

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE MATEMÁTICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**ESAM: Estudio de la ansiedad matemática en la
educación media**

5402-1440-3801

INFORME FINAL

Dr. Luis Gerardo Meza Cascante

Dra. Evelyn Agüero Calvo

M. Ed. Zuleyka Suárez Valdés-Ayala

M. Sc. Sandra Schmidt Quesada

2014

Tabla de contenidos

Autores y direcciones.....	2
Nombre completo de los y las participantes del proyecto.....	2
Resumen	2
Palabras clave	3
1. Introducción	3
2. Metodología.....	5
3. Resultados.....	13
3.1. Estadísticos descriptivos.....	13
3.2. Resultados según la clasificación del nivel de ansiedad	14
3.3. Resultados asociados al instrumento de medición.....	14
3.3.1. Índice de discriminación de los ítems	14
3.3.2. Confiabilidad del instrumento.....	16
3.3.3. Unidimensionalidad del instrumento.....	16
3.4. Contraste de las hipótesis.....	18
3.4.1.1. Exploración gráfica de los datos.....	18
3.4.1.2. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.....	20
3.4.1.3. Resultados asumiendo normalidad (prueba paramétrica)	21
3.4.1.4. Resultados sin asumir normalidad (prueba no paramétrica).....	22
3.4.1.5. Medida del tamaño del efecto	23
3.4.2.1. Prueba ANOVA	23
3.4.2.2. Pruebas post hoc o a posteriori	25
3.4.2.3. Medida del tamaño del efecto	28
4. Discusión y conclusiones	28
4.1. Discusión de los resultados	28
4.2. Conclusiones	30
5. Recomendaciones	30
6. Agradecimientos	30
7. Actividades de divulgación de los resultados	30
8. Trabajos finales de graduación generados por la investigación	31
9. Referencias bibliográficas	31

Título

ESAM: Estudio de la ansiedad matemática en la educación media

Autores y direcciones

- Dr. Luis Gerardo Meza Cascante. gemeza@itcr.ac.cr
- Dra. Evelyn Agüero Calvo evaguero@itcr.ac.cr
- M.Ed. Zuleyka Suárez Valdés-Ayala. zsuarez@itcr.ac.cr
- M.Sc. Sandra Schmidt Quesada. sschmidt@itcr.ac.cr

Nombre completo de los y las participantes del proyecto

- Dr. Luis Gerardo Meza Cascante. Investigador Coordinador
- Dra. Evelyn Agüero Calvo
- M.Ed. Zuleyka Suárez Valdés-Ayala
- M.Sc. Sandra Schmidt Quesada

Resumen

El proyecto de investigación plantea el estudio de la “ansiedad matemática” en la educación media costarricense, entendida como la “ausencia de confort que alguien podría experimentar cuando se le exige rendir en matemáticas”, tal como la define Wood (1988, p. 11), citado por Pérez-Tyteca, Castro, Segovia, Castro, Fernández y Cano (2009). Constituye un esfuerzo más de la Escuela de Matemática por avanzar en estudios sobre las denominadas “respuestas afectivas” dado el creciente reconocimiento de que estas juegan un papel esencial en el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta asignatura.

La investigación se realizó con una muestra de 3725 estudiantes de la educación media oficial costarricense, durante el año 2013.

El estudio asumió como objetivo general *“Estudiar el nivel de ansiedad matemática de los estudiantes de la educación media costarricense”* y como objetivos específicos *“Determinar el nivel de ansiedad matemática de los estudiantes de la educación media”, “Establecer si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto a la ansiedad matemática que manifiestan los estudiantes de la educación media”* e *“Identificar los niveles educativos que presentan un mayor nivel de ansiedad matemática entre sus estudiantes”*.

Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en el nivel de ansiedad matemática por género, mostrando las mujeres niveles mayores, con una magnitud del efecto moderada. También muestra diferencias en el nivel de ansiedad según el nivel educativo que cursa el/la estudiante, dándose diferencias entre los estudiantes del “Tercer ciclo” y los de la “Educación Diversificada”,

mostrando mayores nivel de ansiedad estos últimos, con una magnitud del efecto moderada. No obstante, en el estudio se concluye que a pesar de las diferencias indicadas, la mayoría de los estudiantes (59.9%) presentan niveles bajos de ansiedad matemática.

Palabras clave

Ansiedad matemática, matemática emocional, enseñanza de la matemática, aprendizaje de la matemática, educación media y afectividad

1. Introducción

La comunidad investigadora es consciente de la influencia de los factores afectivos en el aprendizaje de la matemática y por este motivo en los últimos años se ha incrementado el número de trabajos que profundizan en ella (Gómez-Chacón, 2010).

McLeod (1989), citado por Gómez-Chacón (2000, p. 186), considera que el dominio afectivo es “un extenso rango de estados de ánimo que son generalmente considerados como algo diferente de la pura cognición” e incluye como componentes específicos las creencias, las actitudes y las emociones.

En la literatura especializada se suele denominar a estas tres componentes específicas (creencias, actitudes y emociones) como descriptores básicos del componente afectivo del aprendizaje de la matemática (aunque algunos autores añaden los valores como cuarto descriptor básico). La ansiedad matemática, tal como señalan Pérez-Tyteca y Castro (2011), con base en Hart (1989) y Evans (2000), es considerada por diversos autores como una actitud.

No existe unicidad en cuanto a la definición de ansiedad matemática. Pérez-Tyteca y Castro (2011) resaltan que las definiciones de ansiedad matemática suelen asumir implícitamente dos hechos. Por una parte, que la ansiedad matemática está relacionada con la ansiedad general (Hendel, 1980), con la ansiedad hacia los exámenes y con la producida por otras materias académicas, pero, por otra parte, también es específica (Hembree, 1990), es decir, la ansiedad matemática existe en personas que no tienen otros tipos de ansiedad (Morris, 1981).

En la investigación se asumió el constructo “ansiedad matemática” como aquel estado afectivo que se caracteriza por la ausencia de confort que puede experimentar una persona en situaciones relacionadas con las matemáticas, tanto de su vida cotidiana como académica, y que se manifiesta mediante un sistema de respuestas que engloban una serie de “síntomas”, como son: tensión, nervios, preocupación, inquietud, irritabilidad, impaciencia, confusión, miedo y bloqueo mental. (Pérez-Tyteca, Monje y Castro, 2013).

Aunque el estudio de la “ansiedad matemática” se inició hace más de 40 años, aún sigue siendo un tema de plena actualidad (Pérez-Tyteca y Monje, 2013). Prueba de ello es la inclusión de esta variable por parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el estudio PISA 2003 implementado en 40 países, en el que se ha comprobado que una gran proporción de los alumnos de 15 años evaluados manifiestan sentimientos de inseguridad y estrés emocional cuando se enfrentan a la matemática (Pérez-Tyteca y Monje, 2013, p. 67).

Según el estudio de la OCDE, referenciado por Pérez-Tyteca, Monje y Castro (2013), los estudiantes que sienten ansiedad cuando estudian matemática tienden a no interesarse en el estudio de esta disciplina y a no disfrutar de ella, encontrándose una relación consistente en todos los países estudiados que constituye un patrón de relaciones universal. (OCDE, 2004)

También se ha encontrado relación entre el nivel de ansiedad matemática y la autoconfianza: los alumnos con más ansiedad también presentan menor confianza en sus habilidades matemáticas, dándose una relación negativa, tal como han mostrado Bursal y Paznokas (2006), Isiksal, Curran, Koc y Askun (2009), citados por Pérez-Tyteca y Castro (2011).

Investigaciones realizadas por Pérez-Tyteca, Monje y Castro (2013) han mostrado que existe correlación negativa entre el nivel de ansiedad matemática y su autoconfianza en los estudiantes que realizan el paso de la educación secundaria a la universitaria, que se producen en ambos constructos diferencias significativas de género a favor de los hombres y que tienen efecto sobre la elección de la carrera.

También se ha estudiado la relación entre la ansiedad matemática y el género, temática en la que los resultados no son concluyentes. En efecto, en algunos estudios se ha comprobado la existencia de una tendencia que lleva a las mujeres a reportar mayor ansiedad matemática que los hombres, tales como los realizados por Valero (1999) y Gil, Blanco y Guerrero (2006), entre otros. Resultados similares son reportados por Fennema y Sherman (1976), Lafferty (1994), Vest (1998), Wigfield y Meece (1988) y Worley (1997), citados por Pérez-Tyteca y Monje (2013). Mas también hay estudios que no han encontrado diferencias significativas en el nivel de ansiedad entre los géneros.

Tal como indican Tejedor, Santos, García-Orza, Carratalá y Navas (2009), una de las consecuencias más importantes de la ansiedad matemática es que las personas con mayores niveles de ansiedad matemática muestran tendencia a evitar los programas formativos en los que se imparte matemática. Según estos autores, con fundamento en Kirschner, DiRita y Flynn (2005), las personas con niveles altos de ansiedad matemática suelen mostrar actitudes negativas hacia las tareas de tipo aritmético y tienen un autoconcepto negativo en cuanto a su ejecución en las mismas.

Aunque la búsqueda de las causas que provocan la ansiedad hacia las matemáticas es a menudo infructuosa, tal como indican Muñoz y Mato (2007), el interés de la investigación se justifica porque dentro de las consecuencias de sentirla están la disminución del éxito en esta materia, que el/la estudiante evite matricularse en cursos que requieran de esa asignatura, la limitación a la hora de escoger una carrera universitaria, y el surgimiento de sentimientos negativos de culpa y vergüenza.

Con base en resultados como los obtenidos por Ashcraft y Kirk (2001), citados por Tejedor et al. (2009), se puede decir que las personas con ansiedad alta hacia la matemática no son intelectualmente menos capaces que los demás, pero ante tareas de tipo aritmético se consideran peores y evitan afrontarlas.

La investigación se planteó como problema de investigación el siguiente:

¿Cuál es el nivel de ansiedad matemática que muestran los/as estudiantes de la educación media costarricense?

De manera concordante con el problema de investigación, se establecieron los siguientes subproblemas:

1. ¿Existen diferencias significativas respecto al nivel de ansiedad matemática que muestran los estudiantes de la educación media según el género?
2. ¿En cuáles niveles educativos muestran mayor nivel de ansiedad matemática los estudiantes?

El objetivo general de la investigación fue “Estudiar el nivel de ansiedad matemática de los estudiantes de la educación media costarricense” y los objetivos específicos “Determinar el nivel de ansiedad matemática de los estudiantes de la educación media”, “Establecer si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto a la ansiedad matemática que manifiestan los estudiantes de la educación media” e “Identificar los niveles educativos que presentan un mayor nivel de ansiedad matemática entre sus estudiantes”.

2. Metodología

2.1. Tipo de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo, clasificable como descriptiva. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2006), los estudios descriptivos buscan especificar propiedades importantes del fenómeno sometido a análisis.

2.2. Delimitación de la investigación

La investigación se concreta a estudiantes de la educación media costarricense, matriculados en colegios académicos oficiales en el año 2013.

2.3. Marco muestral y tamaño de la muestra

Para la selección de los sujetos participantes se utilizó un muestreo no probabilístico, es decir, se seleccionaron los casos por conveniencia dada la imposibilidad de realizar la escogencia al azar.

Se utilizó una modalidad del muestreo por cuotas de la siguiente manera: cinco colegios académicos de cada una de las provincias, de los que se seleccionaron cinco grupos de cada una (uno de cada nivel).

La selección de los colegios participantes se realizó a partir de un listado de colegios oficiales, tomado de la página WEB del Ministerio de Educación Pública. De ese marco muestral se seleccionaron aleatoriamente los centros educativos de cada provincia y dentro de cada uno de ellos los grupos que participaron en la investigación. En cada grupo se aplicó el instrumento de medida al total de estudiantes presentes el día de la encuesta.

2.4. Acceso al campo: aceptación de los colegios de participar en la investigación

De acuerdo con Rodríguez, Gil y García (1996) el acceso al campo se entiende como un proceso por el cual el investigador va accediendo a la información fundamental para su estudio.

En un primer momento, indican estos autores, supone simplemente un permiso que posibilita entrar en la institución para realizar la investigación. No obstante, tal como señalan estos mismos autores, el acceso al campo presenta características mucho más delicadas que conseguir un permiso de ingreso a la institución. En efecto, el acceso al campo puede estar limitado por la baja disposición de las personas a informar sobre ciertos temas o por la desaprobación de las personas de la forma en que un investigador enfoca ciertos problemas.

En consecuencia tenemos, siguiendo a Rodríguez, Gil y García (1996), que el acceso al campo significa la posibilidad de recoger un tipo de información que los participantes en un proceso educativo sólo proporcionan a aquellos en quienes confían y que ocultan a los demás.

Para lograr el “acceso al campo” en esta investigación, lo que consistía en la autorización del Director para aplicar el instrumento de medición, se hizo un contacto telefónico con el/la director/a de cada una de las instituciones seleccionadas con la finalidad de comentarle del proyecto de investigación e informarle del interés de que su institución participara.

En una segunda etapa se envió a cada institución un documento en el cual se exponía el problema y los subproblemas de investigación, los objetivos y los requerimientos que esperan los investigadores de la institución. A cada Director/a se le solicitó que designara a un/a profesor/a de matemática que fuera el contacto directo de la institución con los investigadores.

Además, se indicaron los compromisos que asumían los investigadores con la información recabada y los resultados de la investigación.

2.5. Variables y su definición conceptual y operativa

En la investigación se consideraron tres variables: sexo, nivel educativo y ansiedad matemática. La definición conceptual y operativa de cada una de estas variables se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Definición conceptual y operativa de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa
Sexo	Condición de masculino o femenino.	Según el/la estudiante indique en el formulario aplicado.
Nivel educativo	Nivel de educación media que cursa el o la estudiante, a saber: séptimo, octavo, noveno, décimo o undécimo.	Según el/la estudiante indique en el formulario aplicado.
Ansiedad matemática	La ausencia de confort que alguien podría experimentar cuando se le exige rendir en matemáticas.	Puntaje obtenido por el/la estudiante mediante la aplicación de la “Escala de Ansiedad Matemática” de Fennema y Sherman, (1976).

Fuente: elaboración propia

2.6. Instrumento para la recolección de datos

Como instrumento de medición se utilizó la “Escala de Ansiedad Matemática” de Fennema y Sherman (Fennema y Sherman, 1976), (Anexo No. 1), por ajustarse al concepto de ansiedad matemática asumido en el estudio y por haber sido validada a lo largo de 30 años de aplicación.

Este instrumento consiste en un cuestionario tipo Likert integrado por 12 ítems, para cada uno de los que existen 5 posibilidades de respuesta que van desde “Totalmente de acuerdo” a “Totalmente en desacuerdo”, con la opción central o neutra “Indeciso”.

La codificación de las respuestas se realizó asignando un valor de 1 a 5, otorgando el 5 a la opción “Totalmente de acuerdo” y así sucesivamente, hasta llegar al valor 1 para la opción “Totalmente en desacuerdo”.

2.7. Índice de discriminación de los ítems que integran el instrumento de medida

El índice de discriminación de cada ítem que integra la escala, expresa la capacidad individual de diferenciar a las personas que obtienen puntajes altos de aquellas que no lo logran. Esto es importante dado que si el ítem no tiene capacidad de discriminar, entonces su aporte en la medición carece de importancia.

Para el cálculo de índices de discriminación se han desarrollado varias técnicas. En esta investigación los índices de discriminación se calcularon utilizando la correlación entre la puntuación obtenida en el ítem y la obtenida en el instrumento. Se excluye la puntuación correspondiente al ítem, para no incrementar de manera artificial el valor de la correlación entre ambas puntuaciones (Lozano y De la Fuente, 2013).

Para interpretar el valor de los índices de discriminación se utilizaron los intervalos de baremación propuestos en Lozano y De la Fuente (2013, p. 12), que se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2. Rangos de valoración de los índices de discriminación

Valores	Interpretación
Igual o mayor que 0.40	El ítem discrimina muy bien.
Entre 0,30 y 0,39	El ítem discrimina bien.
Entre 0,20 y 0,29	Ítem discrimina poco.
Entre 0,10 y 0,19	Ítem límite. Se debe mejorar.
Menor de 0,1	El ítem carece de utilidad para discriminar

Fuente: Lozano y De la Fuente (2013, p. 12)

2.8. Confiabilidad del instrumento de medida

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2006), la confiabilidad del instrumento de medida se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales. En la práctica tenemos que reformular esta definición para concebir la confiabilidad de un instrumento de medición como aquella característica que se refiere al grado en que su aplicación a los mismos sujetos produce resultados “parecidos”.

Para estudiar la confiabilidad del instrumento (la fiabilidad de la escala) se utilizó la técnica del “Alfa de Cronbach”, de amplia aplicación en investigaciones educativas de corte cuantitativo.

Aunque no existe consenso sobre cuál es el valor mínimo de alfa a partir del cual se puede considerar que el instrumento es confiable, se siguió la recomendación de Cea (1999) de que un valor mínimo de 0.8 es adecuado.

2.9. Unidimensionalidad del instrumento

Con el propósito de evidenciar la validez del instrumento de medida se realizó un estudio del supuesto de unidimensionalidad, es decir, que el instrumento mida solo un rasgo o constructo, que para efectos de la investigación corresponde al constructo de ansiedad matemática.

En la práctica, ningún instrumento resulta perfectamente unidimensional. Por tanto, la unidimensionalidad de un instrumento de medición se convierte en una cuestión de grado, razón por lo que se procura es tener instrumentos que en esencia muestren unidimensionalidad (Burga, 2005; Jiménez y Montero, 2013).

La unidimensionalidad del instrumento se estudió mediante el análisis factorial exploratorio por ser esta la técnica más utilizada para estos propósitos (Jiménez y Montero (2013), constatando el cumplimiento de al menos uno de los siguientes criterios:

- a. La estructura de un factor dominante tras el análisis de los autovalores (Arias, 1996, citada por Rivas, Fierro, Jiménez y Berrocal, 1998)::

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} > 5 \quad \text{o} \quad \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_3} > 5$$

- b. El primer factor explica el 40% de la varianza (Carmines y Zeller, 1979, citados por Burga, 2005, p. 3).
- c. Existencia de un codo en el gráfico de sedimentación después del primer autovalor (Céspedes, Cortés y Madrigal, 2011, p. 5).

Para verificar la razonabilidad de aplicar el análisis factorial se efectuó la “Prueba de esfericidad de Bartlett” y se calculó el “Índice de adecuación muestral” de Kaiser-Meyer y Olkin (KMO).

La prueba de esfericidad de Bartlett se utiliza para contrastar la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, en cuyo caso no existirían correlaciones significativas entre las variables y el modelo factorial no sería pertinente (Bizquerra, 1989, citado por Dicovskyi, 2002).

Si se asume que los datos provienen de una distribución normal, el estadístico de Bartlett se obtiene a partir de una transformación χ^2 (chi cuadrado) del determinante de la matriz de correlaciones. Si el nivel crítico es mayor a 0,05 no se puede rechazar la hipótesis nula de esfericidad y en consecuencia debería reconsiderarse la aplicación del análisis factorial.

Por su parte, la medida de la adecuación muestral KMO contrasta si las correlaciones parciales entre las variables son pequeñas, de manera que el análisis factorial es tanto más adecuado cuanto mayor sea su valor.

Para la interpretación del coeficiente KMO se puede utilizar las recomendaciones establecidas por Kaiser en 1974, citado por Frías-Navarro, D. y Pascual, M. (2012), a saber:

- 0,9 < KMO ≤ 1,0: Excelente adecuación muestral
- 0,8 < KMO ≤ 0,9: Buena adecuación muestral
- 0,7 < KMO ≤ 0,8: Aceptable adecuación muestral
- 0,6 < KMO ≤ 0,7: Regular adecuación muestral
- 0,5 < KMO ≤ 0,6: Mala adecuación muestral
- 0,0 < KMO ≤ 0,5: Adecuación muestral inaceptable

2.10. Hipótesis de la investigación

Las hipótesis consideradas en la investigación, formuladas como hipótesis nulas, fueron las siguientes:

Hipótesis 1: No existen diferencias en la variable ansiedad matemática por género.

Hipótesis 2: No existen diferencias en la variable ansiedad matemática por nivel educativo.

2.11. Procedimiento para la recolección de datos

La recolección de los datos se realizó mediante una combinación de estrategias según las posibilidades de acceso a cada colegio:

- En una parte de los colegios los instrumentos fueron aplicados directamente por alguno/a de los/as integrantes del grupo a cargo de la investigación.
- En otros se procedió a enviar los formularios al colegio mediante correo, previo contacto con el Director de la institución. Los formularios fueron aplicados en estos casos por un profesor de matemática designado por el Director del colegio. Los formularios una vez aplicados fueron devueltos también por correo.

2.12. Estrategias para el análisis de los datos

El análisis de los datos se realizó con apoyo en el programa SPSS, versión 19. A partir de los datos recabados se integró una “matriz de datos” colocando en las filas los casos (cada caso correspondía a un formulario que fue completado por un/a estudiante) y en las columnas las diferentes variables del formulario.

La codificación de las respuestas se hizo de acuerdo con lo indicado en la Tabla 3.

Tabla 3. Codificación de las variables

Género	Nivel educativo	Ítems
Masculino: 1	Sétimo: 7	Totalmente de acuerdo: 5
	Octavo: 8	De acuerdo: 4
	Noveno: 9	Indeciso: 3
Femenino: 2	Décimo: 10	En desacuerdo: 2
	Undécimo: 11	Totalmente en desacuerdo: 1

Fuente: elaboración propia

Inicialmente se realizó un análisis para depurar la “matriz de datos”, para identificar inconsistencias y desechar a los sujetos que dejaron alguna pregunta sin respuesta o que marcaron más de una opción (casos perdidos).

Posteriormente se realizó un análisis estadístico descriptivo de los datos. Esta parte del análisis incluyó la baremación de los puntajes de la escala con el propósito de establecer una distribución de la muestra en cuatro categorías: nivel bajo de ansiedad matemática, nivel alto moderando de ansiedad matemática, nivel alto de ansiedad matemática y nivel muy alto de ansiedad matemática.

De acuerdo con Abad, Garrido, Olea y Ponsoda (2006, p. 119) “los baremos consisten en asignar a cada posible puntuación directa un valor numérico (en una determinada escala) que informa sobre la posición que ocupa la puntuación directa (y por tanto la persona que la obtiene) en relación con los que obtienen las personas que integran el grupo normativo donde se bareman las pruebas”.

Por la forma en que fueron codificados los datos, entre mayor sea el puntaje de un/a estudiante en la escala mayor es su nivel de ansiedad matemática. No obstante, el valor de la “ansiedad matemática” directamente obtenido en la escala no permite una clasificación comparativa de los/as estudiantes y por eso fue necesario establecer baremos.

La baremación se realizó expresamente para esta investigación porque no se encontraron referencias en la literatura consultada que pudieran ser utilizadas. Partiendo de que la escala tiene un valor neutro, se interpreta que los valores inferiores a la media de la escala denotan “un matiz positivo” en el nivel de ansiedad matemática (Pérez-Tyteca et al., 2009).

Además, considerando que los valores de la escala oscilan entre 11 y 55 (pues solo se consideraron 11 de los ítems), el valor de la media es 33. Por tanto, siguiendo el planteamiento de Pérez-Tyteca et al. (2009), se tiene que los valores inferiores a 33 se pueden interpretar como ansiedad matemática baja y los mayores como ansiedad matemática alta.

Con la finalidad de clasificar de manera más específica los valores altos de ansiedad matemática, por ser los niveles con potencial para generar interés para la implantación de procesos de intervención educativa, se realizó una clasificación en cuatro categorías de la siguiente manera:

- Menor que 33: nivel bajo de ansiedad matemática
- Mayor que 33 y menor que 40: nivel alto moderado
- Mayor que 40 y menor que 47: nivel alto
- Mayor que 47: nivel muy alto

Posteriormente se procedió al contraste de las hipótesis. Para el caso de la hipótesis relacionada con las diferencias por género (Hipótesis 1) se utilizó la prueba paramétrica t de Student, asumiendo la normalidad de la distribución de los datos y la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. Para la hipótesis relacionada con el nivel educativo (Hipótesis 2) se utilizó la prueba ANOVA complementada con las pruebas de HSD de Tukey, de Scheffé y de Bonferroni.

Finalmente, se procedió a calcular el tamaño del efecto para los casos en que se detectó la existencia de diferencias estadísticamente significativas utilizando la d de Cohen.

La d de Cohen es una medida del tamaño del efecto muy difundida, que se calcula como el cociente del valor absoluto de la diferencia de las medias de control y la desviación típica de la población a la que pertenecen ambos grupos. Como en los proyectos de investigación educativa no se suele conocer la desviación típica de la población se utiliza entonces, la desviación típica del grupo de control cuando este exista o la desviación típica combinada de los grupos comparados.

La expresión para d utilizando la desviación típica combinada, que fue la utilizada en la investigación, es la siguiente:

$$d = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

De acuerdo con Ripoll (2011), se puede considerar que la d de Cohen representa el número de desviaciones típicas que separan a dos grupos.

Para la interpretación de la magnitud de los tamaños del efecto medidos por la *d* de Cohen se suele utilizar las referencias dadas por Cohen (Morales, 2008 y Ripoll, 2011): en torno a 0.20, diferencia pequeña, en torno a 0.50, diferencia moderada y 0.80 o más, diferencia grande.

3. Resultados

3.1. Estadísticos descriptivos

En la investigación participaron estudiantes de la educación media costarricense matriculados durante el año 2013 en colegios públicos. La muestra estuvo integrada por 3725 estudiantes, según la distribución por provincia, sexo y nivel educativo que se muestra en las Tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4. Distribución de la muestra por provincia

Provincia	Frecuencia	Porcentaje
Alajuela	533	14,3
Cartago	607	16,3
Guanacaste	406	10,9
Heredia	425	11,4
Limón	480	12,9
Puntarenas	553	14,8
San José	721	19,4
Total	3725	100,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Distribución de la muestra por sexo

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Mujeres	1791	48,1
Hombres	1934	51,9
Total	3725	100,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Distribución de la muestra por nivel educativo

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Sétimo	745	20,0
Octavo	742	19,9
Noveno	773	20,8
Décimo	744	20,0
Undécimo	721	19,4
Total	3725	100,0

Fuente: Elaboración propia

3.2. Resultados según la clasificación del nivel de ansiedad

Con la baremación de los resultados del instrumento en cuatro categorías, a saber, nivel bajo de ansiedad matemática, nivel alto moderado de ansiedad matemática, nivel alto de ansiedad matemática y nivel muy alto de ansiedad matemática, se realizó una clasificación de la muestra como se observa en la Tabla 7.

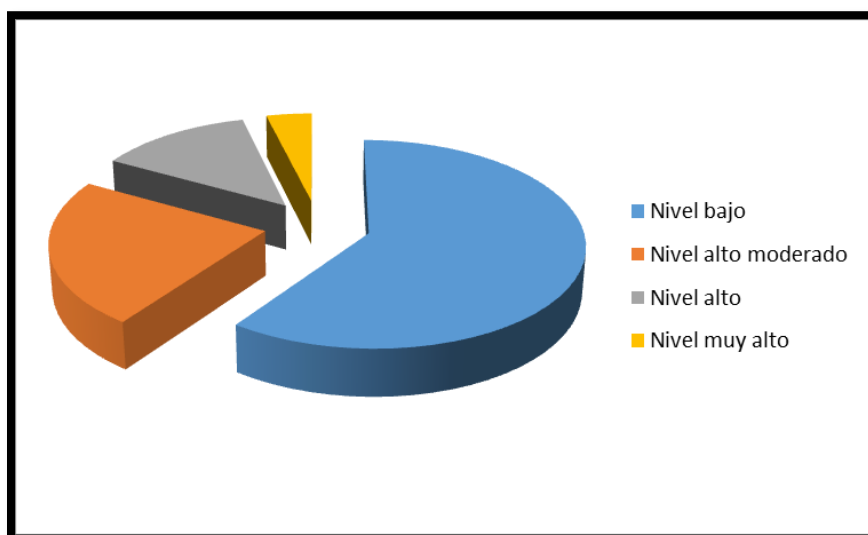
Tabla 7. Clasificación del nivel de ansiedad

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Nivel bajo	2233	59,90
Nivel alto moderado	860	23,10
Nivel alto	488	13,10
Nivel muy alto	144	3,90
Total	3725	100,00

Fuente: elaboración propia

Los datos de la Tabla 7 se muestran en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Clasificación del nivel de ansiedad



Estos resultados indican que aproximadamente el 60% de los estudiantes presentan niveles de ansiedad matemática bajo.

3.3. Resultados asociados al instrumento de medición

3.3.1. Índice de discriminación de los ítems

Los índices de discriminación de los ítems se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Índice de discriminación de los ítems

Ítems	Índice de discriminación
Ítem 1	0,496
Ítem 2	0,199
Ítem 3	0,357
Ítem 4	0,481
Ítem 5	0,636
Ítem 6	0,556
Ítem 7	0,671
Ítem 8	0,653
Ítem 9	0,503
Ítem 10	0,627
Ítem 11	0,679
Ítem 12	0,741

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 8 se deduce, siguiendo la clasificación de Lozano y De la Fuente (2013, p. 12), que todos los ítems discriminan bien pues su índice de discriminación supera el valor de 0.3, con la excepción del número 2.

Eliminando el ítem 2 y volviendo a calcular el índice de discriminación para los once ítems restantes, se obtienen los resultados de la Tabla 9.

Tabla 9. Índice de discriminación de los ítems

Ítems	Índice de discriminación
Ítem 1	0,486
Ítem 3	0,353
Ítem 4	0,488
Ítem 5	0,641
Ítem 6	0,550
Ítem 7	0,679
Ítem 8	0,649
Ítem 9	0,513
Ítem 10	0,633
Ítem 11	0,693
Ítem 12	0,746

Dado que todos los valores superan 0.3 se puede considerar que muestran un adecuado nivel de discriminación. Consecuentemente, los análisis restantes se realizaron a partir de los valores arrojados por los once ítems con adecuado índice de discriminación.

3.3.2. Confiabilidad del instrumento

El valor del *alfa de Cronbach* para el instrumento utilizado fue de 0,876, razón por la cual, siguiendo el criterio de Cea (1999), se tiene que el instrumento mostró una adecuada confiabilidad.

3.3.3. Unidimensionalidad del instrumento

Para estudiar la unidimensionalidad del instrumento se aplicó el análisis factorial, método de amplia aplicación para este propósito (Jiménez y Montero (2013).

Para evidenciar la razonabilidad de aplicar el análisis factorial, se calcularon el índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett, con los resultados mostrados en la Tabla 10.

Tabla 10. KMO y prueba de esfericidad de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0.922
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	16126.77 3
	Gl	55
	Sig.	0.000

Fuente: Elaboración propia

El valor de 0,922 para el índice KMO indica una excelente adecuación muestral. Por otra parte, el valor 0 en el índice de Bartlett, también indica que es adecuado desarrollar un análisis factorial con estos datos.

Al realizarse el análisis factorial se obtuvieron los datos que se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados del análisis factorial

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	5,044	45,854	45,854
2	1,191	10,831	56,685
3	0,774	7,032	63,717
4	0,733	6,661	70,379
5	0,627	5,696	76,074
6	0,595	5,407	81,481
7	0,518	4,713	86,194
8	0,437	3,970	90,164
9	0,409	3,715	93,879
10	0,380	3,451	97,330
11	0,294	2,670	100,000

Fuente: Elaboración propia

A continuación se analiza el cumplimiento de al menos uno de los criterios establecidos en la sección 2.9, con la finalidad de evidenciar la unidimensionalidad del instrumento de medición utilizado.

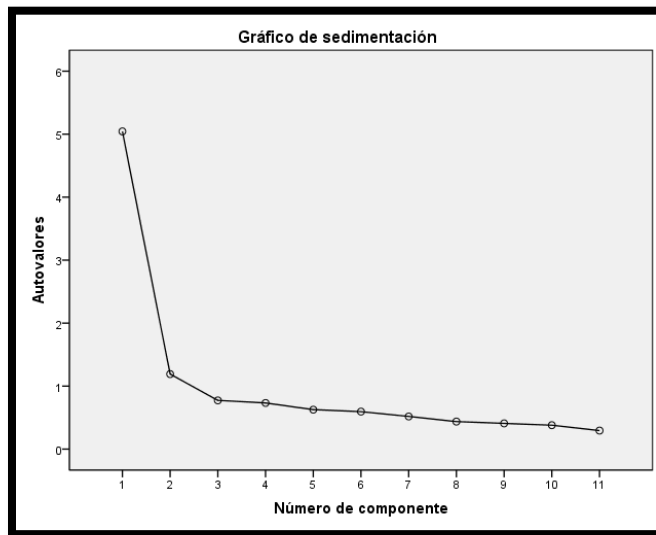
- De acuerdo con los datos de la Tabla 11 los primeros tres autovalores tienen los siguientes valores: $\lambda_1 = 5,044$ $\lambda_2 = 1.191$ y $\lambda_3 = 0.774$. Por tanto,

$$\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_3} = 9,23980815 > 5$$

Lo que permite tener por cumplido este criterio de evidencia del supuesto de unidimensionalidad.

- De la Tabla 11 se observa que el primer autovalor explica el 45,854 % de la varianza total. Por tanto, se puede tener por cumplido el criterio de Carmines y Zeller (1979), citado por Burga (2005, p.3), lo que implica que existe evidencia a partir de este criterio de la unidimensionalidad del instrumento.
- El Gráfico 2, denominado “Gráfico de sedimentación”, muestra un codo a partir del segundo autovalor, razón por la que se puede dar por satisfecho el criterio de unidimensionalidad del instrumento enunciado en Céspedes, Cortés y Madrigal (2011, p. 5).

Gráfico 2. Gráfico de sedimentación



De lo indicado en los puntos anteriores se concluye que el instrumento de medida utilizado en la investigación evidencia unidimensionalidad. En otros términos, el análisis de la unidimensionalidad del instrumento indica que éste mide esencialmente un solo constructo, la “ansiedad matemática” en este caso.

3.4. Contraste de las hipótesis

3.4.1. Contraste de la hipótesis No. 1.

Se sometió a contraste la siguiente hipótesis:

Hipótesis No. 1

Hipótesis nula: H_0 : No existen diferencias en la variable ansiedad matemática por género.

Hipótesis alternativa: H_a : Sí existen diferencias significativas en la variable ansiedad matemática por género.

Dado que la hipótesis incluye solo dos categorías, la comparación de medias entre dos grupos independientes se aborda con el test *t de Student*, previo análisis del cumplimiento de las condiciones exigibles al utilizar métodos paramétricos o la prueba U de Mann-Whitney en caso contrario (método no paramétrico).

Para analizar el cumplimiento de las condiciones que exige el empleo de métodos paramétricos se debe estudiar primero si los datos siguen una distribución normal en ambos grupos involucrados en el contraste. Para estos efectos se realizaron las siguientes acciones encaminadas a evidenciar la normalidad de los datos.

- Exploración gráfica de los datos.
- Prueba de normalidad de *Kolmogorov-Smirnov*

3.4.1.1. Exploración gráfica de los datos

Al observar los Gráficos 3 y 4, denominados histogramas, se nota que tienen forma de campana, lo que sugiere la normalidad en ambas muestras.

Gráfico 3. Género femenino

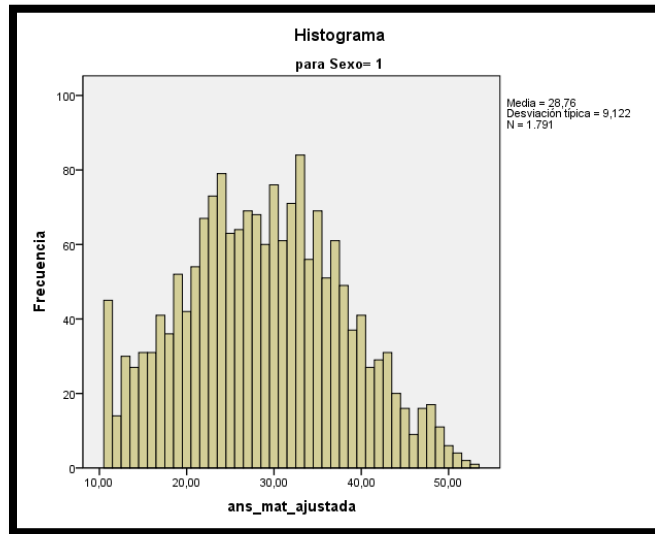
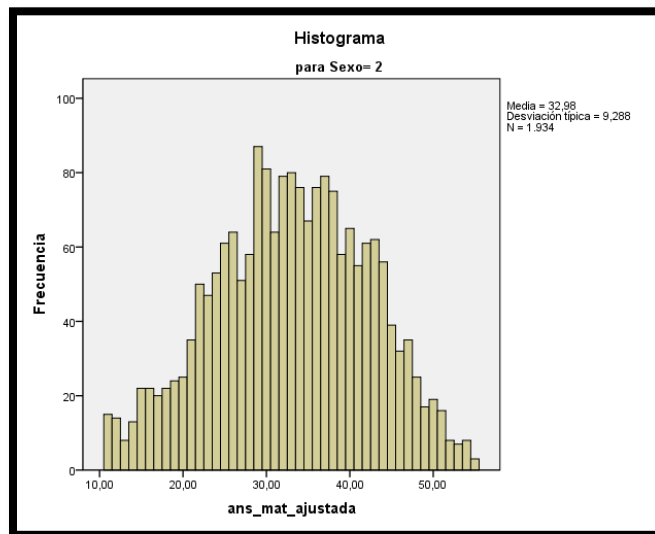


Gráfico 4. Género masculino.



También se analizan los gráficos Q-Q (Gráficos 5 y 6). Con estos gráficos se puede observar que tan cerca está la distribución de un conjunto de datos a alguna distribución ideal o comparar la distribución de dos conjuntos de datos. Si los datos proceden de una distribución normal los puntos aparecen agrupados en torno a la línea recta esperada (Castillo y Alzamora, 2011).

Gráfico 5. Gráfico Q-Q para género femenino

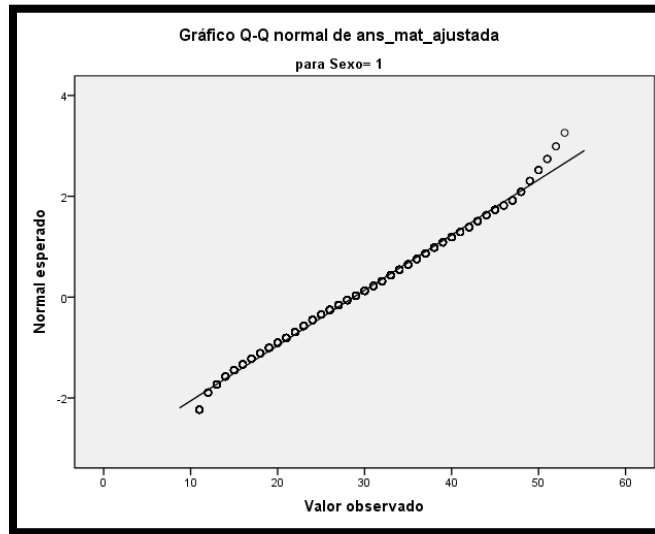
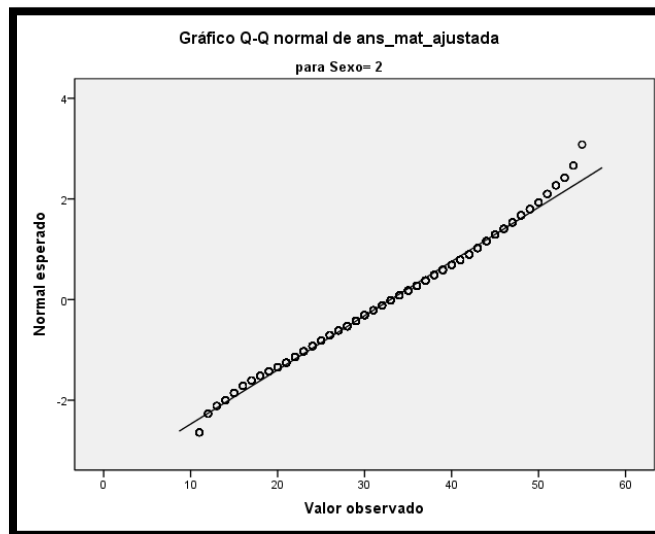


Gráfico 6. Gráfico Q-Q para género masculino



Los gráficos 5 y 6 sugieren la normalidad en ambas muestras.

3.4.1.2. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov

El cumplimiento del supuesto de normalidad se puede estudiar aplicando la prueba de Kolmogorov – Smirnov (KS), que es la que utiliza el programa SPSS. Para la prueba KS el valor de la significancia estadística debe ser mayor a 0,05 ($p > 0,05$) para poder concluirse que el supuesto de normalidad se cumple.

En la Tabla 12 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.

Tabla 12. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov

Ansiedad matemática	Sexo	Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	Sig.
	Femenino	0,046	1791	0,000
	Masculino	0,040	1934	0,000

Fuente: Elaboración propia

Dado que el valor de la significancia ($p=0,000$) es menor que 0.05 en ambas muestras, no se puede concluir que haya evidencia de normalidad.

No obstante, la prueba de Kolmogorov-Smirnov no siempre es concluyente en cuanto a la normalidad de una muestra, pues a veces no es capaz de identificar la normalidad aunque exista. En otras palabras, el hecho de que se cumpla $p<0.05$ no implica obligatoriamente que la muestra no sea normal, sino solo que no se puede afirmar.

Cuando esto ocurre se puede optar por dos opciones. La primera es asumir la normalidad cuando cada muestra tenga más de 100 casos (o como queda evidenciado en los gráficos 3, 4, 5 y 6). La segunda es emplear métodos no paramétricos, los que no exigen el cumplimiento de la normalidad de los datos. En esta investigación se desarrollaron ambas.

3.4.1.3. Resultados asumiendo normalidad (prueba paramétrica)

Al asumirse la normalidad en la distribución de los datos, se procedió a verificar el cumplimiento de una segunda condición para la aplicación de la t de Student: la homogeneidad de varianzas, para lo cual se aplicó la prueba de Levene.

En la Tabla 13 se muestran los resultados de la aplicación de la prueba t de Student, la que contiene también los datos necesarios para emplear la prueba de Levene.

Como se aprecia en la Tabla 13 el estadístico de Levene tiene un valor mayor que 0.05 y por tanto se puede asumir la homogeneidad de las varianzas.

Tabla 13. Prueba de muestras independientes

Prueba de muestras independientes			
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
		F	Sig.
ans_matemática	Se han asumido varianzas iguales	0,204	0,652
	No se han asumido varianzas iguales		

Fuente: Elaboración propia

Para completar el empleo de la prueba *t* de Student para el estudio de la hipótesis No. 1 se examina el valor de la significancia de la primera fila de la Tabla 14 (en la fila en la que se indica que se han asumido varianzas iguales)

Tabla 14. Prueba *t* de Student

Prueba de muestras independientes				
		Prueba T para la igualdad de medias		
		t	gl	Sig. (bilateral)
ans_matemática	Se han asumido varianzas iguales	-13,971	3723	0,000
	No se han asumido varianzas iguales	-13,981	3710,173	0,000

Fuente: Elaboración propia

Dado que el valor de la significación estadística es 0,000, y por tanto, menor que 0,05, lo que corresponde es rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. En otros términos, existe evidencia estadística para apoyar la hipótesis de que existen diferencias significativas en la variable ansiedad matemática por género.

3.4.1.4. Resultados sin asumir normalidad (prueba no paramétrica)

Cuando no se asume la normalidad de los datos, se hace necesario utilizar una prueba no paramétrica. La alternativa no paramétrica a la prueba *t* de Student es la prueba U de Mann-Whitney.

Aplicando la prueba U de Mann-Whitney se obtuvieron los datos que se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Prueba U de Mann-Whitney

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
Las medianas de ans_matemática son las mismas entre las categorías de Sexo	Pruebas de medianas de muestras independientes	0.000	Rechazar la hipótesis nula

Fuente: Elaboración propia

Tal como se indica en la Tabla 15, lo que corresponde es rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa.

De acuerdo con los resultados anteriores, tanto para los métodos paramétricos como para los no paramétricos, se determina que existe evidencia estadística de

una diferencia significativa en el nivel de ansiedad matemática según sexo de los/as estudiantes. Las mujeres son más ansiosas que los hombres.

3.4.1.5. Medida del tamaño del efecto

Dado que se estableció la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la variable ansiedad matemática según el género se procedió a calcular el “tamaño del efecto”, utilizando la *d* de Cohen.

Los datos utilizados se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Datos para el cálculo de la *d* de Cohen

Sexo	Estadístico	Valor
1	Media	28,7582
	Varianza	83,208
	Desv. típ.	9,12184
2	Media	32,9772
	Varianza	86,268
	Desv. típ.	9,28808

Fuente: Elaboración propia

El valor del coeficiente *d* de Cohen resultante es: $d = 0,45759816$, lo que permite clasificar la magnitud del efecto, de acuerdo con los criterios de Cohen, en moderada (por estar cerca de 0.5).

3.4.2. Contraste de la hipótesis No. 2

También se procedió al contraste de la segunda hipótesis.

Hipótesis No. 2

Hipótesis nula: H_0 : No existen diferencias en la variable ansiedad matemática por nivel educativo.

Hipótesis alternativa: H_a : Sí existen diferencias significativas en la variable ansiedad matemática por nivel educativo.

Como en este caso la variable se analiza en cinco categorías, no se puede utilizar la técnica estadística de la *t* de Student sino el Análisis de la Varianza (ANOVA).

3.4.2.1. Prueba ANOVA

La prueba ANOVA también requiere de la normalidad de la distribución de los datos en cada una de las muestras involucradas en el contraste y de la homogeneidad de varianzas.

Como cada una de las series de datos en comparación tiene más de 100 casos se asumió la normalidad.

La Tabla 17 muestra los resultados obtenidos para la prueba de Levene, con la que se estudia el otro supuesto del análisis ANOVA: la homogeneidad de varianzas.

Tabla 17. Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
0,605	4	3720	0,659

Fuente: Elaboración propia

Como el valor del estadístico de Levene es de 0,605 y el índice de significancia ligado a él es de 0,659, esto es $p > 0.05$, se puede asumir la homogeneidad de varianzas.

Una vez establecida la homogeneidad de las varianzas para la variable “nivel educativo” se aplicó una prueba ANOVA, para establecer si existe evidencia estadística para aceptar la segunda hipótesis nula con los resultados que se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18. Resultados de la prueba ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7989,981	4	1997,495	22,916	,000
Intra-grupos	324261,225	3720	87,167		
Total	332251,206	3724			

Fuente: Elaboración propia

Como el valor “p” de la significancia es 0.000 y por tanto $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

En otras palabras, hay evidencia estadística de la existencia de diferencias significativas en la variable ansiedad matemática según el nivel educativo que cursa el o la estudiante.

Los resultados del análisis ANOVA permiten establecer la evidencia estadística de que existen diferencias en el nivel de ansiedad entre algunos de los niveles educativos de la educación media, pero falta determinar entre cuales niveles es que se dan tales diferencias.

3.4.2.2. Pruebas post hoc o a posteriori

El Gráfico 7 sugiere una agrupación de las medias de los niveles del “Tercer Ciclo”, por una parte y los de la “Educación Diversificada”, por otra. Para confirmarlo se realizaron tres pruebas post hoc, a saber: la prueba de HSD de Tukey, la prueba de Scheffé y la prueba de Bonferroni, con el fin de determinar cuáles niveles educativos son los que presentan las diferencias.

. Los resultados de estas pruebas se presentan en las Tablas 19, 20 y 21.

Gráfico 7. Gráfico de las medias

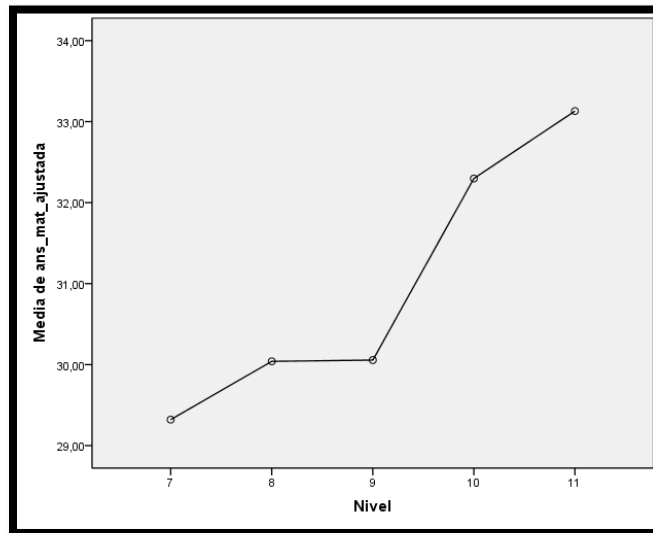


Tabla 19. Resultados de la prueba HSD de Tukey

(I) Nivel	(J) Nivel	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
7	8	-,71963	,48423	,572	-2,0411	,6019
	9	-,73482	,47934	,541	-2,0430	,5734
	10	-2,97758*	,48390	,000	-4,2982	-1,6570
	11	-3,80957*	,48775	,000	-5,1407	-2,4784
8	7	,71963	,48423	,572	-,6019	2,0411
	9	-,01520	,47983	1,000	-1,3247	1,2943
	10	-2,25796*	,48439	,000	-3,5799	-,9360
	11	-3,08994*	,48823	,000	-4,4224	-1,7575
9	7	,73482	,47934	,541	-,5734	2,0430
	8	,01520	,47983	1,000	-1,2943	1,3247
	10	-2,24276*	,47950	,000	-3,5514	-,9341
	11	-3,07475*	,48339	,000	-4,3940	-1,7555
10	7	2,97758*	,48390	,000	1,6570	4,2982

	8	2,25796*	,48439	,000	,9360	3,5799
	9	2,24276*	,47950	,000	,9341	3,5514
	11	-,83199	,48791	,431	-2,1636	,4996
11	7	3,80957*	,48775	,000	2,4784	5,1407
	8	3,08994*	,48823	,000	1,7575	4,4224
	9	3,07475*	,48339	,000	1,7555	4,3940
	10	,83199	,48791	,431	-,4996	2,1636

Tabla 20. Resultados de la prueba de Scheffé

(I) Nivel	(J) Nivel	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
7	8	-,71963	,48423	,697	-2,2119	,7727
	9	-,73482	,47934	,672	-2,2120	,7424
	10	-2,97758*	,48390	,000	-4,4689	-1,4863
	11	-3,80957*	,48775	,000	-5,3127	-2,3064
8	7	,71963	,48423	,697	-,7727	2,2119
	9	-,01520	,47983	1,000	-1,4939	1,4635
	10	-2,25796*	,48439	,000	-3,7507	-,7652
	11	-3,08994*	,48823	,000	-4,5946	-1,5853
9	7	,73482	,47934	,672	-,7424	2,2120
	8	,01520	,47983	1,000	-1,4635	1,4939
	10	-2,24276*	,47950	,000	-3,7205	-,7650
	11	-3,07475*	,48339	,000	-4,5644	-1,5851
10	7	2,97758*	,48390	,000	1,4863	4,4689
	8	2,25796*	,48439	,000	,7652	3,7507
	9	2,24276*	,47950	,000	,7650	3,7205
	11	-,83199	,48791	,573	-2,3356	,6716
11	7	3,80957*	,48775	,000	2,3064	5,3127
	8	3,08994*	,48823	,000	1,5853	4,5946
	9	3,07475*	,48339	,000	1,5851	4,5644
	10	,83199	,48791	,573	-,6716	2,3356

Tabla 21. Resultados de la prueba de Bonferroni

(I) Nivel	(J) Nivel	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
7	8	-,71963	,48423	1,000	-2,0797	,6404
	9	-,73482	,47934	1,000	-2,0812	,6115
	10	-2,97758*	,48390	,000	-4,3367	-1,6184
	11	-3,80957*	,48775	,000	-5,1795	-2,4396
8	7	,71963	,48423	1,000	-,6404	2,0797

	9	-,01520	,47983	1,000	-1,3629	1,3325
	10	-2,25796*	,48439	,000	-3,6185	-,8974
	11	-3,08994*	,48823	,000	-4,4613	-1,7186
9	7	,73482	,47934	1,000	-,6115	2,0812
	8	,01520	,47983	1,000	-1,3325	1,3629
	10	-2,24276*	,47950	,000	-3,5895	-,8960
	11	-3,07475*	,48339	,000	-4,4324	-1,7171
10	7	2,97758*	,48390	,000	1,6184	4,3367
	8	2,25796*	,48439	,000	,8974	3,6185
	9	2,24276*	,47950	,000	,8960	3,5895
	11	-,83199	,48791	,882	-2,2024	,5384
11	7	3,80957*	,48775	,000	2,4396	5,1795
	8	3,08994*	,48823	,000	1,7186	4,4613
	9	3,07475*	,48339	,000	1,7171	4,4324
	10	,83199	,48791	,882	-,5384	2,2024

La Tabla 22 muestra una clasificación de los niveles educativos basada en el grado de parecido que existe entre sus medias, tanto por el método HSD de Tukey como el de Scheffé. En el subgrupo uno, en ambos casos, están incluidos séptimo, octavo y noveno porque sus medias no difieren significativamente y en el subgrupo 2 están incluidos décimo y undécimo que difieren con los tres niveles educativos pero no difieren entre sí.

Tabla 22. Subconjuntos homogéneos

	Nivel	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey	7	745	29,3208	
	8	742	30,0404	
	9	773	30,0556	
	10	744		32,2984
	11	721		33,1304
	Sig.			0,550
Scheffé	7	745	29,3208	
	8	742	30,0404	
	9	773	30,0556	
	10	744		32,2984
	11	721		33,1304
	Sig.			0,680

De acuerdo con los datos de la Tabla 19, prueba HSD de Tukey, existe evidencia estadística de diferencias significativas en el nivel de ansiedad matemática de las y los estudiantes según el nivel educativo que cursan, de manera que los estudiantes de séptimo, octavo y noveno, quienes no difieren entre sí, se

diferencian del nivel de ansiedad de los estudiantes de décimo y undécimo (que no difieren entre sí).

Conclusiones similares se obtienen de la prueba de Scheffé (Tabla 20) y de la prueba de Bonferroni (Tabla 21).

3.4.2.3. Medida del tamaño del efecto

Como los resultados de la sección anterior sugieren la existencia de diferencias significativas entre los niveles que forman el “Tercer Ciclo” y los de la “Educación Diversificada” de la educación secundaria costarricense, el cálculo de la magnitud del efecto se realizó entre el nivel de séptimo y el de undécimo (un nivel de cada ciclo).

Tabla 23. Datos para el cálculo de la d de Cohen

Ciclo	Estadístico	Valor
7	Media	29,3208
	Varianza	88,0568
	Desv. típ.	9,38386
11	Media	33,1304
	Varianza	87,7660
	Desv. típ.	9,36807

El valor del coeficiente d de Cohen resultante en este caso es: $d = 0,40630976$, lo que permite clasificar la magnitud del efecto, de acuerdo con los criterios de Cohen, en moderada (por estar cerca de 0.5).

4. Discusión y conclusiones

4.1. Discusión de los resultados

La investigación se enfocó en el tema de la ansiedad matemática en la educación secundaria oficial costarricense, con el objetivo general de medir el nivel de ansiedad matemática de los/as estudiantes y establecer si existen diferencias en la magnitud de esa variable por género o según el nivel educativo.

Los resultados indican que un porcentaje muy alto de las y los estudiantes, cercano al 60%, muestran un nivel de ansiedad matemática baja o muy baja. Este resultado difiere de los obtenidos por la OCDE, OCDE (2004), realizado con estudiantes que presentaron las pruebas PISA 2003, que indican que una gran proporción de los alumnos de 15 años evaluados manifiestan sentimientos de inseguridad y estrés emocional cuando se enfrentan a las matemáticas.

Este hallazgo de la investigación es, en cierto sentido, sorprendente en un país en el cual el rendimiento académico en matemática en la educación media es bajo y en el que se asume que la aceptación social de la matemática es baja.

La investigación devela también que las mujeres tienen niveles de ansiedad matemática más altos que los hombres, resultado que coincide con los obtenidos en otras investigaciones (Hembree, 1990, Ma, 1999; Gardner, 1997; Gil, Blanco y Guerrero, 2006) y los reportados por Pérez-Tyteca, Monje y Castro (2013) con base en Fennema y Sherman (1976), Lafferty (1994), Vest (1998), Wigfield y Meece (1988) y Worley (1997).

No obstante estos resultados, aun no se han establecido explicaciones para tales diferencias. Algunos autores, como Perina (2002), Reyes (1984) y Martin (1994), citados por Pérez-Tyteca, Monje y Castro (2013), sugieren que las diferencias podrían no ser reales sino tratarse de un asunto asociado a la medición de la ansiedad matemática, derivada del hecho de que las mujeres responden a los instrumentos de medida con mayor sinceridad sobre sus experiencias de ansiedad matemática que los hombres.

Consecuentemente, las diferencias encontradas en el nivel de ansiedad matemática por género, deben ser consideradas de manera conservadora, máxime que la magnitud del efecto resultó moderada.

Otro de los resultados obtenidos muestra la existencia de diferencias significativas en la variable ansiedad matemática según el nivel educativo a que pertenecen las y los estudiantes, permitiendo distinguir niveles de ansiedad matemática distintos para las y los estudiantes del “Tercer ciclo” y los y las estudiantes de la “Educación diversificada”, resultando más ansiosos los últimos.

Tal como han señalado Pérez-Tyteca, Monje y Castro (2013), con base en Seaman (1999), un efecto indirecto de la ansiedad matemática es que las y los estudiantes evitan llevar cursos de la disciplina, lo que condiciona la escogencia de la carrera universitaria.

Consecuentemente, el hallazgo de la investigación resulta relevante porque muestra que son precisamente los y las estudiantes más próximos a la escogencia de carrera universitaria los que muestran los niveles de ansiedad matemática más alta. Aunque la magnitud del efecto también resultó moderado en este caso, el resultado obtenido debe servir para alertar a los docentes de matemática de la educación media y a otros actores educativos, como los orientadores o los Directores de los colegios, de la conveniencia de procurar el desarrollo de programas de intervención educativa que atenúen los niveles de ansiedad matemática de los y las estudiantes de la “Educación diversificada”.

Los resultados sugieren, al menos, dos líneas de investigación: profundizar en las posibles causales de las diferencias detectadas en el nivel de ansiedad matemática por género y de las que puedan explicar por qué se incrementa el nivel de ansiedad matemática cuando los estudiantes están en la “Educación Diversificada”.

4.2. Conclusiones

La investigación permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. Aproximadamente un 60% de los y las estudiantes muestran niveles de ansiedad matemática bajos. Además, solo un 3.9% muestra niveles muy altos de ansiedad matemática.
2. Existen diferencias en el nivel de ansiedad matemática según el género, mas la magnitud de esas diferencias es moderada.
3. Existen diferencias en el nivel de ansiedad matemática que muestran los estudiantes del “Tercer Ciclo” con los de los/as estudiantes de la “Educación Diversificada”, aunque en este caso la magnitud de la diferencia también es moderada. No se encuentran diferencias entre los y las estudiantes de los niveles que componen el “Tercer Ciclo”, ni entre los niveles que forman la “Educación Diversificada”.

5. Recomendaciones

Los resultados de la investigación permiten plantear, muy respetuosamente, las siguientes recomendaciones:

1. El desarrollo de nuevas investigaciones en las líneas sugeridas en la sección 4.1.
2. Complementar la investigación con un estudio de tipo explicativo que permita avanzar en la identificación de causales de la ansiedad matemática en la educación media.

6. Agradecimientos

Se agradece el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica para el desarrollo de este proyecto y a los colegios participantes en la investigación.

7. Actividades de divulgación de los resultados

Los resultados preliminares de la investigación fueron expuestos en el “*II Coloquio sobre investigación en la Enseñanza de la Matemática*”, que se llevó a cabo en la Facultad de Educación de la Universidad de Costa Rica el 21 de noviembre de 2013.

Los resultados también serán presentados en el “*IX Festival Internacional de Matemática*”, que se realizará del 12 al 14 de junio de 2014 en Quepos, Costa Rica.

Además, se someterá un artículo a una revista indexada por definir.

8. Trabajos finales de graduación generados por la investigación

La investigación generó los siguientes tres trabajos finales de graduación:

- Mena González, Johanna. “Estudio de la ansiedad matemática en los cursos Matemática General, Cálculo Diferencial e Integral y Ecuaciones Diferenciales del Instituto Tecnológico de Costa Rica”. Tesis para optar al grado de licenciatura en la “Enseñanza de la Matemática asistida por Computadora”. TEC.

Director de Tesis: Dr. Luis Gerardo Meza Cascante

Estado: finalizada y aprobada.

- Corrales Castro, Joaquín Ernesto. “Estudio del nivel de “ansiedad matemática” en estudiantes de tres colegios académicos nocturnos costarricenses”. Tesis para optar al grado de licenciatura en la “Enseñanza de la Matemática asistida por Computadora”. TEC.

Director de Tesis: Dr. Luis Gerardo Meza Cascante

Estado: fase final.

- Castillo Durán, Hannia y Picado Méndez, Adriana. “Estudio de la ansiedad matemática en Educación Media en la modalidad de Colegio Técnico”. Tesis para optar al grado de licenciatura en la “Enseñanza de la Matemática asistida por Computadora”. TEC.

Director de Tesis: Dr. Luis Gerardo Meza Cascante

Estado: en desarrollo.

9. Referencias bibliográficas

Abad, F.; Garrido, J.; Olea, J. & Ponsoda, V. (2006). *Introducción a la Psicometría, Teoría Clásica de los Tests y Teoría de Respuesta al Ítem*. Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de: http://www.uam.es/personal_pdi/psicologia/fjabad/PSICOMETRIA/MATERIALES/IntPs_5.pdf

Burga, A. (2005). *La unidimensionalidad de un instrumento de medición: perspectiva factorial*. Lima, Perú: Ministerio de Educación.

Castillo, J. y Alzamora, L. (2011). *Estadística para la tesis de posgrado*. Londres: LULU International.

Cea, M.A. (1999) *Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid: Síntesis.

Céspedes, Y., Cortés, R. & Madrigal, M. (2011). Validación de un instrumento para medir la percepción de la calidad de los servicios farmacéuticos del Sistema Público de Salud de Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 20, 75-82. Recuperado de:
<http://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v20n2/art2v20n2.pdf>

Dicovskyi, L. (2002). Folletos del Curso “*Estadística aplicada para análisis de encuestas en SPSS*”. Estelí: ADESO.

Fennema, E. & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitude scales. Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by males and females. *JSAS Catalog of Selected Documents of Psychology*, 6(31).

Frías-Navarro, D. & Pascual, M. (2012). Prácticas del análisis factorial exploratorio (afe) en la investigación sobre Conducta del consumidor y marketing. En: *Suma Psicológica*, Vol. 19, Núm. 1, pp. 45-58

Gardner M. C. (1997). Changing math anxiety and attitudes with the use of graphics calculators: Differences by gender and age of student. Recuperado de: <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED412370.pdf>

Gil, N., Guerrero, E. & Blanco, L. (2006). El dominio afectivo en el aprendizaje de las Matemáticas. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 4(8). 47-72. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=293123488003>

Gil, N., Blanco, L. & Guerrero, B. (2006). El papel de la afectividad en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de educación*, (340), 551-569. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2100483>

Gómez-Chacón, I. (2000). *Matemática Emocional: Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea, S. A. Ediciones.

Gómez-Chacón, I. M. (2002). Cuestiones afectivas en la enseñanza de las matemáticas: una perspectiva para el profesor. *Aportaciones a la formación*

inicial de maestros en el área de matemáticas: una mirada a la práctica docente. 23-58. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2138162>

Gómez-Chacón, I. (2003). La tarea intelectual en matemáticas: afecto, meta-afecto y los sistemas de creencias. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, 10(2), 225-247. Recuperado de: <http://www.emis.ams.399org/journals/BAMV/conten/vol10/igomez.pdf>

Gómez-Chacón, I. (2010). Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología. *Enseñanza de las ciencias*. 28(2), 227-244.

Guerrero, E. & Blanco, L. (2004). Diseño de un programa psicopedagógico para la intervención en los trastornos emocionales en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*. 33(5), 1-14. Recuperado de: <http://www.revistaeducacion.mec.es/re356/re356.pdf>

Guerrero, E.; Blanco, L.J. & Castro, F. (2001). *Trastornos emocionales ante la educación matemática*. En García, J.N. (Coord.), *Aplicaciones de Intervención Psicopedagógica*. Pirámide, 229-237. Recuperado de: <http://bit.ly/1bq3UaU>

Hendel, D. (1980). Experiential and affective correlates of math anxiety in adult women. *Psychology of Women Quarterly*, 5(2), 219-230.

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33-46.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006) *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. México.

Jiménez, K. & Montero, E. (2013). Aplicación del modelo de Rasch, en el análisis psicométrico de una prueba de diagnóstico en matemática. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 13(1), 1-23.

Lozano, L. & de la Fuente- Solana, E. (2009). Diseño y validación de cuestionarios. En Pantoja-Vallejo (coordinador). *Manual básico para la realización de tesinas, tesis y trabajos de investigación*. España: Editorial EOS (pp. 251-274)

Ma, X. (1999). A meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(5), 520- 540.

Morales, P. (2008). *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.

Morris, J. (1981). Mathematics Anxiety: Teaching to Avoid it. *Mathematics Teacher*. 74. 423-417.

Muñoz, J. & Mato, M. (2007). Elaboración y estructura factorial de un cuestionario para medir la "ansiedad hacia las Matemáticas" en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista galego-portuguesa de psicoloxía e educación: revista de estudos e investigación en psicología y educación*, (14), 221-234. Recuperado de: <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/7064>

OCDE (2004). Informe PISA 2003: Aprender para el Mundo del Mañana. España: Santillana.

Pérez-Tyteca, P., Castro, E., Segovia, I., Castro, E., Fernández, F., & Cano, F. (2009). El papel de la ansiedad matemática en el paso de la educación secundaria a la educación universitaria. Recuperado de: <http://digibug.ugr.es/handle/10481/3510>

Pérez-Tyteca, P. & Castro, E. (2011). La ansiedad Matemática y su red de influencias en la elección de carrera Universitaria. Recuperado de: http://funes.uniandes.edu.co/1831/1/402_Perez2011Laansiedad_SEIEM13.pdf

Pérez - Tyteca, P., Monje, J., & Castro, E. (2013). Afecto y matemáticas. Diseño de una entrevista para acceder a los sentimientos de alumnos adolescentes. *Avances de Investigación en Educación Matemática*. No 4. 65-82. Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM).

Rivas, T., Fierro, A., Jiménez, J. & Berrocal, C. (1998). Estudio de la estructura unidimensional de las escalas de bienestar personal y adaptación social. En memorias del V Congreso de Evaluación Psicológica. Málaga. <http://www.eudemon.net/Estructura%20de%20las%20Escalas%20BP%20y%20AS.pdf>

Ripoll, J. (2011). *La d de Cohen como tamaño del efecto*. Recuperado de: <http://clbe.wordpress.com/2011/10/26/la-d-de-cohen-como-tamano-del-efecto>.

Rodríguez, G., Gil, J. & García, E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. Málaga: Ediciones ALJIBE

Tejedor, B., Santos, M. A., García-Orza, J., Carratalà, P., & Navas, M. (2009). Variables explicativas de la ansiedad frente a las matemáticas: un estudio de una muestra de 6º de primaria. *Anuario de psicología*, 40(3), 345-355. Disponible en <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=97020869003>

Valero, L. (1999) Evaluación de ansiedad ante exámenes: Datos de aplicación y fiabilidad de un cuestionario CAEX. *Anales de Psicología*, 15(2), 223-231.

Anexo No. 1.

**Escala de ansiedad matemática de
Fennema-Sherman**

Proyecto de Investigación:

ESTUDIO DE LA ANSIEDAD MATEMÁTICA DE LOS Y LAS ESTUDIANTES DE LA EDUCACIÓN MEDIA COSTARRICENSE

Estimada/o estudiante:

Docentes de la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica están realizando un estudio de la ansiedad matemática de las y los estudiantes de la educación media costarricense, como parte de uno de sus proyectos de investigación. Es de interés conocer su opinión con respecto a los niveles de ansiedad que usted manifiesta cuando está en las lecciones de matemática.

Se le solicita, muy respetuosamente, que complete la información del presente cuestionario con el mayor detalle que le sea posible. La información que suministre será manejada confidencialmente, sin evidenciar casos particulares.

Muchas gracias por su valiosa colaboración.

INFORMACIÓN GENERAL.

Marque escribiendo “X” en la casilla que corresponda a sus características.

Género:

Masculino

Femenino

Nivel que cursa:

Sétimo

Octavo

Noveno

Décimo

Undécimo

Duodécimo

INSTRUCCIONES

1. A continuación encontrará una serie de afirmaciones. Éstas han sido ordenadas de manera tal que pueda indicar si está o no de acuerdo con la idea expresada.
2. Escriba “X” en la afirmación que usted considere se acerca a su situación.
3. No se detenga mucho tiempo en una pregunta, pero asegúrese de contestarlas todas.
4. Recuerde que no hay respuestas correctas o incorrectas.

1) La matemática no me asusta.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

2) No me molestaría tomar más cursos de matemática.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

3) Usualmente no me ha preocupado el ser capaz de resolver problemas matemáticos.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

4) Nunca me he puesto nervioso (a) en un examen de matemática.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

5) Usualmente he sentido tranquilidad en los exámenes de matemática.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

6) Usualmente he sentido tranquilidad en las clases de matemática.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

7) La matemática usualmente me hace sentir con incomodidad y nervioso (a).

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

8) La matemática me hace sentir con incomodidad, cansancio, irritabilidad e impaciencia.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

9) Me da un sentimiento de impotencia el no poder esforzarme cuando pienso en tratar problemas difíciles de matemática.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

10) Mi mente se queda en blanco y no soy capaz de pensar claramente cuando trabajo las matemáticas.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

11) Un examen de matemática me asustaría.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo

12) La matemática me hace sentir con incomodidad y confusión.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Indeciso
- d. En desacuerdo
- e. Totalmente en desacuerdo