

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA FACTORIAL DE UNA ESCALA DE ACTITUD HACIA LAS MATEMÁTICAS

ANALYSIS OF THE FACTORIAL STRUCTURE OF AN ATTITUDE TOWARDS MATHEMATICS SCALE

MSc. William Oswaldo Flores López

Dra. Elena Auzmendi Escribano

Resumen

A partir de una muestra de 182 estudiantes universitarios de especialidades en educación, se presenta el análisis de las propiedades psicométricas y el análisis de las medias en las puntuaciones de la escala de actitud hacia las matemáticas.

Los principales resultados son los siguientes: el análisis exploratorio confirma que la desviación estándar entre los ítems varía entre 0,89 y 1,39; el índice de homogeneidad oscila entre 0,370 y 0,677; la fiabilidad más alta en los factores se da en la ansiedad (0,78) y la más baja en la motivación (0,49); el análisis factorial extrae cinco factores dimensionales que explican un 63,234% de la varianza total de los datos considerando su aceptación; el análisis de las medias muestra que existen diferencias estadísticamente significativas y, en todos los casos, los estudiantes de la especialidad en Inglés registran puntuaciones más altas con respecto a las demás especialidades. Se concluye que la escala tiene un modelo adecuado, lo que permitiría su uso en contextos diversos.

Palabras Clave

Actitudes hacia las matemáticas. Análisis exploratorio. Índice de homogeneidad. Fiabilidad. Análisis factorial. Análisis de medias.

Abstract

Using a sample of 182 undergraduate students in the field of education, this work considers an analysis of the psychometric properties and mean scores on the scale of students' attitude towards mathematics. The main outcomes are the following: an exploratory analysis confirms that the standard deviation among the items ranges is between the 0.89 and 1.39; the homogeneity index fluctuates between 0.370 and 0.677; the highest reliability anxiety factor occurs in (0.78) and the lowest in the motivation part (0.49). The factor analysis extracted from five dimensional factors. explains a 63.234% of the total variance of the data considering their acceptance; in fact, the mean analysis shows statistically significant differences and, in all cases, students specializing in English scored higher with respect to other specializations. It is concluded that the scale is an adequate model allowing use in diverse contexts.

Key Words

Attitudes towards mathematics. Exploratory analysis. Homogeneity index. Reliability. Factorial analysis. Analysis of means.

1. Introducción

En el mundo de las matemáticas se ha usado el concepto de actitud, con una definición menos clara que en la psicología, como una predisposición, con cierta carga emocional, que influye en la conducta del ser humano; definición que remarca tres componentes básicos de la actitud: la cognición o creencias sobre el objeto actitud, el afecto o carga evaluativa de dichas creencias y una intención de conducta en relación a dicha actitud (Gil, Blanco, & Guerrero, 2005).

En relación a las matemáticas, cabe distinguir entre actitudes matemáticas y actitudes hacia las matemáticas. La actitud hacia las matemática tendría que ver con la valoración, el aprecio, la satisfacción, la curiosidad y el interés tanto por la disciplina como por su aprendizaje, acentuando más el componente afectivo que el cognitivo (Martínez, 2008). Las actitudes matemáticas, por el contrario, tendrían que ver con el modo de utilizar capacidades generales como la flexibilidad de pensamiento, apertura mental, el espíritu crítico, la objetividad, etc., que son importantes en el trabajo en matemáticas (Gómez-Chacón, 2009).

En relación con las actitudes hacia las matemáticas, es muy conocida la importancia que tienen dichas actitudes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en concreto, sobre el rendimiento matemático de los estudiantes (Miranda, 2012). Del mismo modo, está ampliamente constatada la influencia negativa que las actitudes positivas hacia las matemáticas tienen sobre la ansiedad (Akin & Kurbanoglu, 2011).

Investigaciones al respecto han encontrado que los estudiantes con mejores actitudes hacia las matemáticas tienen más altas percepciones de la utilidad de las matemáticas, muestran motivaciones intrínsecas relacionadas con su estudio (Perry,

2011), poseen mayor confianza en el aprendizaje de las matemáticas (McLeod, 1992) así como mejor auto-concepto matemático (Hidalgo, Morato, & Palacios, 2005) y, sobre todo, muestran conductas de acercamiento a esta materia (Fennema & Sherman, 1976). Probablemente debido a su importancia, los intentos de medir las actitudes hacia las matemáticas surgen de forma temprana en el tiempo siendo los trabajos de Aiken (Aiken, 1972; 1974; 1979; Aiken & Dreger, 1961), junto con las aportaciones de Dutton y Blum (1968), pioneros en el tema que nos ocupa.

Aiken y Dreger (1961) desarrollan el primer instrumento de medida de estas actitudes; dicho cuestionario está compuesto por 20 ítems con dos subescalas: Agrado y Miedo hacia las Matemáticas. Dado que ambas dimensiones pueden considerarse como dos polos de un mismo continuo, algunos autores la han considerado como una escala unidimensional (Auzmendi, 1992).

En Aiken (1972) se introduce el factor disfrute de las matemáticas; dos años después este mismo autor (Aiken, 1974) presenta la que es, sin duda, una de las escalas estándar en la medida de actitudes hacia las matemáticas compuesta de dos subescalas: escala de valor de las matemáticas y escala de disfrute de las matemáticas. Sin embargo, Aiken en el año 1979, aumenta el número de factores hasta un total de cuatro: gusto por las matemáticas, motivación matemática, valor-utilidad de las matemáticas y miedo a las matemáticas. Las adaptaciones y validaciones de estas escalas de Aiken (1974; 1979) han sido numerosas y coincidentes en los valores de fiabilidad originales y la estructuración factorial de las cuatro subescalas mencionadas.

La escala de Fennema y Sherman (1976), es, en palabras de Palacios, Arias y Arias (2014), la más popular de las medidas de las actitudes hacia las matemáticas de las últimas tres décadas. El origen de esta escala es el estudio de las diferencias entre hombres y mujeres en sus actitudes hacia las matemáticas así como su influencia con el rendimiento. Esta escala ha sido objeto de amplios estudios de replicación, traducida a diferentes lenguas y modificada para ser aplicada a diferentes situaciones.

La contribución de Tapia y Marsh (2004) denominada inventario de actitudes hacia las matemáticas es, sin duda, uno de los instrumentos más utilizados en la medida de las actitudes hacia las matemáticas. Su versión final consta de 49 ítems que aspiran valorar seis aspectos de dichas actitudes: confianza-autoconcepto, ansiedad, utilidad-valor de las matemáticas, gusto por las matemáticas, motivación y expectativas de los padres y profesores (Palacios, Arias y Arias, 2014). Entre las aportaciones más recientes cabe resaltar el trabajo de Adelson y McCoach (2011) quienes han elaborado una escala de actitudes hacia las matemáticas para estudiantes de primaria en cuyos análisis preliminares, presenta dos factores relacionados con la percepción de eficacia y el gusto por las matemáticas.

Las adaptaciones y validaciones a la lengua castellana tanto de la escala de Aiken (1974), como de la de Fennema y Sherman (1976), así como la posterior de Tapia y Marsh (2004) son escasas y, generalmente, orientadas a objetivos distintos que el análisis psicométricos propiamente dicho.

Tal es el caso de la adecuación de Cazorla, Silva y Brito (1999) de la escala de Aiken (1974) orientada al estudio de las actitudes hacia la estadística, la de Quiles (1993) en un intento de relacionar las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento escolar, la

más moderna de Estrada y Diez-Palomar (2011) centrada en la educación matemática de familiares o la de González-Pineda, Fernández-Cueli, García, Suárez, Fernández, Tuero-Herrero, Helena da Silva (2012) con el propósito de determinar las diferencias en las actitudes matemáticas entre hombres y mujeres.

En las primeras investigaciones de Gairín (1990) se señala la falta de adaptación de escalas de actitud hacia las matemáticas y estadísticas en lengua castellana y, más recientemente Muñoz y Mato (2008) hacen eco de esta inexistencia de adaptaciones de estas escalas en nuestro contexto.

Esto pone de manifiesto que las adaptaciones de las escalas de actitudes hacia las matemáticas y estadística, en lengua castellana, se inicia con Gairín (1990). En esta investigación, el autor destaca la necesidad de contar con un instrumento de medida de actitudes hacia las matemáticas en lenguaje castellano dado que todos los conocidos hasta la fecha provenían del mundo anglosajón. El autor construyó una escala verbal compuesta por 22 ítems medidos con una escala tipo Likert de tres dimensiones relacionadas con: el gusto por las matemáticas, la utilidad de las matemáticas y la confianza-ansiedad hacia las matemáticas. Los índices de fiabilidad de estos tres factores, obtenidos mediante la técnica del test-retest, oscilan entre 0,77 y 0,93, siendo 0,84 la fiabilidad de la escala en su conjunto (Palacios, Arias y Arias, 2014).

Por su parte, Auzmendi (1992) elaboró una de las escalas de actitudes hacia las matemáticas más citada de las realizadas en lengua castellana. La autora justifica la construcción de una nueva escala en la ausencia de este tipo de instrumento elaborado en lengua castellana e hispanoamericana. La prueba final consta de 25 ítems que, tras los análisis factoriales correspondientes, presenta cinco componentes o factores principales:

sentimiento de ansiedad y temor que el estudiante manifiesta hacia las matemáticas, agrado-gusto por las matemáticas, utilidad de las matemáticas, motivación y confianza. La fiabilidad de los factores oscilan entre 0,91 para el factor ansiedad, y 0,49 para el factor de confianza. La muestra de validación estuvo compuesta por 1.221 estudiantes de secundaria y bachillerato.

Es importante, también, señalar las aportaciones de Bazán y Sotero (1998) quienes elaboraron una escala compuesta por 31 ítems, dividida en cuatro dimensiones: afectividad, aplicabilidad, fiabilidad y ansiedad. La escala está orientada a la medida de las actitudes de estudiantes recién ingresado en la universidad. La fiabilidad de la escala total presentó un valor de 0,90. Para su cálculo se utilizó una muestra de 256 estudiante universitarios.

En los últimos años, Muñoz y Mato (2008) presentaron una escala de actitudes hacia las matemáticas construida con una muestra de 1.220 estudiantes de educación secundaria. La prueba final del cuestionario consta de 19 ítems que, tras el análisis factorial correspondiente, presenta dos únicos factores: actitud del profesor percibida por el estudiante y agrado-utilidad de las matemáticas. La versión final obtuvo una fiabilidad de 0,97.

Por último, hay que señalar la contribución de Alemany y Lara (2010) quienes diseñaron y validaron una nueva escala de actitudes hacia las matemáticas para estudiantes de secundaria compuesta por 37 ítems. Un elemento diferenciador de este trabajo es que la muestra de validación está formada por estudiantes de origen étnico berebere y elaborada tanto en lengua castellana como en lengua tamazigh. Con la versión

final obtuvieron una consistencia interna de 0,92 en una muestra de 236 estudiantes de segundo y tercero de educación secundaria.

Con independencia de lo anterior, los diferentes trabajos han reportado resultados concluyentes respecto a las dimensiones o factores (ansiedad, utilidad, agrado, confianza y motivación) asociados a las matemáticas, por lo que es deseable el análisis, la validación y la confirmación de la estructura factorial de la escala de actitud hacia las matemáticas en población distinta a la europea y norteamericana.

En este sentido, se ha elegido la escala de actitudes hacia las matemáticas de Auzmendi (1992), debido a su proximidad a nuestra situación de partida: estudiantes inmersos en cursos de formación de profesores en la Universidad.

2. Método

La investigación se centró en analizar, validar y confirmar las propiedades psicométricas de la escala de actitud hacia las matemáticas de Auzmendi (1992). Asimismo, analizar las diferencias entre la actitud hacia las matemáticas de los estudiantes de los Grado en Biología, Inglés, Español, Historia, Pedagogía y Cultura Física de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense.

2.1. Participantes

El estudio se llevó a cabo con una muestra de 182 estudiantes de seis Grados en Ciencias de la Educación (Biología, Inglés, Español, Historia, Pedagogía, Cultura Física) de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense pertenecientes a comunidades de la Costa Caribe de Nicaragua.

La selección de las especialidades se realizó mediante un muestreo aleatorio estratificado tomado como estrato de selección la especialidad y el haber cursado la asignatura de matemática básica. La edad media de los participantes fue de 21 años, con un rango de edad comprendido entre los 16 y los 24 años. La distribución por especialidad se resume en la Tabla 1. El 45% de los participantes fueron hombres y el 55% restante fueron mujeres.

Tabla 1: Distribución por especialidad

	Hombres	Mujeres	Total	%
Validos				
Biología	10	15	25	13,7
Inglés	26	10	36	19,8
Español	6	23	29	15,9
Historia	13	22	35	19,2
Pedagogía	9	26	35	19,2
Cultura Física	17	5	22	12,1
Total	81	101	182	100%
%	45	55		

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Variables e instrumentos

Entre todos los instrumentos de medida, se utilizó la escala de actitudes hacia las matemáticas de Auzmendi (1992), porque define cinco factores dimensionales que miden: la ansiedad, este factor se refiere al sentimiento de ansiedad, temor que el estudiante manifiesta ante la materia de matemáticas; el agrado, hace referencia al aspecto de agrado o disfrute que provoca el trabajo matemático; la utilidad, se puntualiza

al valor que el estudiante otorga a las matemáticas, la utilidad que el estudiante percibe que puede tener esta materia para su futura vida profesional; la motivación, este factor puede interpretarse como la motivación que siente el estudiante hacia el estudio y utilización de las matemáticas; y la confianza, o el sentimiento de confianza que provoca la habilidad matemática.

Así mismo, los 5 factores se constituyen en 25 ítems que estudian aspectos variados de los afectos hacia las matemáticas.

Tabla 2: Factores e ítems de la escala de actitud hacia las matemáticas Auzmendi (1992)

Factores	k	Ítems
Ansiedad	2	La asignatura de matemáticas se me da bastante mal.
	3	Estudiar o trabajar con las matemáticas no me asusta en absoluto.
	7	Las matemáticas es una de las asignaturas que más temo.
	8	Tengo confianza en mí mismo/a cuando me enfrento a un problema de matemáticas.
	12	Cuando me enfrento a un problema de matemáticas me siento incapaz de pensar con claridad.
	13	Estoy calmado/a y tranquilo/a cuando me enfrento a un problema de matemáticas.
	17	Trabajar con las matemáticas hace que me sienta nervioso/a.
	18	No me altero cuando tengo que trabajar en problemas de matemáticas.
Agrado	4	Utilizar las matemáticas es una diversión.
	9	Me divierte el hablar con otros de matemáticas.
	14	Las matemáticas son agradables y estimulantes para mí.
	24	Si tuviera oportunidad me inscribiría en más cursos de matemáticas de los que son obligatorios.
Utilidad	1	Considero las matemáticas como una materia muy necesario en mis estudios.
	6	Quiero llegar a tener un conocimiento más profundo de las matemáticas.
	15	Espero tener que utilizar poco las matemáticas en mi vida profesional.
	16	Considero que existen otras asignaturas más importantes que las matemáticas para mi futura profesión.
	21	Para mi futuro profesional la matemática es una de las asignaturas más importantes que tengo que estudiar.
Motivación	5	La matemática es demasiado teórica para que pueda servirme de algo.
	10	Las matemáticas pueden ser útiles para el que decida realizar una carrera de “ciencias”, pero no para el resto de los estudiantes.
	25	La materia que se imparte en las clases de matemáticas es muy poco interesante.
Confianza	11	Tener buenos conocimientos de matemáticas incrementará mis posibilidades de trabajo.
	20	Me provoca una gran satisfacción el llegar a resolver problemas de matemáticas.
	23	Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar bien las matemáticas.

Fuente: Auzmendi (1992)

En todos los ítems las respuestas posibles oscilan del 1 al 5, escala tipo Likert, desde fuertemente en desacuerdo hasta fuertemente de acuerdo. Los ítems no se contabilizan con el número que constituye su respuesta, sino que para algunos totalmente en desacuerdo se mide con un 5 y para otros con un 1 (Auzmendi, 1992).

La escala de actitud hacia las matemáticas permite obtener, además de una puntuación global sobre las actitudes, cinco puntuaciones más referidas a cada uno de los aspectos que se evalúan: ansiedad, agrado, utilidad, motivación y confianza. En este sentido, se codificaron todas las respuestas de modo que una puntuación más alta signifique actitudes positivas en todos los aspectos. Por tanto, los códigos correspondientes a los 25 ítems son los siguientes:

Tabla 3: Criterios de corrección de los ítems (Auzmendi, 1992)

Criterios de Corrección los ítems	FD	NA	I	DA	FA
Los ítems 2, 5, 7, 10, 12, 15, 16, 17, 22, 25. Poseen el siguiente código	5	4	3	2	1
Los ítems 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 23, 24. Poseen el siguiente código.	1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia.

2.3. Procedimiento

La administración del instrumento se realizó por parte de los autores durante el curso académico 2013-2014. Tenían un carácter anónimo y fueron complementados por los sujetos de la muestra en presencia del profesor. Con anterioridad a la toma de los datos, se obtuvo tanto el consentimiento informado de los estudiantes, de los profesores como la aprobación de las autoridades de la Universidad.

2.4. Análisis de los datos

El análisis de ítems se realizó mediante un análisis exploratorio y el índice de homogeneidad corregido entre ítem y las puntuaciones totales en la escala. Para el análisis de fiabilidad de la escala se empleó el índice de alfa de Cronbach. La validez de constructo se analizó mediante el análisis factorial de componentes principales utilizando rotación Varimax: previamente se realizaron el test de esfericidad de Bartlett y el test de Kaiser, Meyer y Olkin (KMO), para comprobar la viabilidad del análisis. La comparación entre las medias en las puntuaciones en la escala se examinaron a través del análisis de varianza. Se comprobó la distribución normal de los resultados del cuestionario mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Igualmente se aplicó la prueba T para muestras independientes y el análisis de varianza de un factor con el propósito de determinar entre qué grupos se daban las diferencias estadísticamente significativas.

3. Resultados

3.1. Análisis Exploratorio

En la tabla 4, se presentan los estadísticos descriptivos de la escala de actitud hacia las matemáticas para verificar su distribución en la muestra utilizada.

Tabla 4: Estadísticos Descriptivos de la Escala de Actitud Hacia las Matemáticas

No	FD	NA	I	DA	FA	\bar{x}	σ
1	3	6	8	98	67	4,20	0,80
2	14	18	34	74	42	3,61	1,16
3	22	30	28	75	27	3,30	1,25
4	27	56	24	59	16	2,89	1,25
5	32	37	34	54	25	3,01	1,32
6	9	13	21	72	67	3,96	1,10
7	10	42	38	68	24	3,29	1,12
8	19	26	36	78	23	3,32	1,18
9	29	31	31	67	24	3,14	1,30
10	12	33	34	66	37	3,45	1,19
11	9	28	16	72	57	3,76	1,18
12	26	37	25	64	30	3,19	1,32
13	13	39	33	83	14	3,25	1,09
14	29	31	32	64	26	3,14	1,31
15	26	37	25	64	30	3,19	1,32
16	32	37	34	54	25	3,01	1,32
17	10	42	38	68	24	3,29	1,12
18	20	34	36	75	17	3,19	1,17
19	26	46	25	53	32	3,10	1,34
20	27	27	19	62	47	3,41	1,39
21	20	37	24	54	47	3,39	1,35
22	12	33	34	66	37	3,45	1,19
23	12	17	11	90	52	3,84	1,13
24	22	40	21	66	33	3,26	1,31
25	14	18	34	74	42	3,61	1,16

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar, las puntuaciones medias entre los ítems se encuentran en un intervalo de 2,89 a 4,20, siendo el ítem 4 el que muestra menor puntuación y el ítem 1 una mayor puntuación. La desviación estándar entre los ítems tiene un frecuencia desde 0,89 a 1,39, concurriendo el ítem 1 con menor desviación y el ítem 20 con mayor desviación.

3.2. Análisis del índice de homogeneidad

En la tabla 5, se presenta el índice de discriminación o homogeneidad (IH) de los 25 ítems que estructuran la escala, para ello se realizó el siguiente procedimiento: se calculó el índice de discriminación o homogeneidad mediante la correlación corregida entre el ítem y la puntuación total de la escala, obtenido que el índice de homogeneidad (IH) oscilan entre 0,32 y 0,77. Es decir, que el 76% del total de los ítems discrimina muy bien ya que obtuvieron puntuaciones entre 0,40 y 0,77, mientras que el 24% restante tienen discriminan bien por qué tienen puntuaciones entre 0,32 y 0,39.

Tabla 5: Índice de discriminación o homogeneidad

<i>k</i>	r_{ix}	S_x	S_i	<i>IH</i>	<i>k</i>	r_{ix}	S_x	S_i	<i>IH</i>	<i>k</i>	r_{ix}	S_x	S_i	<i>IH</i>
1	0,44	17,48	0,80	0,40	9	0,64	17,48	1,30	0,59	17	0,52	17,48	1,12	0,47
2	0,42	17,48	1,16	0,37	10	0,43	17,48	1,19	0,38	18	0,50	17,48	1,17	0,45
3	0,63	17,48	1,25	0,58	11	0,38	17,48	1,18	0,32	19	0,80	17,48	1,34	0,77
4	0,52	17,48	1,25	0,47	12	0,55	17,48	1,32	0,49	20	0,69	17,48	1,39	0,64
5	0,50	17,48	1,32	0,44	13	0,60	17,48	1,09	0,56	21	0,66	17,48	1,35	0,61
6	0,49	17,48	1,10	0,44	14	0,74	17,48	1,31	0,71	22	0,43	17,48	1,19	0,38
7	0,52	17,48	1,12	0,47	15	0,55	17,48	1,32	0,49	23	0,45	17,48	1,13	0,39
8	0,59	17,48	1,18	0,54	16	0,50	17,48	1,32	0,44	24	0,71	17,48	1,31	0,67
										25	0,42	17,48	1,16	0,37

Fuente: elaboración propia.

En suma, los análisis estadísticos relativos a la consistencia interna de la escala de actitudes hacia las matemáticas permiten afirmar que ésta reúne unas propiedades métricas que pueden considerarse aceptables.

3.2. Análisis de fiabilidad

A fin de verificar la consistencia interna de cada uno de los factores y la puntuación total de la muestra de estudiantes universitarios, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para cada factor y la puntuación total. A continuación se presentan los índices de consistencia interna obtenidos a través del alfa de Cronbach en los estudiantes universitarios nicaragüenses (ver Tabla 6).

Tabla 6: Índice de fiabilidad

Factor	α
Ansiedad	0,786
Agrado	0,788
Utilidad	0,740
Motivación	0,449
Confianza	0,471
Puntuación Total	0,914

Fuente: elaboración propia.

Se observa, en la tabla 6, que la consistencia interna es buena para los factores y puntuación total. Sin embargo, en los factores motivación y confianza no es muy alta lo cual puede deberse a que dicho factores tienen un número reducido de ítems, es decir, cada factor está constituido únicamente por 3 ítems. Sin embargo, las puntuaciones totales indican que la escala es confiable para evaluar las actitudes hacia las matemáticas.

3.4. Análisis factorial

Una primera aproximación a la dimensionalidad del constructo se ha realizado a través del análisis factorial. Para ello la escala de actitud hacia las matemáticas fue sometida a un análisis factorial de componentes principales. Siguiendo el criterio de

Kaiser, se obtuvieron 5 factores cuyo valor propio fuese inferior a uno. Los factores extraídos explican el 63,234% de la varianza total de los datos. La validez de dicho análisis quedó puesta de relieve mediante el examen de índice de KMO de Kaiser, Meyer y Olkin y del test de esfericidad de Bartlett. El primero pone de manifiesto la adecuación del tamaño muestral utilizado, mientras que el segundo indica que las correlaciones entre los ítems no configuran una mera matriz de identidad. Los resultados aparecen recogidos en la tabla 7.

Tabla 7: Análisis factorial de Componentes principales

Componente	Auto valores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	8,300	33,198	33,198	8,300	33,198	33,198
2	2,559	10,236	43,434	2,559	10,236	43,434
3	2,128	8,513	51,947	2,128	8,513	51,947
4	1,608	6,430	58,378	1,608	6,430	58,378
5	1,214	4,857	63,234	1,214	4,857	63,234
6	1,148	4,590	67,824			
7	1,062	4,249	72,074			
8	0,989	3,957	76,031			
9	0,814	3,255	79,286			
10	0,752	3,008	82,294			
11	0,692	2,769	85,063			
12	0,590	2,359	87,422			
13	0,588	2,351	89,772			
14	0,534	2,137	91,910			
15	0,465	1,861	93,770			
16	0,389	1,555	95,326			
17	0,356	1,425	96,750			
18	0,301	1,205	97,955			
19	0,269	1,078	99,033			
20	0,242	,967	100,000			
21	4,482E-16	1,793E-15	100,000			
22	1,713E-16	6,851E-16	100,000			
23	1,021E-16	4,085E-16	100,000			

24	3,228E-17	1,291E-16	100,000			
25	-2,789E-16	-1,115E-15	100,000			

Fuente: elaboración propia.

El análisis factorial muestra de forma bastante clara las 5 dimensiones de la escala de actitud hacia las matemáticas, dado que todos los ítems se saturan en los cinco factores. En síntesis, el análisis factorial vuelve a poner de manifiesto las adecuadas propiedades psicométricas del instrumento desarrollado para medir el constructo de interés.

El análisis factorial constituye en sí mismo un excelente indicador de la consistencia interna de los ítems de un test, mediante el análisis de la matriz de correlaciones, del número de factores extraído y de la varianza explicada por cada uno de ellos.

En este sentido, se observa en la tabla 8 que los factores presentan correlaciones positivas entre sí, las magnitudes de esas correlaciones se consideran adecuadas y altas, lo que indica que todas las dimensiones o factores de la escala de actitud hacia las matemáticas están estrechamente relacionadas.

Tabla 8: Correlaciones entre los factores

Factores	Correlaciones				
	1	2	3	4	5
Agrado	1,00				
Utilidad	0,703	1,00			
Ansiedad	0,695	0,729	1,00		
Motivación	0,435	0,626	0,722	1,00	
Confianza	0,636	0,647	0,535	0,328	1,00

Fuente: elaboración propia.

3.5. Análisis de las medias en los factores

Se realizó un análisis de varianza de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento por el grupo de estudiantes universitarios participantes. Para facilitar la comparación entre factores, en todos los análisis posteriores las puntuaciones se han normalizado en una escala de 1 a 5, dividiendo la puntuación de la escala entre el número de los ítems que la componen (25), y la puntuación de cada factor entre el número de ítems que componen dicho factor.

Tabla 9: Análisis de varianza de la comparación entre puntuaciones

Factor	Media	Desviación Estándar	Varianza	F	Sig.
Agrado	12,4505	4,05287	16,426	23,102	0,000
Utilidad	20,8736	4,85713	23,592	29,514	0,000
Ansiedad	29,9341	6,47358	41,907	16,269	0,000
Motivación	10,0879	2,54744	6,489	10,430	0,000
Confianza	11,0220	2,60886	6,806	10,973	0,000
Puntuación Total	84,33681	17,48849	305,847	29.055	0,000

Fuente: elaboración propia.

La comparación entre medias en las puntuaciones en la escala muestra que la puntuación global de la escala, así como las puntuaciones de los factores motivación y confianza, experimenta un descenso en relación a las puntuaciones de la escala respecto a los otros factores.

En cambio, el factor ansiedad presenta un aumento de la puntuación en la escala con respecto a los otros factores. El resultado del análisis de varianza muestra que las diferencias significativas entre las puntuaciones en los factores fueron estadísticamente significativos. A partir de estos resultados, se realizó un análisis del factor por especialidad,

encontrando que los estudiantes de inglés tienen un mayor agrado hacia las matemáticas, mientras que los estudiantes de Historia tienden a tener un menor agrado hacia esta asignatura. No obstante, los estudiantes de biología, español, pedagogía y cultura física, obtuvieron puntuaciones por encima de la media, este resultado pone de manifiesto una actitud neutral hacia las matemáticas, véase en la figura 1.

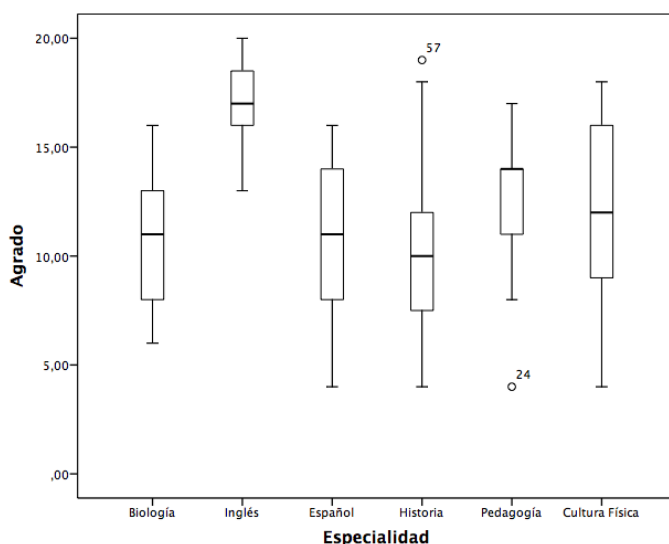


Figura 1: Tendencias del Factor Agrado por Especialidad

Los resultados anteriores confirman el análisis de la varianza del factor agrado por especialidad, encontrando que existen diferencias significativas entre las especialidades en el factor agrado. En el factor utilidad, los estudiantes de inglés manifiestan una actitud positiva. En la figura 2, se puede observar que existen diferencias entre las especialidades, pero que las especialidades tienen una tendencia positiva en el factor.

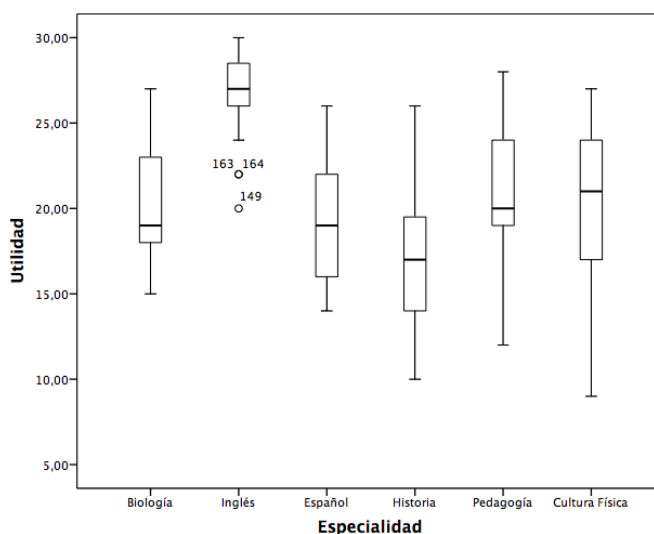


Figura 2: Tendencias del Factor Utilidad por Especialidad

También, se obtuvieron las tendencias de las especialidades hacia el factor ansiedad y se encontró que los estudiantes de inglés presentan una menor ansiedad, ya que la escala esta codificada de modo que a mayor puntuación menor ansiedad, con respecto a las otras especialidades, véase en la figura 3.

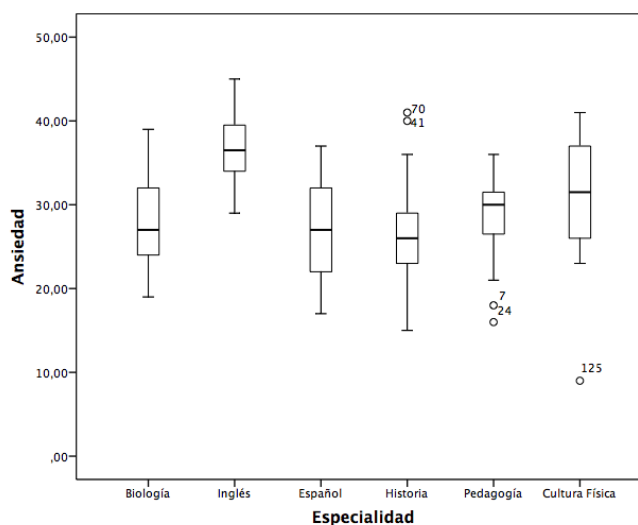


Figura 3: Tendencias del Factor Ansiedad por Especialidad

Igualmente se cruzó la variable especialidad con el factor motivación, obteniendo como resultado que todos los estudiantes de las especialidades se sienten motivados hacia las matemáticas pero la especialidad de inglés es la que más motivación mostró.

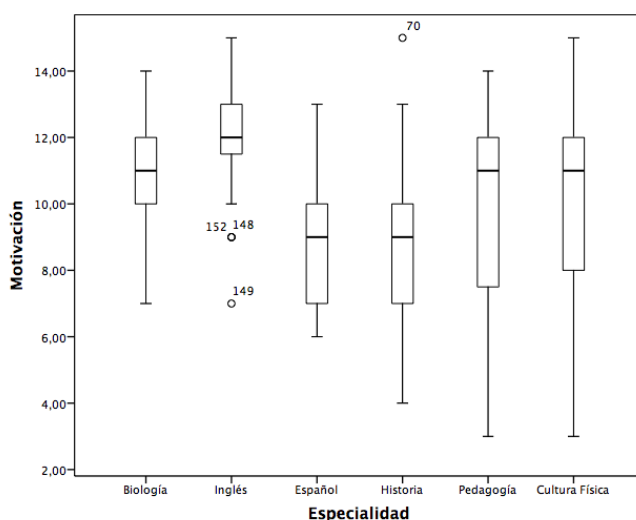


Figura 4: Tendencias del Factor Motivación por Especialidad

Finalmente, se relacionó la variable especialidad con el factor confianza, consiguiendo resultados satisfactorios entre las especialidades, ya que los estudiantes se sienten con confianza en situaciones matemáticas y, los estudiantes de Inglés obtuvieron los mayores puntajes en este factor, véase en la figura 5.

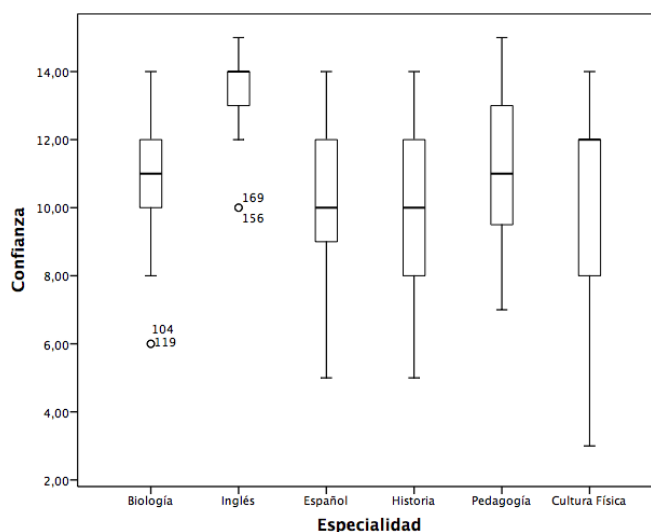


Figura 5: Tendencias del Factor Confianza por Especialidad

3.6. Análisis de las puntuaciones totales de la escala

En la tabla 10, se observa las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov junto con la de Shapiro-Wilk para el caso en que el tamaño muestral es menor a 50.

Tabla 10: Prueba de Normalidad

		Puntuaciones Totales					
		Especialidad					
		Biología	Inglés	Español	Historia	Pedagogía	Cultura Física
Kolmogorov-Smirnov ^a	Estadístico	0,118	0,091	0,097	0,105	0,097	0,125
	gl	25	36	29	35	35	22
	Sig.	0,200*	0,200*	0,200*	0,200*	0,200*	0,200*
Shapiro-Wilk	Estadístico	0,958	0,975	0,963	0,969	0,941	0,936
	gl	25	36	29	35	35	22
	Sig.	0,380	0,565	0,394	0,411	0,061	0,162

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia.

Los resultados anteriores muestran que el estadístico de Shapiro-Wilk en los seis grupos fue superior a 0,05, con lo cual se acepta la hipótesis nula que los datos extraídos se comportan de acuerdo a la distribución normal (se rechaza la hipótesis nula de normalidad en el caso que el valor de la significancia sea inferior a 0,05). Mientras tanto, la figura 6, confirma la hipótesis de la normalidad en las puntuaciones totales.

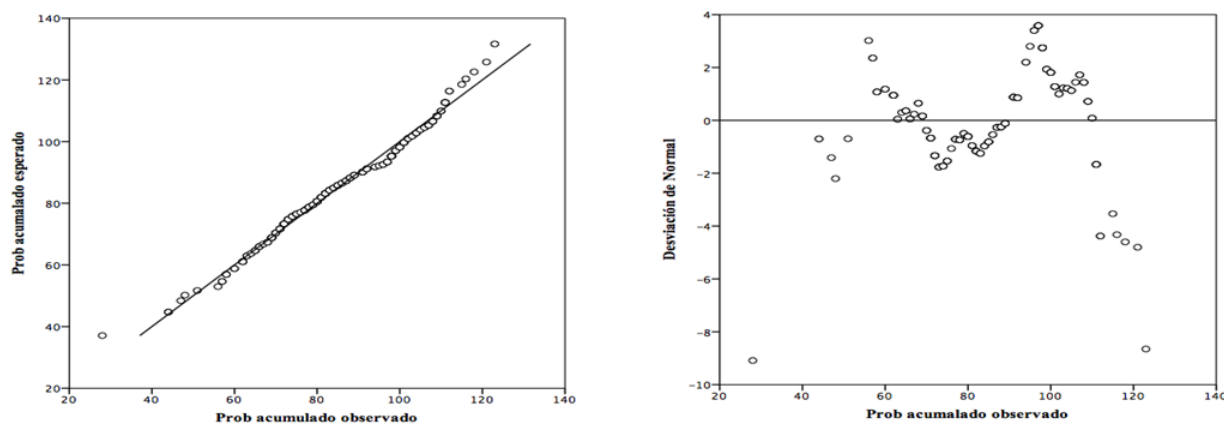


Figura 6: Normal de Puntuaciones Totales y Normal sin tendencia a las Puntuaciones Totales.

Entonces, una vez confirmada la normalidad de la variable puntuación total, se procedió a calcular la prueba T para muestras independientes. En concreto, se comparó la medias de puntuación total (ITotal) de los grupos definidos por las variables género (Masculino y Femenino), así que se utilizó la prueba T, con el siguiente planteamiento: H0: Las varianzas en la variable género son iguales; H1: Las varianzas en la variable género son diferentes.

Tabla 11: Estadístico del procedimiento prueba T para muestras independientes

	Género	N	\bar{x}	δ	SEM
ITotal	Masculino	81	89,1111	18,74033	2,08226
	Femenino	101	80,5644	15,48510	1,54083

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 11, observamos, que la puntuaciones medias del grupo de hombres es superior al grupo de mujeres, sin embargo, estas diferencias son mínimas. Por tanto, lo anterior se verificó con los resultados de la prueba T.

Tabla 12: Prueba T para muestra independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ITotal	Se asumen varianzas iguales	5,249	0,023	3,369	180	0,001	8,54675	2,53694	3,54079	13,55272
	No se asumen varianzas iguales			3,299	154,531	0,001	8,54675	2,59036	3,42968	13,66383

Fuente: elaboración propia.

La tabla 12, ofrece, en primer lugar, la probabilidad asociada al estadístico de Levene (0,023) es menor que 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad de varianza, y consecuentemente, el estadístico (t) toma el valor 3,299 y tiene asociado un nivel crítico bilateral de 0,001. Este valor nos informó el grado de compatibilidad existente entre la diferencia observada entre las medias muestrales de los grupos comparados y la hipótesis nula de que las medias poblacionales son iguales.

Puesto que 0,000 es menor que 0,05, entonces se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y, razonablemente, concluir que las puntuaciones totales entre hombres y mujeres no son iguales. En definitiva, los límites de confianza permitió estimar que la verdadera diferencia entre la puntuación total de la población de hombres y la puntuación total de mujeres se encuentra entre 3,42968 y 13,66383 puntos. El hecho de que el intervalo obtenido no incluye ya el valor cero también nos permitió rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas.

Finalmente, en la tabla 13, aparecen los resultados de haber calculado la hipótesis de ANOVA: H0: Las medias en las puntuaciones en las especialidades son iguales; H1: Las medias en las puntuaciones en las especialidades son diferentes.

Tabla 13: Procedimiento de ANOVA de un factor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	25032,137	5	5006,427	29,055	0,000
Intra-grupos	30326,198	176	172,308		
Total	55358,335	181			

Fuente: Elaboración propia.

Según sabemos, el estadístico F es el cociente entre dos estimadores diferentes de la varianzas poblacional. Uno de estos estimadores se obtuvo a partir de la variación existente entre las medias de los grupos (variación inter-grupos). El otro estimador se calculó a partir de la variación existente entre las puntuaciones dentro de cada grupo (variación intra-grupos).

La tabla 13, recoge: una cuantificación de ambas fuentes de variación (sumas de cuadrados), los grados de libertad asociados a cada suma de cuadrados (gl) y el valor concreto adoptado por cada estimador de la varianza poblacional (medias cuadráticas: se obtiene dividiendo las sumas de cuadrados entre sus correspondientes grados de libertad).

El cociente entre estas dos medias cuadráticas nos proporcionó el valor estadístico F , el cual aparece acompañado de su correspondiente nivel crítico o nivel de significación observado (Sig.), es decir, de la probabilidad de obtener valores como el obtenido o mayores bajo la hipótesis de igualdad de medias. Puesto que el valor del nivel crítico (0,000), es menor que 0,05, decidimos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluimos que las poblaciones definidas por la variable especialidad no poseen la misma puntuación total.

4. Conclusiones

Para el análisis de la estructura factorial de la escala de actitud hacia las matemáticas se llevaron a cabo diferentes análisis relacionados con las propiedades psicométricas de la escala:

- El análisis de los ítems se realizó mediante el índice de homogeneidad corregido entre el ítem y la puntuación total en la escala, estas puntuaciones están entre 0,370 y 0,676.
- Para el análisis de la fiabilidad, se calculó la consistencia interna del instrumento a través del coeficiente de alfa de Cronbach obteniendo un valor de 0,914.

- La validez del constructo se analizó mediante el análisis factorial de componentes principales utilizando rotación Varimax, todos los ítems se saturan en cinco factores que explican conjuntamente el 63,234% del total de la varianza. Previamente se realizaron el test de esfericidad de Bartlett y el test de Kaiser, Meyer y Olkin (KMO), para comprobar la viabilidad del análisis factorial.
- Las puntuaciones medias entre los ítems se encuentran en un intervalo de 2,89 a 4,20, siendo el ítem 4 con menor puntuación y el ítem 1 con mayor puntuación.
- La desviación estándar entre los ítems tiene una frecuencia desde 0,89 a 1,39, concurriendo el ítem 1 con menor desviación y el ítem 20 con mayor desviación.
- El instrumento inicial estaba formado por 25 ítems y 5 factores diferentes. En el análisis de la escala se confirma la estructura factorial de la escala de actitud hacia las matemáticas de Auzmendi.

Sobre las posibles variaciones de actitud hacia las matemáticas en el estudio se encontró:

- El resultado del análisis de varianza muestra que las diferencias entre las puntuaciones en los factores fueron estadísticamente significativos.
- En todos los casos los estudiantes de la especialidad en Inglés apuntan hacia puntuaciones altas con respecto a las demás especialidades.

- El estadístico de Shapiro-Wilk en los seis grupos fue superior a 0,05, con lo cual se acepta la hipótesis nula que los datos extraídos se comportan de acuerdo a la distribución de la normal.
- Los resultados de la prueba T para muestra independientes, muestra que las puntuaciones totales entre hombres y mujeres no son iguales.
- Finalmente, el análisis de la varianza de un factor, muestra que las poblaciones definidas por la variable especialidad no poseen la misma puntuación total.

Por lo tanto, contar con una escala de actitud hacia las matemáticas es una tarea de mucha importancia que permite visualizar la ansiedad, el agrado, la utilidad, la confianza y la motivación hacia las matemáticas, como parte de un engranaje global frente al cual se puede aplicar en contextos diversos.

Bibliografía

- Aiken, L. R. & Dreger, R. M. (1961). The effect of attitude on performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 52, 19-24.
- Aiken, L. R. (1972). Research on attitudes toward mathematics. *The Arithmetic Teacher*, 19 (3), 229-234.
- Aiken, L. R. (1974). Two scales of attitude toward mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 5, 67-71.
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas medias y universitarias*. Bilbao: Mensajero.
- Adelson, J. L. & McCoach, D. B. (2011). Development and psychometric properties of the math and me survey: Measuring third through sixth graders' attitudes toward mathematics. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 44 (1), 225-247.
- Aleman, I. y Lara, A. I. (2010). Las actitudes hacia las matemáticas en el alumnado de la ESO: un instrumento para su medición. *Publicaciones*, 40, 49-71.
- Akin, A. & Kurbanoglu, N. (2011). The relationships between math anxiety, math attitude and self-efficacy: A structural equation model. *Studia Psychologica*, 53 (3), 263-273.
- Bazán, J. & Sotero, H. (1998). Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la Unalm. *Anales Científicos UNALM*, 36, 60-70.

- Cazorla, I. M., Silva, C. B. & Brito, M. R. (1999). Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à estatística. *Conferencia Internacional Experiências e Perspectivas do Ensino da Estadística*. Florianópolis: Presta.
- Dutton, W. H. & Blum, M. P. (1968). The measurement of attitudes toward arithmetic with a Likert-type test. *Elementary School Journal*, 68, 259-264.
- Estrada, A. y Díez-Palomar, J. (2011). Las actitudes hacia las matemáticas. Análisis descriptivo de un estudio exploratorio centrado en la educación matemática de familiares. *Revista de Investigación en Educación Matemática*, 9 (2), 116-132.
- Fennema, E. & Sherman, J. A. (1976). Mathematics Attitudes Scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7 (5), 324-326.
- Gairín, J. (1990). *Las actitudes en educación. Un estudio sobre la educación matemática*. Barcelona: Boixareu Universitaria.
- Gil, N., Blanco, L. y Guerrero, E. (2005). El dominio afectivo en el aprendizaje de las Matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *UNION. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 2, 15-32.
- Gómez-Chacón, I. (2009). Actitudes matemáticas: Propuesta de transición del bachillerato a la universidad. *Educación Matemática*, 5-32.
- González-Pineda, J. A., Fernández-Cueli, M., García, T., Suárez, N., Fernández, E., Tuero-Herrero, E. y otros. (2012). Diferencias de género en actitudes hacia las matemáticas en la enseñanza obligatoria. *Revista Iberoamericana de Psicología y Salud*, 3 (1), 55-73.

- Hidalgo, S., Morato, A. y Palacios, A. (2005). El perfil emocional matemático como predictor de rechazo escolar: relación con las destrezas y los conocimientos desde una perspectiva evolutiva. *Revista de Educación Matemática*, 17 (2), 89-116.
- Martínez, O. (2008). Actitud hacia la matemática. *Sapiens: Revista Universitaria de Investigación*, 237-256.
- Miranda, A. (2012). Funcionamiento ejecutivo y motivacionales en el rendimiento académico en Lengua y Matemáticas: Un modelo estructural. *Psicodidáctica*, 17 (1), 51-72.
- Muñoz, J. M., & Mato, M. D. (2008). Análisis de las actitudes respecto a las matemáticas en alumnos de la ESO. *Revista de Investigación Educativa*, 26 (1), 209-226.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. En D. Grows, *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (págs. 575-596). New York: McMillan Publishing Company.
- Palacios, A., Arias, V. y Arias, B. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: construcción y validación de un instrumento para su medida. *Psicodidáctica*, 19 (1), 67-91.
- Perry, C. A. (2011). Motivation and attitude of preservice elementary teachers toward mathematics. *Morehead State University. School Science and Mathematics*, III (1), 2-10.
- Quiles, M. N. (1993). Actitudes matemáticas y rendimiento escolar. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 18, 115-125.

Tapia, M. & Marsh, G. E. (2004). An instrument to measure mathematics attitudes. *Academic Exchange Quarterly*, 8 (2).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Flores, W., O., & Auzmendi, E. (2015). Análisis de la estructura factorial de una escala de actitud hacia las matemáticas. *Aula de Encuentro*, nº 17, vol. 1. pp. 45-77.

William Oswaldo Flores López es
Gestor de Proyectos de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa
Caribe Nicaragüense.
Correo-e: william.flores@uraccan.edu.ni

Elena Auzmendi Escribano es
Directora de Innovación Docente de la Universidad de Deusto
Correo-e: elena.auzmendi@deusto.es

Enviado: 25 de noviembre de 2014

Aceptado: 26 de febrero de 2015