctica consolidada. Esa seguridad, evitará que el error suponga en ellos un escollo, y serán capaces de apreciar las numerosas virtudes del error en matemáticas como herramienta de aprendizaje (Ibarra-González y Eccius-Wellmann, 2018).

Como se ha visto el entendimiento de la materia se encuentra en un nivel afectivo emocional, que va a influir en el desempeño posterior de los estudiantes como futuros docentes, lo cual va a ser altamente relevante en su labor profesional (Ávila-Toscano et al., 2020).

En los resultados obtenidos para los estudiantes de grados en ingeniería, unos niveles elevados coinciden con lo descrito por Franchi Boscán et al. (2011) cuando en su investigación encontraron que los participantes poseían una actitud moderadamente positiva hacia los errores cometidos durante el aprendizaje de las matemáticas.

La bibliografía en todo momento alude a unas actitudes hacia el error por debajo de lo deseables en los estudiantes de grados en ingeniería (Franchi Boscán et al., 2011). En el caso de los estudiantes de grados en educación, a pesar de haber obtenido unos niveles más elevados en algunos aspectos, también será necesario realizar un

seguimiento de los estudiantes puesto que, como ya se ha explicado, estas conductas pueden afectar a su futuro desempeño profesional (Ávila-Toscano et al., 2020).

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

"La idea vino como un flash de rayos y en un instante, la verdad se reveló."

Nikola Tesla

Inventor, ingeniero eléctrico y mecánico

INTRODUCCIÓN

La investigación ha permitido realizar un examen detallado de cada uno de los objetivos específicos planteados, alcanzando así el propósito central del estudio. Esto se logró teniendo en cuenta los resultados obtenidos y la bibliografía existente sobre la materia. Por lo tanto, resta extraer las conclusiones a las que se puede llegar una vez aunado todo ello.

Dividiendo los hallazgos de este estudio en dos partes es más fácil llegar a conclusiones específicas. Por un lado, se va a analizar las actitudes hacia las matemáticas en función de la titulación y, por otro lado, la dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas considerando la titulación de los participantes.

7.1. ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS

En cuanto a las actitudes hacia las matemáticas, en función de la titulación pudo comprobarse que, tal y como se planteaba, el grado que se estudia y su rama de conocimiento tiene una influencia sobre las actitudes hacia las matemáticas en cada uno de los factores estudiados, pues se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias para cada uno de ellos. Pudo comprobarse como estas actitudes hacia las matemáticas, a nivel general, tienen mejores resultados en los grados en ingeniería. A nivel específico cada uno de los afectos también es más favorable a los estudiantes de carreras relacionadas con esta rama. Sin embargo, es significativo que sean los estudiantes de grados en educación aquellos que presentan una mayor motivación hacia las matemáticas.

Esto no es fácil de explicar, puesto que los investigadores apuntan a que una mayor contextualización de las matemáticas en las carreras de corte técnico favorece

las actitudes hacia las matemáticas, lo cual se confirma en cada uno de los factores estudiados, salvo en el presente estudio. Convendría pues analizar si se trata de un caso de desmotivación en los estudiantes que están cursando grados en ingeniería y, de ser así, aplicar estrategias con las que trabajar la motivación con estos estudiantes. Esto podría tener sin duda un efecto positivo en los resultados de los estudiantes.

Es también notable que sean los estudiantes de ingeniería quienes presenten una mayor ansiedad hacia las matemáticas, puesto que se espera que ellos tengan un mayor dominio sobre la materia y, por ende, deberían estar más habituados a ella. Esto, en principio, debería reducir sus niveles de estrés y ansiedad cuando se enfrentan a las matemáticas. Sin embargo, es posible que la exigencia los lleve a elevar esos niveles de ansiedad por encima de los generados en los estudiantes de grados en educación.

Para el caso de los factores agrado, utilidad y confianza, son los estudiantes de ingeniería aquellos que obtienen mejores medias, lo que parece razonable a primera vista. Por un lado, la utilidad y la confianza es algo que los estudiantes desarrollan a lo largo de la formación universitaria en ingeniería, gracias al trabajo diario con las matemáticas y su aplicación además en otras asignaturas que les permite ver el contexto de utilización de las mismas. Esto fomenta un aprendizaje orientado a un objetivo específico, lo que despierta en los estudiantes una sensación de utilidad sobre lo que están estudiando, mientras ganan confianza con el trabajo diario en áreas relacionadas con las matemáticas. El agrado por las matemáticas, por su parte, puede considerarse un requisito necesario para los estudiantes a la hora de abordar un grado universitario en una temática claramente relacionada con las matemáticas. Se hace extraño pensar que los estudiantes decidan estudiar una ingeniería cuando su agrado por las

matemáticas no es alto pues, de no ser así, se enfrentarían día a día a situaciones desagradables, debido a que las matemáticas están presentes en gran parte de las asignaturas cursadas.

7.2. DIMENSIÓN AFECTIVA EN LA COMISIÓN DE ERRORES EN MATEMÁTICAS

En el caso de la dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas, los resultados son algo más irregulares si se comparan con los obtenidos en el caso de las actitudes hacia las matemáticas previamente analizadas. Se pudo comprobar que hay dos factores en los cuales las titulaciones de procedencia de los estudiantes no influyen: las conductas favorables hacia el error y las creencias de aprender de los errores. Esto sugiere que tanto un estudiante de ingeniería como un estudiante de educación tendrá la misma respuesta ante un error y, una vez cometido, ambos tendrán el mismo pensamiento sobre la utilidad de ese error en su formación y la posibilidad de aprender de él.

Esto es algo que cobra sentido puesto que no está relacionado en ningún momento con el mayor o menor grado de significado o contexto que los contenidos matemáticos tengan para estos estudiantes. Más bien, se trata de una actitud vital hacia los errores que puede darse en múltiples esferas de la vida cotidiana y, por extensión, también en la asignatura de Matemáticas.

No obstante, hay otros tres factores para los que sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas en función del grado de procedencia de los estudiantes: la mala concepción del error, las creencias y emociones negativas hacia el error y las emociones y afectos negativos.

Como se puede apreciar, estos factores están más relacionados con la propia percepción del estudiante sobre la asignatura, su autoconcepto y su forma de abordar las matemáticas. Es decir, en este caso está claro que existe una componente emocional que vincula a las matemáticas con el estudiante y que va a influir en estos tres factores.

En relación con la mala concepción del error, son los estudiantes de grados en ingeniería quienes presentan una peor concepción del error. Esto podría deberse a la creencia de que, al pertenecer a un grado en el que las matemáticas son la espina dorsal, se les presupone un alto nivel matemático, y un error podría estar peor visto en comparación con otros grados, como los de educación. En estos últimos, al no tratarse de grados en los que las matemáticas estén tan presentes, es más común cometer errores al no estar habituados a ellas, lo que puede hacer que estos pasen más desapercibidos.

Las creencias y emociones negativas están muy ligadas a la percepción que el estudiante pueda tener sobre las matemáticas y sobre sí mismo. Por lo tanto, presentarán mejores resultados aquellos estudiantes que estén más familiarizados con las matemáticas y que presenten una actitud más proactiva hacia la materia, también hacia el error. Esto se debe a que, con el tiempo, se han familiarizado y se han habituado a cometer errores a medida que avanzan en sus actividades y problemas de clase.

Algo similar ocurre con las emociones y afectos negativos hacia los errores, donde nuevamente son los estudiantes de educación quienes tienen peores resultados. La explicación para este factor es muy similar a la dada para las creencias y emociones negativas, pues ambas están muy vinculadas al dominio afectivo de las matemáticas.

En base a lo anteriormente descrito, se puede deducir que los estudiantes de ingeniería están de acuerdo en que cometer errores es algo que puede ser beneficioso para ellos y no lo ven como algo excesivamente negativo. Sin embargo, lo asumen de peor forma cuando son ellos quienes lo cometen. Por lo tanto, parece que no han interiorizado adecuadamente la utilidad que la comisión de errores puede tener para su aprendizaje y lo ven más como algo que se suele decir en un contexto motivacional para estudiantes que han cometido errores, en lugar de algo que realmente piensan para sí mismos.

7.3. IMPLICACIONES EDUCATIVAS DE LA DIMENSIÓN AFECTIVA EN LA COMISIÓN DE ERRORES EN MATEMÁTICAS

Las implicaciones educativas de esta investigación son muy amplias. A modo de resumen, el mayor valor radica en proporcionar información sobre los estudiantes y sobre sus necesidades. Esto ayudará a los docentes a diseñar estrategias y actividades con las que apoyar a sus estudiantes, fortaleciendo así los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Esto no solo redundará en que los estudiantes obtengan mejores calificaciones, sino que también garantizará que desde las instituciones universitarias se formen individuos emocionalmente equilibrados y que gocen de una motivación y una actitud positiva cultivada a lo largo de la etapa académica. Todo ello hará que los profesionales del futuro sean lo más completos y competentes posibles.

La realidad de la sociedad está experimentando un cambio que demanda que las matemáticas, y todas las asignaturas en general, se enseñen de manera coordinada de forma que los estudiantes no perciban asignaturas aisladas, materias inconexas y contenidos que no guardan relación entre ellos, sino que su aprendizaje sea un todo

donde existe una interconexión que dota de una utilidad y un significado real a lo que se vive dentro de las aulas.

La motivación y el desarrollo de la confianza en las aulas de los estudiantes de ingeniería será fundamental, pues ello propiciará que tomen iniciativas propias, formando ingenieros capaces de tomar decisiones sin experimentar unos niveles de ansiedad que le impidan el correcto desarrollo de su profesión. Además, se atreverán a asumir los riesgos que implica la innovación en cualquier ámbito, avanzando hacia la sociedad del siglo XXI y asumiendo el papel de promotores de cambio que se espera de ellos.

En el caso de los estudiantes de grados en educación, se formarán maestros capaces de transmitir su agrado hacia las matemáticas a sus futuros estudiantes, quienes lo percibirán en el desarrollo de sus clases y en la forma en que el profesor se desenvuelve en el aula, eliminando de la ecuación la ansiedad, la desmotivación y la falta de confianza. De esta manera, se evita la transmisión de malas actitudes hacia las matemáticas y hacia los errores en matemáticas entre profesores y estudiantes.

CAPÍTULO 8. APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS, LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

" Para explicar toda la naturaleza, no basta ni un hombre ni una edad completa. En su lugar, lo mejor es que el hombre busque un poco de verdad y certeza, dejando el resto para los demás, para los que vendrán, con conjeturas y sin dar nada por hecho."

Isaac Newton

Físico, teólogo, inventor, alquimista y matemático

INTRODUCCIÓN

Este apartado aborda la aplicabilidad de este estudio y de sus resultados en el contexto educativo, con el objetivo de mejorar la realidad académica de las universidades españolas. Además, se recogen las limitaciones experimentadas durante la realización del estudio y, para finalizar, se exploran las posibles líneas de investigación que pueden surgir en un futuro utilizando este estudio como punto de partida y que pueden complementar de una forma muy rica los resultados obtenidos en la misma.

8.1. APLICABILIDAD

La investigación realizada ofrece un análisis de la situación actual en ambas ramas de conocimiento en lo relativo a los objetos de estudio: las actitudes hacia las matemáticas y la dimensión afectiva hacia la comisión de errores en matemáticas.

Como se ha mencionado a lo largo del texto, uno de los fines de esta investigación es aclarar la situación actual de ambas cuestiones para comprender cuáles son las necesidades educativas de los estudiantes y así formar mejores profesionales desde la enseñanza universitaria. Esto no solo repercutirá en la calidad de su trabajo futuro, sino también en un bienestar personal y en una mejor salud emocional (Blanco, 2012).

Se hace necesario diseñar estrategias y planes con los que se trabajen, por un lado, la mejora de las actitudes hacia las matemáticas, esto incluye estrategias con las que reducir los niveles de ansiedad en los estudiantes, ya que se han encontrado niveles elevados de este factor en estudiantes de ambas ramas de conocimiento, lo que puede afectar a su rendimiento en ambas áreas (Ortiz-Padilla et al., 2020).

Una mejora de los niveles de ansiedad llevará consigo previsiblemente una mejora en los niveles de agrado y confianza, ya que, al eliminar el obstáculo de la ansiedad, éste podrá concentrarse enteramente en la labor matemática mejorando su rendimiento y, por ende, su percepción de sí mismo y de su relación con la materia (Artemenko et al., 2015; Ruiz Martín, 2020).

Estas estrategias también deben estar destinadas a estimular la motivación de los estudiantes, haciéndoles partícipes de su aprendizaje y contextualizando los contenidos para fortalecer la motivación intrínseca de los mismos. Esto les brindará un soporte a lo largo de su aprendizaje de las matemáticas en su respectiva titulación (Cosgaya-Barrera y Castro-Villagrán, 2019). Al fin y al cabo, se ha observado que un estudiante que estudia algo orientado a una situación que le es familiar lo hace con una predisposición diferente, a diferencia de cuando lo percibe como algo abstracto o ajeno a sí mismo.

Un ejemplo de esta filosofía es la propuesta STEM o STEAM, cada vez más presente a nivel curricular, rompiendo barreras entre las disciplinas e integrando a los intereses de los estudiantes (Sánchez Ludeña, 2019). Estos planes de actuación y mejora son aplicables también a las actitudes hacia el error en matemáticas, puesto que al igual que las actitudes hacia las matemáticas, pueden afectar al desempeño académico y al futuro profesional (Ávila-Toscano et al., 2020; Nortes-Martínez-Artero y Nortes-Checa, 2019) de los estudiantes de ambas ramas de conocimiento.

8.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En esta investigación, los instrumentos de recogida de datos se administraron únicamente en dos universidades, ambas ubicadas en la misma Comunidad Autónoma,

por lo que es posible que se haya producido un sesgo provocado por la localización de las instituciones, así como s la tipología de los estudiantes y la metodología seguida por la Universidad.

El número de participantes también se limitó a las dos universidades a las que se tuvo acceso y a sus titulaciones, por lo que otras titulaciones quedaron fuera del estudio. La recogida de datos se realizó únicamente con los estudiantes implicados, dejando de lado otros actores como sus profesores o sus familiares, así como otros factores ambientales que de una u otra forma también tienen un peso y una influencia en las actitudes hacia las matemáticas y la afectividad hacia el error en matemáticas de los estudiantes involucrados. Entre estos factores se incluyen la situación económica actual, que determina las expectativas salariales y laborales de los estudiantes a lo largo de su trayectoria universitaria, o incluso el haber cursado parte de la Educación Secundaria Obligatoria o el comienzo de la universidad de forma telemática debido a la situación sanitaria ocasionada por la COVID-19, algo que sin duda tiene una influencia emocional en los participantes.

8.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las líneas futuras de investigación que se desprenden de este estudio son numerosas. En primer lugar, se pueden recoger todas aquellas orientadas a paliar los efectos de las limitaciones del estudio. Por este motivo, aumentar el número de participantes, su procedencia y los grados participantes puede suponer una consolidación de los resultados, evitando posibles sesgos propios del trabajo investigador.

Como ya se ha mencionado, existen estudios que miden las actitudes hacia las matemáticas en función a otros factores como el género o la edad de los participantes.

El estudio de la influencia del género cobra si cabe más importancia en esta investigación, ya que está íntimamente relacionada con las materias STEM. Ya se ha explicado que existen numerosas investigaciones que muestren diferentes resultados en función del género. Podría ser de gran interés estudiar cómo afecta el género en cada una de estas titulaciones y proponer planes de actuación desde niveles tempranos para mitigarlos o eliminarlos. Además, sería valioso realizar un estudio de corte longitudinal que permita determinar si un estudiante elige un determinado itinerario educativo condicionado por sus actitudes hacia las matemáticas, o si bien son las actitudes hacia las matemáticas las que se forjan una vez seleccionado el itinerario. Ello permitiría a los profesionales diseñar los planes de actuación y aplicarlos en el momento preciso, cuando sean de más utilidad para los estudiantes.

*Dominio afectivo de las matemáticas en
grados en ingeniería y grados en educación*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, G., Mena, A., Rodríguez, M. R., Golbach, M., Anido, M. R. y Galindo, G. (2010).
¿La actitud hacia la matemática influye en el rendimiento académico? En P.
Lestón (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 75-83). Comité
Latinoamericano de Matemática Educativa A. C.
- Adinda, A., Purwanto, Parta, I. N. y Chandra, T. D. (2021). Investigation of students'
metacognitive awareness failures about solving absolute value problems in
mathematics education*. *Eurasian Journal of Educational Research*, 91(1), 17-
35. <https://doi.org/10.14689/EJER.2021.95.2>
- Alemán Marichal, B., Suárez Díaz Rosa Margarita, O. L., Izquiero Barceló, Y. y Encinas
Alemán, T. de la C. (2018). La motivación en el contexto del proceso enseñanza-
aprendizaje en carreras de las Ciencias Médicas. *Revista Médica Electrónica*,
40(4), 1257-1270.
- Alguacil De Nicolás, M., Boqué Torremorell, M. C. y Pañellas Valls, M. M. (2016).
Dificultades en conceptos matemáticos básicos de los estudiantes para maestro.
*International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista
INFAD de Psicología.*, 1(1), 419.
<https://doi.org/10.17060/ijodaep.2016.n1.v1.162>
- Álvarez Teruel, J. D., Jiménez Ayala, C. E., Cargua García, N., Aparicio-Flores, M. P.,
Fernández-Sogorb, A. y García-Fernández, J. M. (2021). Relación entre ansiedad
escolar y perfeccionismo en una muestra de alumnado ecuatoriano. *Revista
Espacios*, 42(07), 49-62. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n07p04>
- Álvarez, Y. y Ruiz Soler, M. (2010). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de
ingeniería en universidades autónomas venezolanas. *Revista de Pedagogía*,
31(89), 225-249.

- Andreu-Moñino, A. y Martínez-Ramón, J.-P. (2023). Inteligencia emocional y síndrome de burnout en el profesorado de Secundaria. *Estudios sobre Educación*, 46, 195-217. <https://doi.org/10.15581/004.46.009>
- Arabit García, J. y Prendes Espinosa, M. P. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: Análisis de necesidades. *Píxel-BIT Revista de Medios y Educación*, 57, 107-128. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>
- Arabit-García, J., Prendes-Espinosa, M. P. y Serrano, J. L. (2023). Recursos Educativos Abiertos y metodologías activas para la enseñanza de STEM en Educación Primaria. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 22(1), 89-106. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.22.1.89>
- Artemenko, C., Daroczy, G. y Nuerk, H.-C. (2015). Neural correlates of math anxiety – an overview and implications. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01333>
- ASALE, R.- y RAE. (2023). *Error | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/error>
- Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181-185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas medias y universitaria*. Mensajero.

- Ávila Contreras, J. I. y Díaz Moreno, L. C. (2019). Emociones en Educación Matemática: Una mirada con base en el pensamiento complejo. *Educação e Realidade*, 44(1).
<https://doi.org/10.1590/2175-623676639>
- Ávila-Toscano, J. H., Rojas-Sandoval, Y. y Tovar-Ortega, T. (2020). Perfil del dominio afectivo en futuros maestros de matemáticas. *Revista de Psicología y Educación - Journal of Psychology and Education*, 15(2), 225-236.
<https://doi.org/10.23923/rpye2020.02.197>
- Bailón Aneas, A., Martínez Domingo, J. A., Berral Ortiz, B. y Ramos Navas-Parejo, M. (2023). Análisis de la metodología STEM en el aula de Educación Infantil. Una revisión sistemática. *Hachetetepé. Revista científica de educación y comunicación*, 26, 1-16. <https://doi.org/10.25267/Hachetetepe.2023.i26.1101>
- Blanco, H. (2012). Estudio de las Actitudes Hacia una Postura Sociocultural y Política de la Educación Matemática en Maestros en Formación Inicial. *REDIMAT -Journal of Research in Mathematics Education*, 1(1), 57-78.
<https://doi.org/10.4471/redimat.2012.03>
- Boigues, F., Estruch, V. y Vidal, A. (2015). *El perfil afectivo/matemático de estudiantes de ciencias e ingeniería* (XIX; Número XIX, pp. 183-190). Universidad de Alicante.
<http://www.seiem.es/docs/actas/19/ActasXIXSEIEM.pdf>
- Boyd, W., Foster, A., Smith, J. y Boyd, W. E. (2014). Feeling Good about Teaching Mathematics: Addressing Anxiety amongst Pre-Service Teachers. *Creative Education*, 5(4), 207-217. <https://doi.org/10.4236/ce.2014.54030>
- Briceño Evans, M. T. (2009). El uso del error en los ambientes de aprendizaje: Una visión transdisciplinaria. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, 14(1), 9-28.

- Briñol, P., Falces, C. y Becerra, A. (2007). Actitudes. En J. F. Morales, C. Huici, M. Moya y E. Gaviria (Eds.), *Psicología Social* (3.ª ed., pp. 457-490). McGraw-Hill.
- Brousseau, G. (1988). Le contrat didactique: Le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 309-336.
- Brousseau, G. (2002). *Theory of didactical situations in mathematics* (Kluwer Academic Publishers, Vol. 19).
- Callejo, M. (1994). *Un club matemático para la diversidad [A math club for diversity]*.
- Carmona Márquez, J. (2004). Una revisión de las evidencias de fiabilidad y validez de los cuestionarios de actitudes y ansiedad hacia la estadística. *STATISTICS EDUCATION RESEARCH JOURNAL*, 3(1), 5-28.
<https://doi.org/10.52041/serj.v3i1.539>
- Casis, M., Rico, N. y Castro, E. (2017). Motivación, autoconfianza y ansiedad como descriptores de la actitud hacia las matemáticas de los futuros profesores de educación básica de Chile. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 11(3), 181-203. <https://doi.org/10.30827/pna.v11i3.6073>
- Castro, E. J. y Miranda, I. (2019). Experiencias Desmotivacionales y Motivacionales de Estudiantes Varones de Ingeniería para Estudiar Matemáticas. El Caso de la Universidad Andrés Bello en Santiago de Chile. *Formación universitaria*, 12(6), 83-92. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062019000600083>
- Castro-Rodríguez, E. y Montoro, A. B. (2021). Educación STEM y formación del profesorado de Primaria en España. *Revista de Educación*, 393, 353-378.
<https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-393-497>
- Coan, D. L. (2007). *Research on the Use of Practice as an Effective Teaching Strategy*.

- Cosgaya-Barrera, B. R. y Castro-Villagrán, A. (2019). Creencias sobre el Aprendizaje de las Matemáticas en Estudiantes de Ingeniería. *Conciencia Tecnológica*, 1(57), 12-20.
- De la Torre, S. (2004). *Aprender de los errores* (Editorial Magisterio del Río de La Plata, Ed.).
- Del Puerto, S. M., Minnaard, C. L. y Seminara, S. A. (2006). Análisis de los errores: Una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(4), 1-13. <https://doi.org/10.35362/rie3842646>
- Dickson, B., Weber, J., Kotsopoulos, D., Boyd, T., Jiwani, S. y Roach, B. (2021). The role of productive failure in 3D printing in a middle school setting. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(3), 489-502. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09568-z>
- Eccius-Wellmann, C., e Ibarra-González, K. P. (2020). Dependencia de la calificación de una evaluación diagnóstica en matemáticas con aspectos afectivos por la comisión de errores. *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, 544-563. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a10>
- Eiss, A. y Blatt Harbeck, M. (1969). *Behavioral objectives in the affective domain*. Nea publications sales.
- Engler, A., Gregorini, M. I., Müller, D., Vrancken, S. y Hecklein, M. (2004). Los errores en el aprendizaje de la matemática. *Premisa*, 23, 23-32.
- Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of Education for teaching*, 15(1), 13-33.

- Estrada Esquivel, A. L. (2022). Emociones y Creencias al Aprender Matemáticas. *VISUAL REVIEW. International Visual Culture Review / Revista Internacional de Cultura Visual*, 9(Monográfico), 1-18. <https://doi.org/10.37467/revvisual.v9.3779>
- Estrada Roca, A. (2007). Actitudes hacia la estadística: Un estudio con profesores de educación primaria en formación y en ejercicio [Attitudes towards statistics: A study with Primary Education students and Primary Education teachers]. En *Investigación en educación matemática: Comunicaciones de los grupos de investigación del XI Simposio de la SEIEM, celebrado en La Laguna del 4 al 7 de septiembre de 2007* (pp. 121-140). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- Fennema, E. y Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales: Instruments Designed to Measure Attitudes toward the Learning of Mathematics by Females and Males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(5), 324-326. <https://doi.org/10.2307/748467>
- Fernández César, R. y Aguirre Pérez, C. (2010). Actitudes iniciales hacia las matemáticas de los alumnos de grado de magisterio de Educación Primaria: Estudio de una situación en el EEES [Initial attitudes towards mathematics of Primary Education teaching degree students: Study of a situation in the EHEA]. *Revista Iberoamericana de Educación matemática*, 23, 107-116.
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N. y Puraivan, E. (2019). Análisis bibliométrico sobre educación STEM. *Revista Espacios*, 40(8), 2.
- Franchi Boscán, L., Bohórquez, H. J., Ismenia Hernández, A. y Medina, N. (2011). Actitud del estudiante de ingeniería hacia sus errores en el aprendizaje de la matemática.

TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 13(3), 371-396.

Gamboa Araya, R., Castillo Sánchez, M. e Hidalgo Mora, R. (2019). Errores matemáticos de estudiantes que ingresan a la universidad. *Actualidades Investigativas en Educación*, 19(1), 104-136. <https://doi.org/10.15517/aie.v19i1.35278>

García Suárez, J., Guzmán Martínez, M. y Monje Parrilla, F. J. (2023). Estudio descriptivo de la ansiedad matemática en estudiantes mexicanos de ingeniería. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 14, 1-17. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1619

García-González, M. S., Ramírez-Gómez, B. y Navarro-Sandoval, C. (2021). Situaciones que Originan Emociones en Estudiantes de Matemáticas [Situations that cause emotions in mathematics students]. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35(69), 39-62. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n69a03>

García-Manrubia, B., Méndez, I. y García Montalbán, J. (2023). Evolución de las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes universitarios. *European Journal of Child Development, Education and Psychopathology*, 10(1), 1-10. <https://doi.org/10.32457/ejpad.v10i1.2069>

Gil Ignacio, N., Blanco Nieto, L. J. y Guerrero Barona, E. (2005). El dominio afectivo en el aprendizaje de las Matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *Unión - Revista Iberoamericana de educación matemática*, 2, Article 2.

Gil Ignacio, N., Blanco Nieto, L. J. y Guerrero Barona, E. (2006). El papel de la afectividad en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de Educación*, 340, 551-569.

Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros* (Universidad de Granada).

- Gómez Chacón, I. M. (2000). *Matemática Emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático* (NARCEA, Ed.; p. 205).
- Granados, L., Aparisi, D., Inglés, C. J., Aparicio López, M. D. P., Fernández Sogorb, A. y García Fernández, J. M. (2019). ¿Predicen los factores de depresión, ansiedad y estrés la dimensión de la despersonalización y la baja realización personal en el profesorado? *European Journal of Child Development, Education and Psychopathology*, 7(1), 83-92. <https://doi.org/10.30552/ejpad.v7i1.91>
- Granados-Alós, L., Aparicio-Flores, M. P., Fernández-Sogorb, A. y García-Fernández, J. M. (2020). Depresión, ansiedad y estrés y su relación con el burnout en profesorado no universitario. *Revista Espacios*, 41(30), 127-141.
- Gresham, G. (2007). A Study Of Mathematics Anxiety in Pre-Service Teachers. *Early Childhood Education Journal*, 35(2), 181-188. <https://doi.org/10.1007/s10643-007-0174-7>
- Hart, L. E. (1989). Describing the affective domain: Saying what we mean. En *Affect and mathematical problem solving* (pp. 37-45). Springer.
- Heinze, A. y Reiss, K. (2007). Mistake-handling activities in the mathematics classroom: Effects of an in-service teacher training on students' performance in geometry. *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 9-16.
- Henderson, C., Beach, A. y Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 952-984. <https://doi.org/10.1002/tea.20439>

- Ibarra-González, K. P. y Eccius-Wellmann, C. (2018). Desarrollo y Validación de un Instrumento de Medición de la Afectividad respecto a la Comisión de Errores en Matemáticas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(61), 673-695. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n61a18>
- Iglesias Domecq, N. y Berenguer, I. A. (2017). Estudio exploratorio sobre la importancia de la Matemática para la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Oriente. *Revista Electrónica Formación Y Calidad Educativa*, 5(1), 46-62.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. y Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook II: Affective domain*. David McKay.
- Kyriacou, C. (2005). The Impact of Daily Mathematics Lessons in England on Pupil Confidence And Competence in Early Mathematics: A Systematic Review. *British Journal of Educational Studies*, 53(2), 168-186. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8527.2005.00289.x>
- Laborde, C. y Perrin-Glorian, M.-J. (2005). Introduction Teaching Situations as Object of Research: Empirical Studies within Theoretical Perspectives. *Educational Studies in Mathematics*, 59(1-3), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-5761-1>
- Lara Covarrubias, A. y Lara Covarrubias, D. (2016). El análisis del error. Hacia una didáctica específica de las Matemáticas. *Eutopía*, 9(24). <https://www.revistas.unam.mx/index.php/eutopia/article/view/56425>
- Ley Orgánica por la que se modifica la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE)(Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre) Boletín Oficial del Estado, nº 340, 2020, 30 diciembre.

- Llanga Vargas, E. F., Murillo Pardo, J. J., Panchi Moreno, K. P., Paucar Paucar, M. M. y Quintanilla Orna, D. T. (2019). La motivación como factor en el aprendizaje. *Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo*.
<https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/06/motivacion-aprendizaje.html>
- López, M. J. G., Gómez, P. y Restrepo, Á. M. (2015). Error uses in teaching mathematics. *Revista de Educacion*, 2015(370), 64-86. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2015-370-297>
- Martín Carrasquilla, O., Santaolalla Pascual, E. y Muñoz San Roque, I. (2022). La brecha de género en la Educación STEM. *Revista de Educación*, 396, 151-175.
<https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2022-396-533>
- Martín, O. y Santaolalla, E. (2020). Educación STEM: Formación con «con-ciencia». *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, 381, 41-46.
<https://doi.org/10.14422/pym.i381.y2020.006>
- Martínez Padrón, O. J. (2005). Dominio afectivo en educación matemática. *Paradigma*, 26(2), 7-34.
- Martínez-Padrón, O. J. (2021). El afecto en la resolución de problemas de Matemática. *Revista Caribeña de Investigación Educativa (RECIE)*, 5(1), 86-100.
<https://doi.org/10.32541/recie.2021.v5i1.pp86-100>
- Martínez-Ramón, J. P., Morales-Rodríguez, F. M. y Pérez-López, S. (2021). Burnout, Resilience, and COVID-19 among Teachers: Predictive Capacity of an Artificial Neural Network. *Applied Sciences*, 11(17), 8206.
<https://doi.org/10.3390/app11178206>

- Mato, M. D. y De La Torre, E. (2010). Evaluación de las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento académico [Assessment of attitudes towards mathematics and academic performance]. En M. J. González, M. T. González y J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (Vol. 5, pp. 285-300). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
<https://revistaseug.ugr.es/index.php/pna/article/view/6160>
- Mato-Vázquez, D., Soneira Calvo, C. y Muñoz Cantero, J. M. (2018). Estudio de las actitudes hacia las Matemáticas en estudiantes universitarios. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas.*, 97, 7-20.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 575-596). Macmillan Publishing Co, Inc.
- McLeod, D. B., Metzger, W. y Craviotto, C. (1989). Comparing experts' and mathematics novices' affective reactions to mathematical problem solving: An exploratory study. En G. Vergnaud (Ed.), *Proceedings of the Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 296-303). PME.
- Mejía-Chavarría, J. M., Vivas-Palacios, G. J. y Ramírez-Cabrera, J. D. (2023). Estado situacional del dominio afectivo en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 6(1), Article 1.
<https://doi.org/10.5377/recsp.v6i1.16511>
- Méndez, I., Martínez-Ramón, J. P., Ruiz-Esteban, C. y García-Fernández, J. M. (2020). Latent Profiles of Burnout, Self-Esteem and Depressive Symptomatology among

- Teachers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6760. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186760>
- Muliyah, P., Rekha, A. y Aminatun, D. (2020). Learning from Mistakes: Students' Perception towards Teacher's Attitude in Writing Correction. *Lexeme: Journal of Linguistics and Applied Linguistics*, 2(1), 44. <https://doi.org/10.32493/ljlal.v2i1.6995>
- Naya, M. C., Soneira, C., Mato, M. D. y De La Torre, E. (2014). Cuestionario sobre actitudes hacia las matemáticas en futuros maestros de Educación Primaria || Questionnaire on attitudes towards mathematics in future teachers of Primary Education. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 1(2), 141-149. <https://doi.org/10.17979/reipe.2014.1.2.11>
- NCTM -National Council of Teachers of Mathematics-. (1991). *Estándares Curriculares y de Evaluación para la Educación Matemática [Curriculum and assessment standards for mathematics education]* (S.A.E.M. Thales).
- Nortes Checa, A. y Martínez Artero, R. (1992). Actitud, Aptitud y Rendimiento en matemáticas: Un estudio en primero de magisterio [Attitude, aptitude and performance in mathematics: A study in the first year of teaching]. *Suma*, 10, 36-40.
- Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2015). Resolución de problemas, errores y dificultades en el grado de maestro de primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 34(1), 103. <https://doi.org/10.6018/34.1.229501>
- Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2017a). Ansiedad, motivación y confianza hacia las Matemáticas en futuros maestros de Primaria. En H. Afonso, A. Bruno,

- D. de la Coba, M. Domínguez, Y. Duque, F. García y I. Plasencia (Eds.), *Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas* (Vol. 95, pp. 77-92). Sociedad Canaria Isaac Newton de Profesores de Matemáticas.
- Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2017b). Competencia matemática, actitud y ansiedad hacia las Matemáticas en futuros maestros. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(3), 145-160.
<https://doi.org/10.6018/reifop.20.3.290841>
- Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2020). Actitud hacia las matemáticas en el Grado de Maestro de Primaria. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(2), 225-239.
<https://doi.org/10.6018/reifop.348061>
- Nortes Martínez-Atero, R., López Pina, J. A., Núñez Núñez, R. M. y Nortes Checa, A. (2022). ¿Tienen ansiedad hacia las matemáticas los futuros maestros? *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 16(3), 191-213.
<https://doi.org/10.30827/pna.v16i3.20948>
- Nortes, R. y Nortes, A. (2014). Ansiedad hacia las matemáticas, agrado y utilidad en futuros maestros. En M. T. González, M. Codes, D. Arnau y T. Ortega (Eds.), *Investigación en educación matemática XVIII* (pp. 485-492). SEIEM.
- Nortes, R. y Nortes, A. (2017). Agrado y utilidad de las matemáticas en la formación inicial de maestros de educación primaria [Liking and Usefulness of Mathematics in Primary Education Teacher Training]. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 12(1), 27-42.
<https://doi.org/10.30827/pna.v12i1.6537>

Nortes-Martínez-Artero, R. y Nortes-Checa, A. (2019). ¿A mayor ansiedad menor rendimiento en Matemáticas? En J. M. Marbán, M. Arce, J. M. Muñoz-Escolano y Á. Alsina (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 453-462). SEIEM.

Ortiz-Padilla, M., Paredes-Bermúdez, M., Soto-Varela, R. y Aldana-Rivera, E. (2020). Ansiedad matemática y desempeño académico en estudiantes en la formación básica de ingeniería. *Formación universitaria*, 13(4), 93-100. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000400093>

Palacios Picos, A., Santiago Hidalgo, A. M. y Ortega Del Rincón, T. (2013). Causas y consecuencias de la ansiedad matemática mediante un modelo de ecuaciones estructurales. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(2), 93-111. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.891>

Pérez Tyteca, P., Monje Parrilla, J. y Castro Martínez, E. (2013). Afecto y matemáticas. Diseño de una entrevista para acceder a los sentimientos de alumnos adolescentes. *AIEM. Avances de Investigación en Educación Matemática*, 4, 65-82. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i4.55>

Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, de 02 de marzo de 2022. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-3296-consolidado.pdf>

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del*

Estado, 76, de 30 de marzo de 2022. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-4975-consolidado.pdf>

Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 82, de 06 de abril de 2022. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5521-consolidado.pdf>

Reeve, J. (2009). *Motivacion y Emocion*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Ribeiro, M., Soldá Policastro, M., Almeida, A. y Estela Caldato, M. (2021). Conhecimento interpretativo de futuros professores da educação infantil e dos anos iniciais no âmbito da subtração – potencialidades para melhorar a formação. *Roteiro*, 46(1), 1-24. <https://doi.org/10.18593/r.v46i.23792>

Rico, L. (1995). Errores y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. En J. Kilpatrick, L. Rico y P. Gómez (Eds.), *Educación Matemática. Errores y dificultades de los estudiantes. Resolución de problemas*. Bogotá: Una empresa docente (pp. 69-108).

Rico, L. (1997). Reivindicación del Error en el Aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Epsilon*, 38, 185-198.

Rieiro-Marín, I., Ocaña Aranda, P., García-Moya, M. y Fernández-Cézar, R. (2019). Didactic proposal to overcome the difficulties in the learning of Area and Volume in Spanish Primary Education students. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, 2(3), 151-178. <https://doi.org/10.31756/jrsmte.232>

- Rojas-Kramer, C. A., Escalera-Chávez, M. E., Moreno-García, E. y García-Santillán, A. (2017). Motivación, ansiedad, confianza, agrado y utilidad. Los factores que explican la actitud hacia las matemáticas en los estudiantes de economía. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología.*, 2(1), 527-540.
<https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v2.875>
- Romero-García, C., Manzanal Martínez, A. I. y Palacios Ortega, A. (2023). Impacto del proceso de formación del maestro en su afectividad hacia las Matemáticas. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 24, Article 24.
<https://doi.org/10.35763/aiem24.4418>
- Ruiz Martín, H. (2020). *Aprendiendo a aprender*. Penguin Random House Grupo Editorial.
- Sagasti-Escalona, M. (2019). La ansiedad matemática. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 2(2), 1-18.
- Sánchez Ludeña, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, 379, 45-51.
<https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Sánchez Mendías, J., Segovia Alex, I. y Miñán Espigares, A. (2011). *Exploración de la ansiedad hacia las matemáticas en los futuros maestros de Educación Primaria*. 15(3), 297-312.
- Sánchez Mendías, J., Segovia Alex, I. y Miñán Espigares, A. (2022). Ansiedad matemática, rendimiento y formación de acceso en futuros maestros. *PNA. Revista de*

Investigación en Didáctica de la Matemática, 16(2), 115-140.

<https://doi.org/10.30827/pna.v16i2.21703>

Sandman, R. S. (1980). The mathematics attitude inventory: Instrument and user's manual. *Journal for research in Mathematics Education*, 11(2), 148-149.

Savić, M., Gunter, D., Curtis, E. y Pirela, A. P. (2021). Productive failures: From class requirement to fostering a support group. *International Journal of Educational Psychology*, 10(3), 271-294. <https://doi.org/10.17583/ijep.5994>

Sepúlveda Obreque, A., Opazo Salvatierra, M., Díaz-Levicoy, D., Jara Cárcamo, D., Sáez, D. y Guerrero Soto, D. (2016). ¿A qué atribuyen los estudiantes de educación básica la dificultad de aprender matemática? *Revista de Orientación Educativa*, 31(58), 105-119.

Simon, H. A. (1982). Comments. En M. D. Clark y S. T. Fiskc (Eds.), *Affect and cognition* (pp. 333-342). NJ: Laurence Erlbaum.

Soneira, C. y Mato, D. (2020). Estructura de un cuestionario para evaluar la ansiedad hacia las matemáticas en estudiantes de ingeniería. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 7(1), 59-70. <https://doi.org/10.17979/reipe.2020.7.1.6157>

Soto Quiroz, R. I. y Yogui Takaesu, D. N. (2020). Análisis de las dificultades que presentan los estudiantes universitarios en matemática básica [Analysis of difficulties presented by university students in basic mathematics]. *Apuntes Universitarios*, 10(2), 1-16. <https://doi.org/10.17162/au.v10i2.433>

Stephanou, G. (2011). Students' classroom emotions: Socio-cognitive antecedents and school performance. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 9(1), 5-48.

- Toma, R. B. y Greca-Dufranc, I. M. (2016). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. En N. C. Pedro Membiela, I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 391-396). Tórculo Comunicación Gráfica.
- Toma, R. B. y Retana-Alvarado, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15-33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>
- Tulis, M. (2013). Error management behavior in classrooms: Teachers' responses to student mistakes. *Teaching and Teacher Education*, 33, 56-68. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.02.003>
- Usán Supervía, P., Salavera Bordás, C., Usán Supervía, P. y Salavera Bordás, C. (2018). Motivación escolar, inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria obligatoria. *Actualidades en Psicología*, 32(125), 95-112. <https://doi.org/10.15517/ap.v32i125.32123>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological process* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner y E. Souberman, Eds.). Harvard University Press.
- Yerushalmi, E. y Polingher, C. (2006). Guiding students to learn from mistakes. *Physics Education*, 41(6), 532-538. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/41/6/007>

ANEXOS

ANEXO 1. INFORME FAVORABLE DE LA COMISIÓN DE ÉTICA

<small>Firma: JAIME MIGUEL PERIS RIERA. Fecha: 17/01/2022 09:45:32. Emisor del certificado: CN=AC FMT Usuarios,OU=Ceies,OU=FNMT-FCM,C=ES. Firma: MARIA SENENA CORBALAN GARCIA. Fecha: 18/01/2022 09:05:03. Puerto: 3801. SerialNumber: A8273392.0=QUALIFIED.CA=SYSTEMAS INFORMATICOS ABIERTOS SOCIEDAD ANONIMA.C=ES.</small>	UNIVERSIDAD DE MURCIA Vicerrectorado de Investigación	CEI Comisión de Ética de Investigación	euni well European University for Well-Being	cm 27 38 CAMPUS MARE NOSTRUM
	INFORME DE LA COMISIÓN DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA			
<p>Jaime Peris Riera, Catedrático de Universidad y Secretario de la Comisión de Ética de Investigación de la Universidad de Murcia,</p> <p>CERTIFICA:</p> <p>Que D. Jaime García Montalbán ha presentado la memoria de trabajo de la Tesis Doctoral titulada <i>"Motivación, emociones y desempeño en materias STEAM"</i>, dirigida por D^a María Inmaculada Méndez Mateo y D^a María Belén García Manrubia a la Comisión de Ética de Investigación de la Universidad de Murcia.</p> <p>Que dicha Comisión analizó toda la documentación presentada, y de conformidad con lo acordado el día veintinueve de noviembre de dos mil veintidós¹, por unanimidad, se emite INFORME FAVORABLE, desde el punto de vista ético de la investigación.</p> <p>Y para que conste y tenga los efectos que correspondan firmo esta certificación con el visto bueno de la Presidenta de la Comisión.</p> <p style="text-align: center;">Vº Bº LA PRESIDENTA DE LA COMISIÓN DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA</p> <p style="text-align: center;">Fdo.: María Senena Corbalán García</p> <p>ID: 4238/2022</p> <p>¹A los efectos de lo establecido en el art. 19.5 de la Ley 40/2015 de 1 de octubre de Régimen Jurídico del Sector Público (B.O.E. 02-10), se advierte que el acta de la sesión citada está pendiente de aprobación</p>				
		Código seguro de verificación: RUXFMmqc-MvQLIP9c-Lshac0Pw-OTG8w5Dx		COPIA ELECTRÓNICA - Página 1 de 1
<small>Esta es una copia auténtica imprimible de un documento administrativo electrónico archivado por la Universidad de Murcia, según el artículo 27.3 c) de la Ley 39/2015, de 1 de octubre. Su autenticidad puede ser contrastada a través de la siguiente dirección: https://sede.um.es/validador/</small>				

**ANEXO 2. CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA A LAS
MATEMÁTICAS.**



Género: Varón Mujer Otro

Edad: _____

Por favor, señale su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones que aparecen a continuación siguiendo esta escala:

1 = Nada 2 = Poco 3 = Algo 4 = Mucho 5 = Totalmente

		1	2	3	4	5
1	Considero las matemáticas como una materia muy necesaria en mis estudios.					
2	La asignatura de matemáticas se me da bastante mal.					
3	Estudiar o trabajar con las matemáticas no me asusta en absoluto.					
4	Utilizar las matemáticas es una diversión para mí.					
5	Las matemáticas son demasiado teóricas para que puedan servirme de algo.					
6	Quiero llegar a tener un conocimiento más profundo de las matemáticas.					
7	Las matemáticas son una de las asignaturas que más temo.					
8	Tengo confianza en mí cuando me enfrento a un problema de matemáticas.					
9	Me divierte el hablar con otros de matemáticas.					
10	Las matemáticas pueden ser útiles para el que decida realizar una carrera de "ciencias", pero no para el resto de los estudiantes.					
11	Tener buenos conocimientos de matemáticas incrementará mis posibilidades de trabajo.					
12	Cuando me enfrento a un problema de matemáticas me siendo incapaz de pensar con claridad.					
13	Estoy calmado/a y tranquilo/a cuando me enfrento a un problema de matemáticas.					
14	Las matemáticas son agradables y estimulantes para mí.					
15	Espero tener que utilizar poco las matemáticas en mi vida profesional.					
16	Considero que existen otras asignaturas más importantes que las matemáticas para mi futura profesión.					
17	Trabaja con las matemáticas hace que me sienta muy nervioso/a.					
18	No me altero cuando tengo que trabajar en problemas de matemáticas.					
19	Me gustaría tener una ocupación en la cual tuviera que utilizar las matemáticas.					
20	Me provoca una gran satisfacción el llegar a resolver problemas de matemáticas.					
21	Para mi futuro las matemáticas son una de las asignaturas más importantes que tengo que estudiar.					
22	Las matemáticas hacen que me sienta incómodo/a y nervioso/a.					
23	Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar bien las matemáticas.					
24	Si tuviera oportunidad me inscribiría en más cursos de matemáticas de los que son obligatorios.					
25	La materia que se imparte en las clases de matemáticas es muy poco interesante.					
26	Sinceramente no lo sé; verdaderamente, tengo la impresión de perder el tiempo en la Universidad.					
27	En su momento, tuve buenas razones para ir a la Universidad; pero, ahora me pregunto si debería continuar en ella.					
28	No sé por qué voy a la Universidad y francamente, me trae sin cuidado.					
29	No lo sé; no consigo entender qué hago en la Universidad.					

**ANEXO 3. CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA EL ERROR EN
MATEMÁTICAS.**

*Dominio afectivo de las matemáticas en
grados en ingeniería y grados en educación*



Género: Varón Mujer Otro

Edad: _____

Por favor, señale su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones que aparecen a continuación siguiendo esta escala: **1 = Nada 2 = Poco 3 = Algo 4 = Mucho 5 = Totalmente**

		1	2	3	4	5
1	Los errores que cometo en clase los vuelvo a analizar en casa.					
2	El equivocarme en matemáticas me enfada.					
3	Enseñar es guiar al alumno a través de sus errores a la respuesta correcta.					
4	El cometer errores me desmotiva.					
5	Pienso que naturalmente no soy bueno para las matemáticas porque cometo errores.					
6	Detesto cometer errores.					
7	Los errores que se cometen en clase me ayudan para hacerlo mejor después.					
8	De los errores se aprende.					
9	Soy crítico cuando reviso mis tareas de matemáticas.					
10	El cometer errores genera en mis emociones negativas.					
11	Cometo errores porque las matemáticas no me entran.					
12	Me da alegría apropiarme de nuevo conocimiento a través de mis errores.					
13	Me bloqueo en un examen por tener miedo a cometer errores.					
14	El cometer errores afecta mi autoestima.					
15	Me gusta practicar los ejercicios en los cuales he cometido un error para corregirlo.					
16	Es una pérdida de tiempo corregir errores.					
17	Una forma de aprender es la confrontación con el error.					
18	El cometer errores provoca en mi inseguridad.					
19	Me ayuda en clase recordar un error para no volverlo a cometer.					
20	Me da miedo cometer muchos errores en un examen de matemáticas.					
21	Cuando en clase cometo un error tomo la oportunidad para aprender de él.					
22	Jamás me fijo en los errores que cometo.					
23	Siento interés por corregir mis errores.					
24	Los errores en un examen los corrijo voluntariamente, aunque el profesor no me lo pida.					
25	Olvido los errores que cometo y vuelvo a equivocarme en lo mismo.					
26	Me siento mal acerca de mis propios errores.					
27	Cuando cometo errores me reprocho.					
28	Soy mal estudiante porque me equivoco.					
29	Me siento triste por cometer muchos errores en matemáticas.					
30	Cuando cometo errores prefiero no preguntar.					
31	El equivocarse es sinónimo de fracaso.					
32	El cometer errores en matemáticas es lo que hace que crea que son difíciles.					

ANEXO 4. INSTRUCCIONES A LOS PARTICIPANTES.

