

CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LA ANSIEDAD MATEMÁTICA MEDIANTE UN MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES¹

CAUSES AND CONSEQUENCES OF MATHEMATICS ANXIETY.
A STRUCTURAL EQUATION MODE

Andrés Palacios

Departamento de Psicología, Escuela de Magisterio de Segovia
palacios@psi.uva.es

Santiago Hidalgo, Ana Maroto

Departamento de Didáctica de las C. Experimentales, Sociales y de la Matemática, Escuela de Magisterio de Segovia
shidalgo@am.uva.es, amaroto@am.uva.es

Tomás Ortega

Departamento de Didáctica de las C. Experimentales, Sociales y de la Matemática, Facultad de Educación y Trabajo Social de Valladolid
Universidad de Valladolid
ortega@am.uva.es

RESUMEN: La elección condicionada de itinerarios educativos, el abandono escolar o los bajos rendimientos en matemáticas son algunas de las situaciones escolares negativas originadas por la ansiedad matemática. Es nuestra intención contrastar, mediante un modelo de ecuaciones estructurales, las posibles causas y las consecuencias de la ansiedad a partir de cuatro escalas de alta fiabilidad y validez relacionadas con las actitudes hacia las matemáticas, las actitudes escolares, las estrategias metacognitivas, el rendimiento académico en matemáticas y la ansiedad. Nuestros resultados indican, entre otros datos, la trascendencia de las actitudes hacia las matemáticas sobre la ansiedad matemática y la escasa relación de esta con las estrategias metacognitivas. Finalmente, se analizan las implicaciones pedagógicas de estos resultados.

PALABRAS CLAVE: ansiedad matemática, actitudes hacia las matemáticas, ecuaciones estructurales.

ABSTRACT: Math anxiety is the source of undesirable school situations such as forced-choice educational pathways, leaving school early or low performance in mathematics. In the present work are compared, using a structural equation model, possible causes and consequences of anxiety from the data obtained with four scales of high reliability and validity attitudes. The results show, among other things, the importance of mathematics attitudes as determinants of anxiety and low anxiety relationship of this metacognitive strategies. We analyze finally the educational implications that these results might have on the teaching and learning of mathematics.

KEYWORD: math anxiety, math attitudes, structural equation.

Fecha de recepción: marzo 2012 • Aceptado: julio 2012

1. Investigación subvencionada por el Proyecto I+D+i EDU2009-12063.

Palacios, A., Hidalgo, S., Maroto, A. y Ortega, T. (2013). Causas y consecuencias de la ansiedad matemática mediante un modelo de ecuaciones estructurales, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), pp. 93-111

INTRODUCCIÓN

La ansiedad matemática ha sido definida de múltiples formas, pero todas comparten un denominador común: se trata de un sentimiento de tensión, miedo o aprehensión que conlleva conductas. La vivencia de la ansiedad va asociada con un sentimiento de tensión que interfiere cuando se trabaja con operaciones aritméticas o en la resolución de problemas en una amplia variedad de situaciones, tanto académicas como cotidianas (Richardson y Suinn, 1972). Para Tobias y Weissbrod (1980) la ansiedad matemática conlleva pánico, indefensión, parálisis y desorganización mental que surgen cuando a un sujeto se le exige resolver un problema matemático. Fennema y Sherman (1976) consideran la ansiedad matemática como un conjunto de sentimientos de miedo, nerviosismo e, incluso, síntomas físicos asociados que surgen al hacer matemáticas. Definición que simplifica Byrd (1982), quien la define como cualquier situación en la cual sentimos ansiedad cuando nos enfrentamos, de una u otra manera, con las matemáticas.

La ansiedad matemática podría ser entendida como una manifestación más de la ansiedad hacia las tareas escolares o como un síndrome con características particulares y con entidad propia. En una revisión de Ashcraft y Ridley (2005) se sugiere que la ansiedad matemática es un constructo con identidad propia, aunque con correlaciones significativas con la ansiedad, dato que habían obtenido, entre otros, Richardson y Suinn (1972).

Actitudes hacia las matemáticas y ansiedad matemática

En un trabajo ya clásico, Gómez-Chacón (2000) se hacía eco de una distinción sugerida por Aiken y Aiken (1969) entre las *actitudes hacia las matemáticas* y las *actitudes matemáticas*. La *actitud hacia las matemáticas* tendría que ver con la valoración, el aprecio y el gusto por esta disciplina, subrayando más la vertiente afectiva que la cognitiva. Las *actitudes matemáticas*, por el contrario, tendrían que ver con el modo y la manera de utilizar capacidades generales que son relevantes para el quehacer matemático (apertura mental, pensamiento reflexivo, etc.), y se relacionarían más con la cognición que con los afectos.

La relación entre ansiedad matemática y actitudes hacia las matemáticas es un campo con un gran número de aportaciones en los últimos años. En todas ellas, se ha resaltado la influencia negativa que la ansiedad tiene sobre las actitudes hacia las matemáticas. Esta relación puede darse de manera directa o a través de la influencia de otras variables que, a su vez, influirían sobre las actitudes. Con respecto a las primeras, las relaciones directas, han sido explicadas sobre la base de que los individuos que manifiestan ansiedad hacia las matemáticas evitan cualquier tipo de contacto con esta materia, lo que perpetúa sus actitudes negativas y sus prejuicios (Klinger, 2011). En relación con las influencias indirectas, Bursal y Paznokas (2006) han sugerido que los estudiantes con altos niveles de ansiedad tienden a confiar menos en sus capacidades matemáticas; serían estos bajos niveles de competencia percibida los que determinarían actitudes negativas hacia su docencia.

Mato y Muñoz (2010) analizan la incidencia de las actitudes hacia las matemáticas y de la ansiedad sobre el rendimiento académico en matemáticas en alumnos de la ESO. Entre otros resultados, obtienen correlaciones significativas e inversas entre las actitudes hacia las matemáticas y la ansiedad. Además, las actitudes hacia las matemáticas serían excelentes predictores del rendimiento, lo que no sucede con la ansiedad matemática.

Por su parte, Baroody (1988) propone un modelo explicativo del origen de la ansiedad matemática en el que las creencias irracionales sobre las matemáticas juegan un papel muy importante. Según este autor, estas creencias llevan al estudiante a exagerar las demandas necesarias para afrontar la tarea y a subestimar su propia valía; la percepción de incapacidad para resolver problemas se convierte en algo

angustioso puesto que toda la persona se siente amenazada. De este modo, la resolución de un problema desencadena emociones negativas que el sujeto desea evitar a toda costa. Pero este comportamiento le refuerza en su creencia de incapacidad, por lo que, cuando se vuelva a enfrentar a una tarea matemática, lo hará con niveles altos de ansiedad, pues tiene más pruebas de su incompetencia. Explicación que nos recuerda a Guerrero, Blanco y Vicente (2002), quienes sostienen que, cuando una persona interpreta los sucesos como amenazantes o peligrosos, se crea un circuito de retroalimentación negativa entre sus pensamientos y la actividad psicofisiológica. En una publicación reciente, Di Martino & Zan (2011) estudian la relación entre creencias y emociones, y se centran en los vínculos entre las tres dimensiones que caracterizan el modelo de actitud propuesto por estos autores: disposición emocional hacia las matemáticas, visión de las matemáticas y percepción de la competencia en matemáticas.

En línea con los trabajos anteriores, en los que las actitudes hacia las matemáticas son la consecuencia de la aparición de la ansiedad, Relich y Way (1994) afirman que el fomento de actitudes positivas hacia las matemáticas es importante no solo para el aumento del rendimiento y la autoeficacia matemática, sino también para disminuir la ansiedad y la frustración relacionada con las matemáticas. Opinión más o menos compartida por Legg (2009) cuando mantiene que alumnos con niveles elevados de ansiedad tienden a tener actitudes negativas hacia las matemáticas, así como locus de control externo (p. ej. *Aprobar las matemáticas depende de la suerte que tengas el día del examen*). Una orientación diferente es la de Pérez-Tyteca y Castro-Martínez (2011), quienes relacionan la ansiedad con la elección de los estudios universitarios.

No obstante, han sido mucho más numerosas las investigaciones que han tratado de analizar las consecuencias de la presencia de ansiedad sobre las actitudes hacia las matemáticas. Entre las más citadas se encuentran las conductas de evitación: los sujetos con altos niveles de ansiedad matemática eligen itinerarios formativos sin matemáticas o bien rechazan aquellos con presencia de esta materia (Putwain y Daniels, 2010). Otra consecuencia de la ansiedad sería la consolidación de actitudes negativas hacia todo lo relacionado con el cálculo y la aritmética (Hidalgo, Maroto, Ortega y Palacios, 2008). Además, la ansiedad matemática afecta negativamente a la motivación y la autoconfianza matemática (Miller y Bischel, 2004). En esta misma línea de trabajo, Putwain y Daniels (2010) no encuentran, no obstante, correlaciones significativas entre percepción de competencias matemáticas y ansiedad. Además, las correlaciones entre tres de los componentes de la ansiedad matemática (pensamientos, sensaciones fisiológicas y conducta) y el autoconcepto matemático son igualmente no significativas.

Akin y Kurbanoglu (2011) intentan establecer qué tipo de relaciones de causalidad pueden establecerse entre actitudes hacia las matemáticas, ansiedad matemática y autoeficacia percibida. Entre otros resultados, encuentran correlaciones inversas entre ansiedad matemática y actitudes positivas hacia las matemáticas. A partir de un modelo de ecuaciones estructurales, concluyen que son las actitudes las determinantes de la ansiedad y no la ansiedad matemática la causa de actitudes negativas hacia las matemáticas. No obstante, Kargar, Tarmizi y Bayat (2010) parecen contradecir estas conclusiones pues, aunque encuentran, como en la investigación anterior, fuertes correlaciones inversas entre actitudes positivas hacia las matemáticas y la ansiedad matemática, es ahora la ansiedad la que produciría las actitudes negativas y pensamientos matemáticos inadecuados y no a la inversa.

Rendimiento académico y ansiedad hacia las matemáticas

No obstante lo dicho, si hay un campo ampliamente estudiado en el tema que nos ocupa, este, sin duda, es la relación entre niveles de ansiedad matemática y bajos rendimientos en matemáticas.

En este sentido, Contreras, Espinosa, Esguerra, Haikal, Polania y Rodríguez (2005) señalan que una baja percepción de eficacia determinaría pobres resultados académicos y estos, a su vez, producirían ansiedad como una respuesta emocional ante la incapacidad de enfrentarse a la tarea con los

recursos adecuados. Esta idea del bajo rendimiento como causante de ansiedad está también presente en autores como Valiante (2000) y Pajares (2001). En ambos casos, se comprueba que los estudiantes con altas expectativas de eficacia gozan de mayor motivación académica, obtienen mejores resultados, son capaces de regular eficazmente su aprendizaje, muestran mayor motivación intrínseca y desarrollan niveles menores de ansiedad.

Hidalgo, Maroto y Palacios (2005) consideran como factor desencadenante de la ansiedad la dificultad intrínseca y acumulativa de las matemáticas. Según estos autores, la secuencia podría resumirse de la siguiente manera: la dificultad intrínseca y acumulativa de las matemáticas provoca lagunas importantes y rendimientos escolares insatisfactorios; estos bajos rendimientos influyen negativamente sobre el autoconcepto matemático y determinan atribuciones de causalidad negativas (fatalistas) a la par que desgana y aburrimiento, que no solo no ayudan, sino que empeoran la comprensión de la asignatura, que es percibida de año en año como un tormento y con un elevado nivel de ansiedad.

A pesar de lo dicho, han sido más numerosas las investigaciones que han visto en los bajos rendimientos en matemáticas la consecuencia de niveles no deseados de ansiedad matemática. Los estudiantes ansiosos se concentran más en la dificultad de la tarea que en el dominio académico, se centran con mayor frecuencia en sus habilidades personales, emocionales, así como en los fallos que han tenido en su desempeño previo (Rivas, 1997).

Esta relación ha sido, no obstante, matizada al hilo de la hipótesis de la «U invertida» o teoría de la zona de funcionamiento óptimo. Según estos planteamientos, existiría un nivel idóneo de ansiedad que produciría niveles óptimos de rendimiento. Además, un nivel alto de ansiedad podría facilitar el aprendizaje mecánico, pero inhibiría aprendizajes relacionados con altos niveles de creatividad (Gue rrero y Blanco, 2004). Gairín (1990) obtiene resultados que confirman las tesis anteriores. En términos generales, ante tareas simples los sujetos ansiosos suelen lograr tasas de rendimiento más elevadas que los sujetos menos ansiosos y ante tareas complejas los sujetos más ansiosos suelen obtener peores resultados (Salas, 1996).

El estudio de las consecuencias de la ansiedad ha tenido especial relevancia en los intentos de poner en relación esta emoción con la memoria operativa e, indirectamente, esta con el rendimiento. Así, en la revisión de LeFevre, DeStefano, Coleman y Shanahan (2005) se destaca la relación directa entre demandas de las tareas, ansiedad matemática y recursos disponibles: mayor dificultad de la tarea, mayores niveles de ansiedad y mayores demandas de recursos de la memoria operativa. Ashcraft y Krause (2007) sugieren que el grado de automatismos o de familiaridad de la tarea es un elemento importante en la relación entre memoria, ansiedad y rendimiento; concretamente, la relación sería: menores recursos, mayor familiaridad. Así mismo, recurrir a automatismos matemáticos aprendidos previamente por los sujetos disminuiría la demanda de recursos. Es precisamente a partir de esta relación como podemos comprender la relación entre ansiedad, memoria y rendimiento. Resultado que había sido enunciado por Hembree (1990) en un metaanálisis sobre los efectos de la ansiedad: la incidencia de la ansiedad matemática sobre el rendimiento ni es lineal ni es universal en todas las formas de cálculo aritmético ni en todas las situaciones donde se evalúa el rendimiento matemático.

Pese a la abundancia de investigaciones que ratifican la correlación inversa entre ansiedad y rendimiento matemático, existen pocos intentos de establecer relaciones de causalidad entre dichas variables (Ma y Xu, 2004). Como señalan estos últimos autores, existen tres alternativas para explicar estas relaciones causales: *a*) ciertos niveles de ansiedad causarían bajos rendimientos escolares; *b*) son los bajos rendimientos los determinantes de la presencia de la ansiedad hacia las matemáticas; *c*) la ansiedad y el rendimiento en matemáticas están recíprocamente relacionados. Hembree (1990) sería un ejemplo de apoyo a la primera de las alternativas antes citadas, ya que concluye que serían los altos niveles de ansiedad la causa de los bajos rendimientos posteriores; posición igualmente mantenida por los citados Kabiri y Kiamanesh (2004), quienes encuentran una relación causal de la ansiedad sobre el rendimien-

to negativa y significativa estadísticamente. Ma y Xu (2004) apoyarían con sus datos la primera de las alternativas, demostrando que los bajos rendimientos producen altos niveles de ansiedad.

No obstante, el problema de las relaciones de causalidad entre ansiedad y rendimiento no está resuelto del todo en la actualidad.

Metacognición y ansiedad hacia las matemáticas

La *metacognición* hace referencia a la supervisión activa de procesos cognitivos dirigidos hacia alguna meta u objetivo (Flavell, 1976). Brown (1978) define la metacognición como el control deliberado y consciente de la propia actividad cognitiva.

En el campo de las matemáticas, la metacognición se ha relacionado sobre todo con los procesos de resolución de problemas (para una revisión del tema, consultar Rodríguez-Quintana, 2006) y con el rendimiento académico (Miñano y Castejón, 2011; Zimmerman y Schunk, 2011), siendo escasos los intentos de establecer vínculos entre estas variables metacognitivas y aquellas de naturaleza afectivo-emocional.

Everson, Smodlaka y Tobias (1994), en uno de los primeros intentos de relacionar la metacognición con la ansiedad, encuentran que los sujetos con baja ansiedad son más capaces de utilizar la metacognición de manera positiva que aquellos que presentan niveles elevados de ansiedad. Además, en estos casos de niveles altos de ansiedad, los recursos metacognitivos disponibles podrían no mejorar el rendimiento e, incluso, empeorarlo. Según estos autores, existirían cuatro tipos de alumnos en relación con estas dos variables: *a*) aquellos con altos niveles de ansiedad y alta conciencia metacognitiva; *b*) alumnos de baja ansiedad y alta conciencia metacognitiva; *c*) alumnos con alta ansiedad y baja conciencia; *d*) alumnos con bajos niveles de ansiedad y escasa conciencia metacognitiva. Este último tipo de alumnado sería el prototipo del alumno perezoso, apático y cuya conducta escolar no está expuesta al más mínimo proceso reflexivo. Bajos niveles de ansiedad y altas estrategias metacognitivas se asociarían con experiencias óptimas de rendimiento, uso adecuado de procesos de control y autorregulación. Altos niveles de ansiedad y elevado control metacognitivo producirían un alumnado excesivamente centrado en su ansiedad («rumiando y perseverando en su ansiedad»), con un escaso control de los recursos y con tendencia a la evitación y al escape para salir de estas vivencias emocionales negativas acrecentadas por su mayor capacidad reflexiva.

Miles, Blum, Staats y Dean (2003) desarrollan un cuestionario de estrategias metacognitivas (MSI, Metacognitive Skills Inventory) que correlacionan con los resultados de uno de los test de ansiedad más utilizados, como es la prueba MARS (Mathematics Anxiety Rating Scale) de Richardson y Suinn (1972). Los resultados muestran una correlación elevada entre las subescalas de confianza en el uso de estrategias metacognitivas y la ansiedad matemática, menor cuanto mayor es la conciencia metacognitiva.

Los trabajos de Schin (2006) son más claros a la hora de establecer relaciones entre la metacognición y la ansiedad matemática; concluye el autor que los mejores predictores de la ansiedad matemática son el papel del profesor en las experiencias de aprendizaje, las estrategias de regulación y manejo de recursos, la autoeficacia percibida y las estrategias metacognitivas.

Una línea de investigación común a otros campos de las matemáticas ha sido la posibilidad de realizar programas de entrenamiento metacognitivo como mejora directa de estas estrategias y, de manera indirecta, para la disminución de la ansiedad matemática y el aumento de rendimiento académico (Hofer y Yu, 2003). En este sentido, Kimber (2009) entrena en estrategias metacognitivas a estudiantes universitarios (futuros maestros) con el propósito de disminuir sus niveles de ansiedad. Sus resultados confirman cambios significativos en estos niveles tras formarse específicamente en técnicas de control metacognitivo y de autorregulación. Resultados que son ratificados por los trabajos de Otts

(2010). En esta ocasión, el autor busca relacionar las actitudes hacia las matemáticas y la ansiedad con el desarrollo de cursos sobre técnicas de autorregulación y metacognición y el aprovechamiento en matemáticas (rendimiento académico). Sus conclusiones son, en cierto sentido, complementarias a las citadas anteriormente: ahora son las actitudes hacia las matemáticas y la ansiedad las que determinan el correcto uso de las estrategias de autorregulación y este correcto uso de la metacognición es el mejor predictor del aprovechamiento escolar.

Legg y Locker (2009) analizan las posibles relaciones entre las estrategias metacognitivas, la ansiedad matemática y el rendimiento académico. En ambos casos, se parte de la hipótesis de que la ansiedad podría moderar el efecto que los procesos metacognitivos tienen sobre el rendimiento en matemáticas. Sus resultados confirman este efecto moderador; concretamente, niveles elevados de conciencia metacognitiva producirían una disminución de la ansiedad, lo que mejoraría los rendimientos en matemáticas. En este sentido, la metacognición no actuaría directamente sobre la ansiedad, lo haría, en primer lugar, sobre la confianza matemática y sobre la eficacia percibida, que serían las que influirían sobre los niveles de ansiedad mejorando el rendimiento. La eficacia percibida está también presente en las aportaciones de Jain y Dowson (2009). Estos autores ratifican, al menos en parte, los resultados anteriores mediante un modelo de ecuaciones estructurales en el que se hipotetiza que el aprendizaje autorregulado y el uso de estrategias metacognitivas consiguen un efecto positivo sobre la eficacia percibida que, a su vez, produciría una reducción de la ansiedad matemática. Los resultados de estos autores establecen, además, relaciones de causalidad en la dirección: aprendizaje autorregulado y uso de estrategias metacognitivas producirían mejoras en la percepción de eficacia y, a partir de estas mejoras, sobre la ansiedad matemática.

Como sucediera con la relación ansiedad-rendimiento en matemáticas, parecen existir datos que apoyarían una relación inversa entre las estrategias metacognitivas y la ansiedad. No obstante, está por determinar si esta conciencia metacognitiva es la causa de niveles mayores o menores de ansiedad hacia las matemáticas, como sugieren, por ejemplo, Kimber (2009) y Jain y Dowson (2009), o es la ansiedad la que potencia o inhibe el uso adecuado de estrategias metacognitivas, como parece defender, entre otros, Otts (2010).

Objetivos

Tomando en consideración las investigaciones anteriores en las que, como hemos indicado, el alto grado de interrelación de los diferentes factores que intervienen en la ansiedad hacia las matemáticas hace difícil delimitar qué actúa como causa y qué actúa como consecuencia, nuestro objetivo principal es discriminar, mediante un único modelo matemático, los aspectos que actúan como antecedentes de la ansiedad matemática de aquellos que lo hacen como consecuentes, además de establecer las relaciones existentes entre ambos grupos de variables con la idea de mejorar la comprensión de los diferentes aspectos relacionados con la ansiedad hacia las matemáticas.

Hipótesis

Las hipótesis que queremos contrastar son:

H_1 : Las actitudes hacia las matemáticas, las actitudes generales hacia la escolarización y las estrategias metacognitivas que los sujetos puedan poseer son factores determinantes de la ansiedad frente a tareas matemáticas.

H_2 : La ansiedad matemática determina el rendimiento en matemáticas.

H_3 : Los diferentes factores antecedentes y consecuentes de la ansiedad establecen relaciones significativas entre sí.

MÉTODO

Características de los participantes

Utilizamos una muestra de 1.064 alumnos de los niveles educativos de primaria, ESO y bachillerato (cuadro 1).

Cuadro 1.
Distribución de la muestra por niveles educativos

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
6.º primaria	132	12,4	12,4
1.º ESO	254	23,9	36,3
2.º ESO	246	23,1	59,4
3.º ESO	218	20,5	79,9
4.º ESO	156	14,7	94,5
1.º bachiller	58	5,5	100,0
Total	1064	100,0	

Los datos fueron obtenidos durante los cursos escolares 2006-2007, 2007-2008 y 2008-2009 en cinco centros públicos y concertados pertenecientes a las provincias de Valladolid, Soria y Burgos. La edad media de los participantes fue de 13 años y ocho meses, con un rango de edad de 11 a 18 años y con una distribución en la que predominan ligeramente los hombres, con un 53%, frente a las mujeres (47%).

Procedimiento de muestreo

Para la selección de los participantes, partimos de un tipo de muestreo no probabilístico, por accesibilidad entre los colegios e institutos que estaban dispuestos a participar en la experiencia que, recordamos, se desarrolló durante tres cursos escolares. Sin embargo, las características de los institutos utilizados en el estudio se asemejan a las de la población de referencia.

Instrumento de medida

Para la toma de datos se han utilizado cuatro escalas tipo Likert (cuadro 2), de cinco puntos (valores de 0 a 4 puntos), lo que permite considerar todas las preguntas como variables numéricas ya que, según Díaz (2002), una variable ordinal puede tratarse como métrica cuando tenga cinco o más categorías.

Cuadro 2.
Escalas y subescalas para la toma de datos

Nombre de escalas	Objetivo	N.º de ítems
<i>Escala metacognitiva matemática (EMET)</i>	Conocer diferentes aspectos relacionados con las destrezas metacognitivas de los alumnos cuando se enfrentan a tareas matemáticas	20
<i>Escala afectivo-emocional (EAEM)</i>	Medir las actitudes hacia las matemáticas	31
<i>Escala actitudinal hacia la escolarización (EAESC)</i>	Medir las actitudes hacia el trabajo escolar, hacia la escolarización y hacia los procesos de enseñanza-aprendizaje en general	26
<i>Escala de ansiedad matemática (EANS)</i>	Medir las ansiedad hacia las matemáticas	16

Para la construcción de todos estos instrumentos se siguió el mismo procedimiento. En una primera fase se recogió una amplia muestra de preguntas que fueron evaluadas por distintos expertos (profesionales en formación del profesorado) y seleccionadas según su *relevancia* (los ítems deberían estar claramente relacionados con el objeto de estudio) y *claridad* (fácilmente comprensibles, con afirmaciones simples).

Tras el correspondiente proceso de depuración, la versión final de la escala metacognitiva matemática (EMET) consta de veinte preguntas sobre distintos aspectos de las destrezas metacognitivas matemáticas. Para su construcción se partió del modelo de resolución de problemas planteado por Polya (1945) y seguido por Schoenfeld (1985) y Guzmán (1991) entre otros.

Con los veinte ítems seleccionados, se realizó un primer análisis de componentes principales. Se obtuvieron cinco factores principales: uso estratégico de recursos (*Para resolver un problema de matemáticas repito el enunciado con mis propias palabras...*), recursos orientados a la resolución de problemas (*No me cuesta trabajo identificar la información más importante de un problema, qué me piden...*), ausencia de estrategias metacognitivas (*Una vez que empiezo a estudiar matemáticas, voy realizando las tareas sin preguntarme si las voy comprendiendo o no, no suelo realizar ni resúmenes ni esquemas ni escribir lo que voy estudiando en matemáticas...*), uso de la memoria como estrategia de resolución de problemas (*En matemáticas, cuando no entiendo la lección utilizo la memoria*) y ausencia de control metacognitivo sobre los procesos de resolución de problemas (*No me preocupan los pasos necesarios para llegar a la solución, lo importante es llegar a ella...*). Estos cinco factores fueron evaluados mediante un análisis factorial confirmatorio (AFC) bajo la hipótesis de que existe una *destreza metacognitiva* que determinaría la presencia de los factores antes comentados. Como podemos comprobar, el modelo alcanza un buen ajuste. La matriz LAMBDA-X presenta todos los valores significativos con $p < .05$, lo que proporciona evidencias añadidas de la validez de los veinte ítems de la escala. Los datos de este análisis los resumimos en el cuadro 3. Se obtuvo una alfa de Cronbach de ,78, valor que asegura la fiabilidad de nuestras medidas.

Cuadro 3.
Evaluación de la EMET mediante un AFC

	S-B _(Chi-cuadrado) (gl) (p)	RMSEA	NFI	NNFI	CFI	AGFI	AIC
Ajuste del modelo	1107,78 (165) (p = ,00)	,073	,86	,86	,88	,88	7489,87

Para la elaboración de la escala afectivo-emocional hacia las matemáticas (EAEM), se partió de otros cuestionarios similares utilizados en investigaciones anteriores del equipo investigador (Hidalgo, Maroto y Palacios, 2000; 2004; 2005). Tras el primer análisis factorial de componentes principales, se obtuvieron cinco factores con peso significativo en 31 de los ítems de la escala: rechazo de las matemáticas (*Soy una de esas personas que no nació para aprender matemáticas...*), percepción de autocapacidad matemática (*Soy bueno en matemáticas...*), utilidad percibida (*Las matemáticas son útiles y necesarias en todos los ámbitos de la vida...*), indefensión matemática (*Haga lo que haga, siempre saco notas bajas en matemáticas...*) y gusto por las matemáticas (*Me resulta divertido estudiar matemáticas...*). Como en la escala anterior, el modelo alcanza un buen ajuste (cuadro 4). La matriz LAMBDA-X presenta todos los valores significativos con $p < ,05$, lo que proporciona evidencias añadidas de la validez de los 31 ítems de la escala. Con estas preguntas se obtuvo una alfa de Cronbach de ,94, valor que asegura la fiabilidad de nuestras medidas.

Cuadro 4.
Evaluación de la EAEM mediante un AFC

	S-B _(Chi-cuadrado) (gl) (p)	RMSEA	NFI	NNFI	CFI	AGFI	AIC
Ajuste del modelo	3486,85 (459) (p = ,00)	,079	,95	,96	,96	,80	3624,85

La escala de actitudes escolares (EAESC) ha sido elaborada a partir de la EAEM ampliando el objeto de la actitud hacia la escolarización en general y hacia todo lo relacionado con el aula y su contexto. Como en el caso de la EAEM, para su elaboración nos hemos servido de investigaciones anteriores del equipo investigador (Hidalgo, Maroto y Palacios, 2000; 2004; 2005). También aquí, como en los casos anteriores, se realizó un análisis de componentes principales con los ítems de los primeros análisis, del que se extrajeron seis factores principales con una explicación de algo más del 68% de la varianza de las preguntas de la escala: rechazo a la escolarización (*Me aburro soberanamente en las clases...*), percepción de dificultad escolar (*Haga lo que haga, siempre saco notas bajas...*), gusto por el estudio (*Me gusta ir al colegio; las asignaturas son, en general, divertidas...*), valor percibido de la escolarización (*Si no obtengo una buena formación escolar no podré en el futuro llegar a nada...*) y apoyo familiar en los procesos de enseñanza-aprendizaje (*Suelo pedir ayuda a mis padres en las tareas del colegio...*). El AFC correspondiente para comprobar la existencia de un único factor que hemos denominado *actitudes escolares*, que explicaría la existencia de los seis factores mencionados, produjo un buen ajuste y valores significativos en la matriz LAMBDA-X (cuadro 5).

Cuadro 5.
Evaluación de la EAESC mediante un AFC

	S-B _(Chi-cuadrado) (gl) (p)	RMSEA	NFI	NNFI	CFI	AGFI	AIC
Ajuste del modelo	2044,51 (291) (p = ,00)	,077	,90	,90	,91	,84	2227,84

Escala de ansiedad hacia las matemáticas (EANS) es una adaptación al contexto español de las escalas de ansiedad hacia las matemáticas de Richardson y Suinn (1972). La versión preliminar constaba de un total de veinte ítems (*Estoy calmado y tranquilo cuando me enfrento a un problema de matemáticas; las matemáticas hacen que me sienta incómodo y nervioso; las matemáticas pueden ser entretenidas...*). Tras el análisis de componentes principales, se obtuvo una solución con un único factor con una explicación de 57% de la varianza de la prueba tras la eliminación de 4 preguntas de la versión original. Con las 16 preguntas restantes, se realizó un AFC bajo la hipótesis de un factor único con los resultados que presentamos en el cuadro 6.

Cuadro 6.
Evaluación de la EANS mediante un AFC

	S-B _(Chi-cuadrado) (gl) (p)	RMSEA	NFI	NNFI	CFI	AGFI	AIC
Ajuste del modelo	351,91 (104) (p = ,00)	,045	,96	,96	,97	,95	8029,79

Como en las escalas anteriores, el modelo alcanza un buen ajuste. Ahora, como antes, la matriz LAMBDA-X presenta todos los valores significativos con $p < '05$. La escala final de 16 ítems obtuvo una alfa de Cronbach de ,94.

Por último, las notas en la asignatura de matemáticas presentan una distribución normal con un valor medio de 5,26.

Procedimiento de recogida de información

La administración de los cuestionarios la realizó el equipo de investigación y de profesores colaboradores durante las últimas semanas de los cursos académicos citados. Los cuestionarios tenían un carácter anónimo (para los estudiantes) y fueron autocumplimentados por los sujetos de la muestra.

Análisis de la información

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el paquete estadístico SPSS 18.0. Se ha realizado el análisis de ecuaciones estructurales mediante el programa Lisrel; para el análisis exploratorio e inferencial de datos se han efectuado ANOVAS y estadísticos descriptivos en cada una de las preguntas de las escalas. Por último, y con el objeto de poder interpretar el sentido de los datos, se han calculado las frecuencias relativas de cada una de las posibles respuestas. No obstante, atendiendo a la necesidad de síntesis del presente trabajo, estas frecuencias no serán presentadas ni analizadas en el presente trabajo.

RESULTADOS

Al final de la toma de datos, disponemos de un conjunto de cinco medidas de cada uno de los 1.064 participantes con una distribución normal multivariante.

Recordamos que, según nuestras hipótesis mencionadas anteriormente y que resumimos en la figura 2, la ansiedad matemática surge como consecuencia de la presencia de factores tanto cognitivos (estrategias metacognitivas) como afectivos generales (actitudes hacia la escolarización) o afectivos específicos, como las actitudes hacia las matemáticas (H_1). A su vez, estos factores «productores» de ansiedad matemática establecerán relaciones de interdependencia (hipótesis H_3). Por último, el rendimiento en matemáticas estaría determinado tanto de manera directa por los factores afectivos y cognitivos (hipótesis H_3), como de manera indirecta a través de los efectos nocivos de la ansiedad matemática (hipótesis H_2).

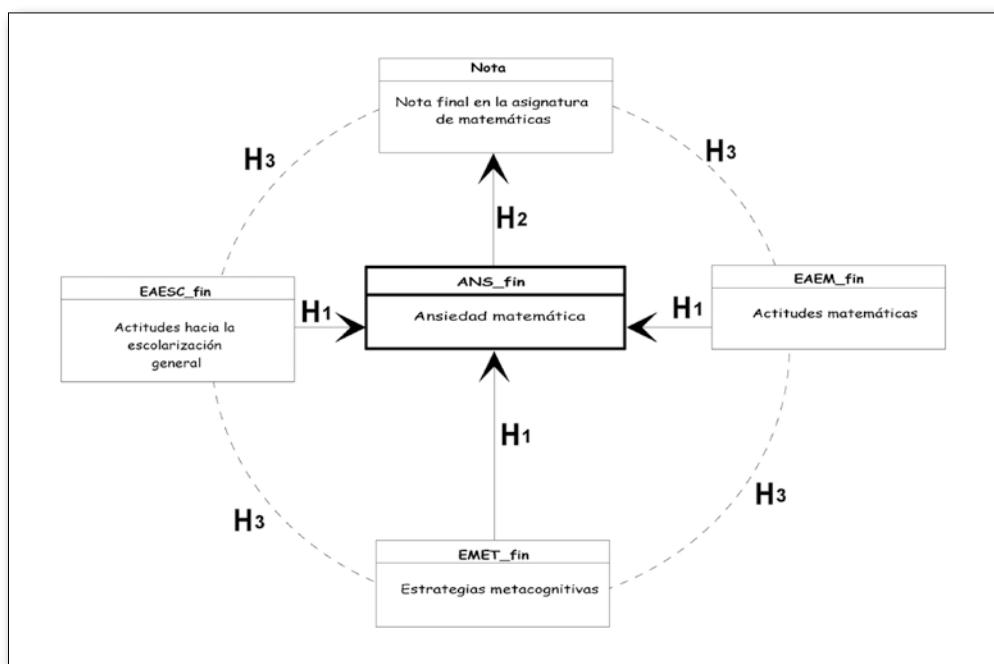


Fig. 1. Modelo hipotético que contrastar y relación entre las variables intervenientes.

Todas estas hipótesis serán contrastadas mediante un único modelo que parte, para su elaboración, de la matriz de correlaciones-covarianzas que resumimos en el cuadro 7.

Cuadro 7.
Matriz de correlaciones y de covarianzas de las variables interviniéntes en el modelo

		ESCO_fin	META_fin	EAEM_fin	ANS_fin	Nota
ESCO_fin	Correlación de Pearson	1	,542**	,509**	-,392**	,220**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000
	Covarianza	1,765	,841	1,029	-1,182	,566
	N	1062	1060	1062	1062	1062
META_fin	Correlación de Pearson	,542**	1	,524**	-,377**	,247**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000
	Covarianza	,841	1,334	,910	-,864	1,089
	N	1060	1062	1062	1062	1062
EAEM_fin	Correlación de Pearson	,509**	,524**	1	-,775**	,522**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000
	Covarianza	1,029	,910	2,261	-2,385	1,502
	N	1062	1062	1064	1064	1064
ANS_fin	Correlación de Pearson	-,392**	-,377**	-,775**	1	-,448**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000
	Covarianza	-1,182	-,864	-2,385	4,25	-1,718
	N	1062	1062	1064	1064	1064
Nota	Correlación de Pearson	,220**	,247**	,522**	-,448**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	
	Covarianza	,566	1,089	1,502	-1,718	3,660
	N	1062	1062	1064	1064	1064

** La correlación es significativa al nivel ,01 (bilateral).

A partir de esta matriz de covarianzas y mediante un *path analysis* se han puesto a prueba las hipótesis expuestas anteriormente con los resultados que resumimos en la figura 2. Como podemos comprobar, el ajuste del modelo es bastante pobre ($RMSEA = ,286$) y claramente insuficiente.

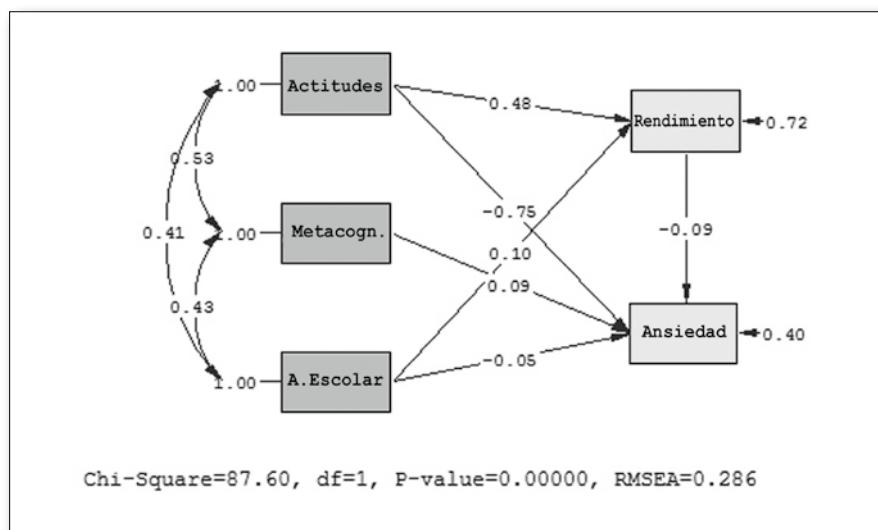


Fig. 2. Valores generales y parámetros del modelo.

Ante esta situación, se realizaron las modificaciones pertinentes hasta obtener un modelo explicativo de las variables intervenientes con un ajuste adecuado ($\chi^2 = 3,44$ con 1 g.l. y un $p > ,06$; $GFI = 1$; $AGFI = ,98$; $RMSEA = ,048$; $CFI = 1$ y $NFI = 1$), el cual resumimos en la figura 3.

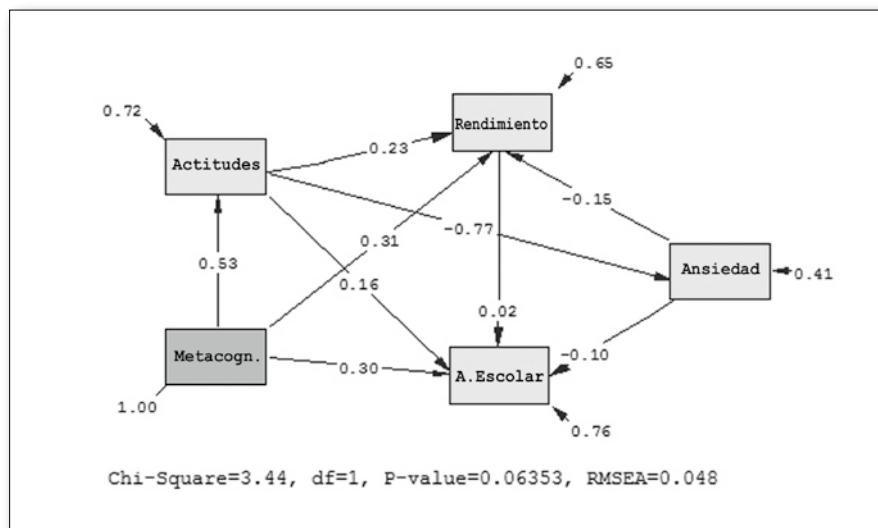


Fig. 3. Valores generales y parámetros del nuevo modelo.

Con respecto a la H_1 , obtenemos valores significativos entre las actitudes hacia las matemáticas y la ansiedad ($\gamma_1 = -0,77$; $t = -39,27$). En este sentido, altas puntuaciones en la escala actitudinal (alumnos con buenas actitudes hacia las matemáticas) determinan bajos valores en la escala de ansiedad (alumnos poco ansiosos frente a las matemáticas). No obstante, no existen relaciones de causalidad entre las estrategias metacognitivas y los niveles de ansiedad matemática ni entre las actitudes hacia la escolarización y los niveles de ansiedad matemática.

Nuestro modelo confirma la H_2 dado que el valor de $\beta_1 = -0,15$, así como su correspondiente valor de $t = -3,88$, permite concluir que altos niveles de ansiedad determinarían bajos rendimientos en matemáticas.

En relación con la H_3 , encontramos relaciones de causalidad entre las estrategias metacognitivas y las actitudes hacia las matemáticas ($\Phi_{11} = ,92$; $t = 15,29$) y hacia la escolarización en general ($\gamma_1 = ,18$; $t = 3,44$). Por otra parte, las actitudes hacia las matemáticas se correlacionan de manera significativa con las actitudes hacia la escolarización ($\gamma_1 = ,27$; $t = 7,60$), hacia el rendimiento escolar ($\gamma_1 = ,45$; $t = 11,87$) y, sobre todo, con la ansiedad matemática ($\gamma_1 = -1,06$; $t = -11,87$). Este último valor es el mayor obtenido dentro del modelo y explicaría la mayor cantidad de varianza de la variable ansiedad en una relación inversa clara entre actitudes positivas hacia las matemáticas, bajos niveles de ansiedad matemática.

Por el contrario, no se obtienen relaciones significativas entre las actitudes hacia la escolarización y el resto de variables (ni con el rendimiento matemático, ni con las actitudes hacia las matemáticas, ni con las estrategias metacognitivas, ni con los niveles de ansiedad). En este mismo sentido, el rendimiento matemático no actuaría como determinante de actitudes hacia las matemáticas (sería, como hemos señalado, más la consecuencia) ni de niveles de ansiedad matemática (actuaría igualmente como consecuencia), pero sí determinaría, aunque con poca varianza, las actitudes hacia la escolarización en general.

Adicionalmente, se han encontrado otras relaciones no previstas por las hipótesis de partida. Así, descubrimos relaciones de causalidad entre los niveles de ansiedad matemática y las actitudes hacia la escolarización ($\beta_1 = -0,14$; $t = -3,88$), es decir, a mayores niveles de ansiedad, peores actitudes escolares.

Sin embargo, no se han encontrado relaciones significativas entre las actitudes hacia las matemáticas y las estrategias metacognitivas, es decir, las creencias, opiniones, juicios y valores relacionados con las matemáticas no determinarían la presencia o la ausencia de estrategias adecuadas a la hora de estudiar matemáticas. Recordemos que sí encontramos causalidad en la otra dirección: a mayores y mejores estrategias de estudio y resolución de problemas matemáticos, mejores actitudes hacia las matemáticas.

CONCLUSIONES

El alto grado de interrelación de los diferentes factores que intervienen en la ansiedad hacia las matemáticas hace difícil delimitar qué actúa como causa y qué actúa como consecuencia. No obstante, nuestros resultados apuntan a que las actitudes hacia las matemáticas son el antecedente más importante de la ansiedad matemática. Estas determinan la ansiedad matemática y no es la ansiedad la causa de las actitudes hacia las matemáticas. La relación, como no podía ser de otra manera, es de orden inverso: a mejores actitudes hacia las matemáticas, menores niveles de ansiedad. Estos resultados confirman los obtenidos previamente por Contreras *et al.* (2005), Baroody (1988), Guerrero, Blanco y Vicente (2002) y Tejedor *et al.* (2009).

Además, las actitudes hacia las matemáticas se relacionan de manera significativa con el rendimiento en matemáticas y con las actitudes hacia la escolarización.

Respecto a la relación que mantienen estas actitudes y las estrategias metacognitivas, no es la buena o mala actitud hacia las matemáticas lo que determina el disponer o carecer de estrategias metacognitivas; más bien, es la utilización de estas estrategias lo que determina las actitudes hacia las matemáticas. Las estrategias metacognitivas actuarían como la consecuencia de las actitudes hacia las matemáticas y no a la inversa. Es decir, la posesión de técnicas de trabajo adecuadas otorga a los alumnos una mayor percepción de competencia y esta percepción, a su vez, produce una mejora en las actitudes hacia las matemáticas.

En los procesos de enseñanza-aprendizaje, trabajar técnicas metacognitivas a la par que los contenidos matemáticos puede ser doblemente útil, pues afecta directamente al rendimiento y produce en el alumnado mejoras en la percepción de competencias y, seguramente, en el autoconcepto matemático; ambas influyen de manera positiva en las actitudes hacia las matemáticas. Y es a través de este camino indirecto como la metacognición puede ayudar a disminuir la ansiedad matemática.

En nuestro modelo, las estrategias metacognitivas matemáticas explican una parte de la varianza de las actitudes hacia la escolarización. Así, los alumnos que disponen de estrategias de estudio para las matemáticas las tienen también para afrontar otras materias. Por último, la influencia de estas estrategias sobre las actitudes escolares es mayor que la influencia que pudieran tener las actitudes hacia las matemáticas.

Respecto a las consecuencias de la ansiedad matemática, destacamos la relación inversa con las actitudes generales hacia la escolarización. Una parte, pues, del rechazo a la escolarización podría ser explicado por niveles altos de ansiedad matemática. El efecto de la ansiedad matemática sobre las actitudes hacia la escolarización es pequeño, pero mayor que el producido por el rendimiento en matemáticas.

Por otra parte, la ansiedad es determinante del rendimiento matemático en una relación inversa y significativa: a mayores niveles de ansiedad, menores rendimientos matemáticos. Este dato ha sido confirmado por investigaciones anteriores, como las de Hembree (1990), LeFevre *et al.* (2005), Aschner y Krause (2007) y Tejedor *et al.* (2009). No obstante, hay que señalar que la actitud hacia las matemáticas explica mejor el rendimiento que la ansiedad.

Por último, las actitudes generales hacia la escolarización, las menos explicadas del modelo, estarían determinadas por la ansiedad matemática, por las actitudes hacia las matemáticas y, sobre todo, por la presencia de estrategias metacognitivas de resolución de problemas matemáticos (con valores significativos pero de escaso peso).

En suma, la disponibilidad de recursos metacognitivos y de resolución de problemas matemáticos en el alumno fomenta actitudes positivas tanto hacia la escolarización como hacia las matemáticas; estas, a su vez, producen mejores rendimientos en matemáticas. Resultado de gran valor educativo que no se debería obviar a la hora de diseñar actuaciones de mejora en los procesos de enseñanza-aprendizaje matemáticos. Las actitudes hacia las matemáticas, por su parte, explican una parte importante de la ansiedad matemática ya que actúan, según nuestro modelo, como principal causa de esa ansiedad. A su vez, actúa como determinante del rendimiento final de la asignatura de matemáticas y como consecuencia de las actitudes generales hacia la escolarización.

No quisiéramos terminar sin indicar que las limitaciones de este trabajo condicionan la profundidad del modelo. Se podría enriquecer aportando la posibilidad de realizar un nuevo modelo a partir de los diferentes factores de cada una de las pruebas explicadas, lo que, sin duda, además de un aumento de la complejidad, puede producir una explicación más clara de qué aspectos de cada una de las escalas utilizadas intervienen en la explicación del modelo. Además, se podría incluir la ansiedad general u otras relacionadas con la ansiedad-rasgo o la ansiedad-estado.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo forma parte de la ejecución del proyecto de investigación titulado *Diferencias y cambios evolutivos en el perfil emocional matemático de los estudiantes desde el instituto a la universidad. Su relación con el rendimiento académico*, subvencionado por la Junta de Castilla y León, en la convocatoria pública para el desarrollo de proyectos de investigación a iniciar en el 2010.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKEN, R. L. y AIKEN, D. R. (1969). Recent research on attitudes concerning science. *Science Education*, 53, pp. 295-305.
- AKIN, A. y KURBANOGLU I. N. (2011). The relationships between math anxiety, math attitude and self-efficacy: A structural equation model. *Studia Psychologica*, 53(3), pp. 263-273.
- ALKHATEEB, H. y TAHA, N. (2002). Mathematics self-concept and Mathematics anxiety of undergraduate majors in Education. *Psychological Report*, 91, pp. 1273-1275.
- ASHCRAFT, M. H. y KRAUSE, J. A. (2007). Workingmemory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14(2), pp. 243-248.
- ASHCRAFT, M. H. y RIDLEY, K. S. (2005). Cognitive consequences of math anxiety: A tutorial review. En J. I. D. Campbell (ed.). *Handbook of Mathematical Cognition*. Hove (UK): Psychology Press, pp. 315-327.
- BAROODY, A. J. (1988). *El pensamiento matemático de los niños*. Madrid: Visor-MEC.
- BROWN, A. (1978). Knowing when, and how to remember: a problem of metacognition. En R. Glaser (ed.). *Advances in Instructional Psychology*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, pp. 77-165.
- BURSAL, M. y PAZNOKAS, L. (2006). Mathematics anxiety and preservice elementary teachers' confidence to teach mathematics and science. *School Science and Mathematics*, 106, pp. 173-179.
- BYRD, P. G. (1982). A descriptive study of mathematics anxiety: Its nature and antecedents. *Dissertation Abstracts International*, 43, (8-A), p. 2583.

- CONTRERAS, F., ESPINOSA, C., ESGUERRA, G., HAIKAL, A., POLANÍA, A. y RODRÍGUEZ A. (2005). Autoeficacia, ansiedad y rendimiento académico en adolescentes. *Diversitas*, 1(2), pp. 183-194.
- DI MARTINO, P. y ZAN, R. (2011). Attitude towards mathematics: a bridge between beliefs and emotions. *ZDM Mathematics Education*, 43, pp. 471-482.
- DÍAZ, V. (2002). *Técnicas de Análisis Multivariante para Investigación Social y Comercial*. Madrid: Rama.
- EVERSON, H. T., SMODLAKA, I. y TOBIAS, S. (1994). Exploring the relationship of test anxiety and metacognition on reading test performance: A cognitive analysis. *Anxiety, Stress and Coping*, 7, pp. 85-96.
- FENNEMA, E. y SHERMAN, J. A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitude scale. Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by male and female. *JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology*, 6(31), pp. 1-31.
- FLAVELL, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (ed.). *The nature of intelligence*. Hillsdale, NJ: Erlbaum pp. 231-236.
- GAIRÍN, J. (1990). *Las actitudes en educación: un estudio sobre la educación matemática*. Barcelona: Boixareu Universitaria.
- GÓMEZ-CHACÓN, I. M. (2000). *Matemática emocional: los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea.
- GUERRERO, E. y BLANCO, L. J. (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.
- GUERRERO, E., BLANCO, L. J. y VICENTE, F. (2002). Trastornos emocionales ante la educación matemática. En J. N. García (coord.). *Aplicaciones a la Intervención Psicopedagógica*. Madrid: Pirámide, pp. 229-237.
- GUZMÁN, M. (1991). *Para pensar mejor*. Barcelona: Labor.
- HEMBREE, R. (1990). The nature, effect, and relief of mathematics anxiety. *Journal of Research in Mathematics Education*, 21, pp. 33-46.
- HIDALGO, S., MAROTO, A. y PALACIOS, A (2000). Mathematical profile of Spanish school children moving on from preschool to Primary Education. *10 th Conference on Quality early childhood Education. University of London*.
- HIDALGO, S., MAROTO, A. y PALACIOS, A. (2004). ¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas. *Revista de Educación. Ministerio de Educación*, 334, pp. 75-99.
- HIDALGO, S., MAROTO, A. y PALACIOS, A. (2005). El perfil emocional matemático como predictor del rechazo escolar: relación con las destrezas y los conocimientos desde una perspectiva evolutiva. *Revista Educación Matemática*, 17(2), pp. 89-116.
- HIDALGO, S., MAROTO, A., ORTEGA, T. y PALACIOS, A. (2008). Estatus afectivo emocional y rendimiento escolar en matemáticas. *Revista de Didáctica de las Matemáticas Uno*, 1(2), pp. 9-28.
- HOFER, B. K., y YU, S. L. (2003). Teaching self-regulated learning through a «learning to learn» course. *Teaching of Psychology*, 30(1), pp. 30-33.
- JAIN, S. y DOWSON M. (2009). Mathematics anxiety as a function of multidimensional self-regulation and self-efficacy. *Contemporary Educational Psychology*, 34(9), pp. 240-249.
- KABIRI, M. y KIAMANESH, A. R. (2004). The role of self-efficacy, anxiety, attitudes and previous math achievement in students' math performance. En *Proceedings of the Third International Biennial SELF Research Conference*. En línea: <http://www.self.ox.ac.uk/Conferences/2004_Kabiri_Kiamanesh.pdf>.

- KARGAR, M., TARMIZI, R. A. y BAYAT, S. (2010). Relationship between Mathematical Thinking, Mathematics Anxiety and Mathematics Attitudes among University Students. *Int. Conference on Mathematics Education Research 2010 - ICMER 2010 Book Series: Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 537-542 DOI: 10.1016/j.sbspro.2010.12.074.
- KIMBER, CH. T. (2009). The Effect of Training in Self-regulated Learning on Math Anxiety and Achievement Among Preservice Elementary Teachers in a Freshman Course in Mathematics Concepts. *Temple University. CITE/Mathematics and Science Education*. En línea: <<http://gradworks.umi.com/3359748.pdf>>.
- LEFEVRE, J. A., DESTEFANO, D., COLEMAN, B. y SHANAHAN, T. (2005). Mathematical cognition and working memory. En J. I. D. Campbell (ed.). *Handbook of Mathematical Cognition*. Nueva York: Psychology Press, pp. 361-378.
- LEGG, A. M. y LOCKER, L. (2009). Math Performance and Its Relationship to Math Anxiety and Metacognition. *North American Journal of Psychology*, 11(3), pp. 471-486.
- LEGG, A. M. (2009). Metacognition Moderates Math Anxiety and Affects Performance on a Math Task. Thesis (M.S.)-Georgia Southern University. En línea: <http://www.georgiasouthern.edu/etd/archive/spring2009/angela_m_legg/Legg_Angela_M_200901_MS.pdf>.
- MA, X. y XU, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence* 27 (2), pp. 165-179.
- MATO, M. D. y MUÑOZ, J. M. (2010). Efectos generales de las variables actitud y ansiedad sobre el rendimiento en matemáticas en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. Implicaciones para la práctica educativa. *Ciencias. Psicológicas*, 4(1). En línea: <<http://www.scielo.edu.uy/pdf/cp/v4n1/v4n1a04.pdf>>.
- MILES, D., BLUM, T., STAATS, W. J. y DEAN, D. (2003). Experiences with the metacognitive skills inventory. *33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Session T3B*. En línea: <<http://fie-conference.org/fie2003/papers/1184.pdf>>.
- MILLER, D. y BISCHEL, M. I. (2004). Anxiety, working memory, gender, and mat performance. *Personality and Individual Differences*, 37 (3), pp. 591-606.
- MIÑANO, P. y CASTEJÓN, J. L. (2011). Variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en Lengua y Matemáticas: un modelo estructural. *Revista de Psicodidáctica*, 16, pp. 203-230.
- OTTS, C. D. (2010). Self-Regulation and Math Attitudes: Effects on Academic Performance in Developmental Math Courses at a Community College. ProQuest LLC, Ed.D. Dissertation, University of Kansas. En línea: <http://kuscholarworks.ku.edu/dspace/bitstream/1808/7081/1/Otts_ku_0099D_11267_DATA_1.pdf>.
- PAJARES, F. (2001). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66 (4), pp. 543-578.
- PÉREZ-TYTECA, P. y CASTRO MARTÍNEZ, E. (2011). La ansiedad matemática y su red de influencias en la elección de carrera universitaria. En M. Marín, G. Fernández, L. J. Blanco y M. Palarea (eds.). *Investigación en Educación Matemática XV*. Ciudad Real.
- POLYA, G. (1945). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- PUTWAIN, D. W. y DANIELS, R. A. (2010). Is the relationship between competence beliefs and test anxiety influenced by goal orientation? *Learning and Individual Differences*, 20, pp. 8-13.
- RELICH, J. Y WAY, J. (1994). Measuring pre-Service Teachers Attitudes to Mathematics: Further Developments of a Questionnaire. En Da Ponte, J. P. y Matos, J. F. *Proceedings of the Eighteenth International Conference for the psychology of Mathematics Education*, 4. Lisboa. Portugal, pp. 105-112.
- RICHARDSON, F. C. y SUINN, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale. *Journal of Counseling Psychology*, 19, pp. 551-554.
- RIVAS, F. (1997). *El proceso de enseñanza/aprendizaje en la situación educativa*. Barcelona: Ariel Planeta.

- RODRÍGUEZ-QUINTANA, E. (2006). *Metacognición, resolución de problemas y enseñanza de matemáticas una propuesta integradora desde el enfoque antropológico*. Tesis de la Universidad Complutense de Madrid. En línea: <<http://eprints.ucm.es/tesis/edu/ucm-t28687.pdf>>.
- SACHIN, J., (2006). *Test anxiety and mathematics anxiety as a function of mediated learning experience and metacognitive skills*. University of Wyoming, AAT 3233985. En línea: <<http://proquest.umi.com/pqdlink?did=1232418141&Fmt=7&clientId=79356&RQT=309&VName=PQD>>.
- SALAS, M. (1996). *¿Cómo preparar exámenes con eficacia?* Madrid: Alianza Editorial.
- SCHOENFELD, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando: Academic Press.
- SPIELBERGER, C. (1979). *Tensión y ansiedad*. México: Harla S.A.
- TEJEDOR, B., SANTOS, M. A., GARCÍA-ORZA, J., CARRATALÀ, P. y NAVAS, M. (2009). Variables explicativas de la ansiedad frente a las matemáticas: un estudio de una muestra de 6.º de primaria. *Anuario de Psicología*, 40(3), pp. 345-355.
- TOBIAS, S. y WEISSBROD, C. (1980). Anxiety and mathematics: An update. *Harvard Educational Review*, 50(1), pp. 63-70.
- VALIANTE, G. (2000). *Writing Self-efficacy and gender orientation: A developmental perspective, a dissertation proposal*. Atlanta: Emory University.
- ZIMMERMAN, B. J., y SCHUNK, D. (eds.) (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. Nueva York: Routledge.

CAUSES AND OUTCOMES OF MATHEMATICS ANXIETY. A STRUCTURAL EQUATION

Andrés Palacios

Departamento de Psicología, Escuela de Magisterio de Segovia

palacios@psi.uva.es

Santiago Hidalgo, Ana Maroto

Departamento de Didáctica de las C. Experimentales, Sociales y de la Matemática, Escuela de Magisterio de Segovia
shidalgo@am.uva.es, amaroto@am.uva.es

Tomás Ortega

Departamento de Didáctica de las C. Experimentales, Sociales y de la Matemática, Facultad de Educación y Trabajo Social de Valladolid

Universidad de Valladolid

ortega@am.uva.es

Mathematics anxiety emerges in undesirable school situations, such as mandatory mathematics classes, pupils stopping school early or students' low mathematics achievement. Research is currently focusing on education outcomes to understand the origins of mathematics anxiety. Relevant variables have been selected that relate to affect (attitudes) and cognition (metacognition).

Previous research has investigated attitudes and the relationship between mathematics anxiety and attitudes towards mathematics. Certain studies indicate negative correlations, although no causation is proven nor the outcomes of mathematics anxiety.

There is extensive research on the relationship between mathematics anxiety and mathematics achievement. As previously stated, research is attempting to establish an inverse correlation between anxiety and performance. A literature review was conducted with numerous studies located on a metacognitive strategy and the effects on anxiety, although minimal studies analyzed a causal relationship.

There is an emerging scientific consensus of covariance between various factors and mathematics anxiety. It is difficult to distinguish between the effects and outcomes. Therefore, the aim of this research is to classify mathematics anxiety and outcomes using structural equation models. The initial hypothesis is that mathematics anxiety is a consequence of cognitive factors (metacognitive strategies), general affective factors (attitudes towards education) and specific affective factors (attitudes towards mathematics). Besides, these factors that 'produce' mathematics anxiety establish significant relationships between them. Therefore, mathematics performance will be determined by cognitive and affective factors through the side effects of mathematics anxiety.

Data was collected using a sample of 1064 primary, secondary and high school students. Four Likert scales with high levels of reliability and validity were used i.e. Metacognitive-Math (EMET), scale of Affective-Emotional (EAEM), scale of attitudes towards school (EAESC) and scale of mathematics anxiety (EANS).

The structural equation model had the highest statistically significant correlations (Chi-cuadrado=3,44 with 1 g.l. and p>0,06; GFI=1; AGFI=0,98; RMSEA=0,048; CFI=1 and NFI=1). This model indicates a strong relationship between mathematics anxiety and mathematics skill. This is inversely related: higher skill, lower mathematics anxiety. Students' attitudes towards mathematics have a strong relationship with mathematics performance and educational attitudes in general.

The metacognitive model indicates a 'cause' with none of the variables having an effect. Therefore, metacognition determines mathematical performance, attitudes toward mathematics and education in general. It is important to note that metacognition has no effect on anxiety. Mathematics anxiety negatively influences mathematical performance. This model shows anxiety causes lower performance, rather than low performance producing anxiety.

The availability of metacognitive resources and completed mathematical problems enables pupils to have a positive attitude towards education and mathematics. An outcome of this is better mathematical performance. This finding is significant for mathematics education and is likely to be beneficial when designing learning activities. Students' attitudes towards mathematics are an important factor affecting mathematics anxiety, and subsequently affecting mathematics performance and general attitudes towards education.

