

# TRATAMIENTO MATEMÁTICO DE MEDICIONES DE ACTITUDES CON ESCALAS TIPO LIKERT

## Mathematical treatment of attitudes measurements with Likert scales

León-Mantero, C.<sup>a</sup>, Pedrosa-Jesús, C.<sup>a</sup>, Maz-Machado, A.<sup>a</sup> y Casas-Rosal, J.C.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Córdoba

### Resumen

*En este trabajo se propone una revisión de la metodología utilizada para analizar las actitudes hacia las matemáticas a través de escalas tipo Likert. En primer lugar, se estudia la idoneidad de la agrupación de los ítems en factores dimensionales y, por otro lado, el cálculo de la estimación de los factores dimensionales a través de medias ponderadas por la influencia que cada ítem tiene sobre su correspondiente factor. Se analiza para una muestra de 408 estudiantes de Grado de Educación Primaria, para los que se obtienen resultados significativamente diferentes a los que se obtienen con los métodos habitualmente utilizados.*

**Palabras clave:** *Actitudes hacia las matemáticas, estudiantes para maestro, Educación Primaria, ecuaciones estructurales*

### Abstract

*In this article, a revision of the methodology used to the analysis of attitudes towards mathematics through Likert scales is proposed. First of all, the suitability of the item groups in dimensional factors is studied. Then, the calculation of the dimensional factors' estimation through weighted average by the influence of each item over its corresponding factors is studied too. This has been analyzed for 408 students of the Primary Education Degree, and significantly different results from results obtained with usual methods has been gotten.*

**Keywords:** *attitudes towards mathematics, trainee teachers, primary education, structural equations*

### INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo pasado, educadores e investigadores comenzaron a asumir que no solo los factores cognitivos influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Cuando estudiantes y docentes trabajan las matemáticas, sus intereses, creencias, sentimientos y actitudes influyen, acompañan y adoptan un importante rol en este proceso, lo que da sentido a un análisis de estos factores en profundidad (Gómez-Chacón, 2002; Hannula et al., 2016; Hart y Walker, 1993).

El interés por medir y establecer relaciones entre las actitudes hacia las matemáticas de alumnos o profesores y otros factores, ha dado como resultado diferentes investigaciones en las que se diseñan y validan instrumentos de medida, tipo Thurstone, escalas tipo Likert o cuestionarios. Pero la elaboración de análisis de comportamientos sociales, tales como las actitudes, en los que se realizan estudios de campo, requiere de la aplicación de una correcta metodología de muestreo, un potente instrumento de medida del comportamiento y de una cuidadosa interpretación de los resultados obtenidos.

A pesar de que la actitud es un concepto ampliamente estudiado desde diversas líneas de investigación dentro de la Psicología y la Educación, no existe unanimidad con respecto a su definición, que depende del ámbito de trabajo y el contexto de cada autor, sin embargo, existen

ciertos acuerdos en considerarlas como estados mentales modificables, en las que, por tanto, se puede influir. En este mismo sentido, Hart (1989) y Gómez-Chacón (2000) coinciden en entender la actitud como una predisposición evaluativa que determina las intenciones personales e influye en el comportamiento.

En la revisión realizada por Auzmendi (1992) se indica que, entre las escalas más usadas y citadas en las investigaciones sobre actitudes hacia las matemáticas, se encuentran las escalas diseñadas por Aiken (1974), el Inventario de actitudes hacia las matemáticas (Sandman, 1974) y la Escala de Actitudes hacia las matemáticas (Fennema y Sherman, 1976). Sin embargo, a nivel latinoamericano, la escala más utilizada para medir las actitudes de alumnos de secundaria (Auzmendi, 1992; Jiménez y Flores, 2017), estudiantes universitarios (Dörfer, Duque, y Soledad, 2016; Casas et. al, 2016; Fernández y Aguirre, 2010; Petriz, Barona, López, y Quiroz, 2010; Nortes Martínez-Artero y Nortes Checa, 2017) y profesores en ejercicio (Fernández et al., 2016) es precisamente, la Escala tipo Likert de actitudes hacia las matemáticas de Auzmendi (1992)

La escala Likert se utiliza con gran asiduidad debido a su sencillez y a la homogeneidad de escala de las variables obtenidas a través de ella. Además, debido a la imposibilidad de medir los factores directamente, es común construir las variables que representan estos factores sumando o promediando las valoraciones obtenidas de los ítems utilizados para medirlos. Al construir el factor de esta forma, se impone, de manera implícita, que todos los ítems tienen el mismo peso en la medida del factor.

En este trabajo se propone la construcción de los factores a partir de la media de las respuestas a los ítems, ponderada por los pesos estandarizados de la regresión del modelo de ecuaciones estructurales correspondiente. Esto permitirá asignar una mayor importancia a los ítems que contengan un mayor porcentaje de variabilidad explicada del factor. Como se verá más adelante, los factores así contruidos son significativamente diferentes a los contruidos mediante suma o media simple.

## **METODOLOGÍA**

### **Objetivos**

La finalidad de este estudio es mejorar la fiabilidad de los resultados obtenidos a través de la escala de actitudes hacia las matemáticas de Auzmendi (1992). Para ello, perseguimos los siguientes objetivos específicos:

- Obtener una reordenación más adecuada de los ítems que conforman la escala, motivada por el análisis preliminar realizados a los enunciados de los ítems.
- Medir el grado de asociación entre los cinco factores dimensionales propuestos por la autora para la medición de las actitudes hacia las matemáticas, ya que un elevado grado justificaría el valor de la consistencia de los factores propuestos por la autora.
- Hallar la relevancia que cada ítem tiene en la explicación de su correspondiente factor, de modo que podamos calcular las medias ponderadas de valoración de los factores agrado, utilidad, confianza, ansiedad y motivación.
- Comparar los valores obtenidos para la media simple y la media ponderada de cada factor, y analizar si las diferencias de valor son significativas.

### **Participantes**

Los participantes de este estudio fueron maestros en formación de Educación Primaria de la Universidad de Córdoba (n=408), 277 alumnos que cursaban la asignatura de Matemáticas, del

primer curso del grado (67,9%) y 131 que cursaban la asignatura Didáctica de la Geometría y la Estadística, del tercer curso, durante los cursos 2014/2015 y 2015/2016.

La muestra está compuesta mayoritariamente por mujeres (61,9%). La edad media de los sujetos es de 20,76 ( $S=4,065$ )

### **Instrumento de recogida de información**

Se aplicó a los participantes del estudio la escala de actitudes hacia las matemáticas de Auzmendi (1992). Esta fue validada con una muestra de 1221 estudiantes españoles y consta de 25 preguntas con las opciones de puntuación siguiente: Totalmente en desacuerdo= 1, Desacuerdo= 2, Neutral (Ni de acuerdo ni en desacuerdo) = 3, De acuerdo= 4 y Muy de acuerdo= 5.

La autora agrupa los enunciados en cinco factores dimensionales de análisis: Ansiedad, Valor o utilidad, Agrado, Motivación y Seguridad-confianza hacia las matemáticas (Tabla 1).

Tabla 1. Agrupación de ítems por factor dimensional (Auzmendi, 1992)

Factor dimensional	Ítems
Utilidad	1, 6, 15, 16, 19 y 21
Ansiedad	2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18 y 22
Agrado	4, 9, 14 y 24
Motivación	5, 10 y 25
Confianza	11, 20 y 23

Un análisis preliminar de los enunciados pudiera mostrar que algunos de los ítems no están realmente asociados a sus respectivos factores dimensionales. Por ejemplo:

- El ítem 15, englobado por la autora en el factor Utilidad: “Espero tener que utilizar poco las matemáticas en mi vida profesional” hace referencia a la esperanza que pueda tener el cuestionado sobre la no utilización de las matemáticas y no a la creencia de su utilidad. Por tanto, este ítem podría englobarse de una manera más adecuada dentro del factor Ansiedad.
- De forma similar podemos analizar el ítem 19: “Me gustaría tener una ocupación en que tuviera que utilizar las matemáticas”, nuevamente incluido por la autora en el factor Utilidad, que puede motivar más una respuesta sobre el agrado que experimenta el cuestionado al trabajar con las matemáticas que sobre la percepción de la utilidad hacia la materia.

Estos hallazgos motivan la necesidad de reestructurar los ítems de modo que la información que se recoja, a través de la respuesta a los mismos, se dirija realmente a explicar el factor subyacente. Una fuerte relación entre los cinco factores dimensionales que explican la actitud hacia las matemáticas justificaría que la consistencia del cuestionario obtenida por la autora fuera elevada aun cuando, algunos ítems pudieran no estar asociados correctamente con su factor dimensional.

### **Análisis estadísticos**

Una vez recogidos los datos, se procesaron, se invirtieron los resultados de los enunciados con sentido negativo (ítems 2, 5, 7, 10, 12, 15, 16, 17, 22 y 25) y se analizaron con los programas SPSS (Versión 23.0; Nie, Hull y Bent, 2016), para la estimación del análisis factorial y el cálculo de los valores de los factores y AMOS (Versión 23.0; Arbuckle, 2014) para la estimación de la ecuación estructural.

Para analizar la consistencia de las respuestas, se calculó el coeficiente Alpha de Cronbach para el instrumento de forma global (0,896) y posteriormente para cada agrupación de ítems dado por Auzmendi (1992) (Tabla 2).

Podemos observar que la consistencia interna global es muy elevada, cercana a 0,9, y todos los constructos pueden considerarse consistentes, a excepción de la Confianza, cuyo valor es excesivamente reducido. Al analizar la posible mejora de la consistencia de alguno de los ítems, los resultados no fueron significativos.

Tabla 2. Alpha de Cronbach por factor dimensional

Factor dimensional	Alpha de Cronbach
Agrado	0,827
Ansiedad	0,866
Motivación	0,678
Utilidad	0,706
Confianza	0,555

Una vez analizada la muestra, se plantea la necesidad de estructurar las técnicas estadísticas que permitirán obtener los objetivos perseguidos en este trabajo. Por un lado, tal y como se ha comentado en el apartado anterior, se han hallado incoherencias en la asignación de ítems en la explicación de los factores, por lo que un análisis factorial exploratorio guiará el proceso de ordenación más adecuado. Por otro lado, la creación del modelo de ecuaciones estructurales, a partir del resultado obtenido, nos permitirá estimar el grado de asociación entre los factores y el peso que la respuesta a cada ítem tiene sobre la estimación de cada factor. Esto último permitirá comparar los resultados de cada factor creado a partir de la media simple de las valoraciones de los ítems que lo explica con los que se obtienen al ponderar la respuesta de cada ítem con su relevancia en su explicación.

Por tanto, para obtener una clasificación más adecuada de los ítems, se ha propuesto un análisis factorial por el método de componentes principales con rotación Oblimin, que use como criterio de extracción un valor superior a la unidad para el autovalor asociado.

Para medir el grado de asociación entre los factores dimensionales y para encontrar las ponderaciones de cada ítem para el cálculo de éstos mediante la media ponderada, se ha planteado un modelo de ecuaciones estructurales a partir de la configuración obtenida en el análisis factorial y en el que se han incluido todas las posibles correlaciones entre los factores dimensionales, de forma que nos permita determinar cuáles de ellas son relevantes.

Por último, y tras realizar las dos estimaciones de los factores- la calculada a partir de la media ponderada y la no ponderada- se analizará la normalidad de éstas con la prueba Kolmogorov-Smirnov. En caso de descartar su cumplimiento, se optará por la realización de las cinco comparaciones a través de la prueba de rangos de Wilcoxon, lo que nos permitirá decidir si existen diferencias significativas entre los factores estimados de las dos formas.

## RESULTADOS

### Análisis factorial

Para analizar la aplicabilidad del análisis factorial sobre estas variables se han calculado los coeficientes de asimetría y de apuntamiento, resultando valores comprendidos entre -1.135 y 0.385 para el primero y entre -1.228 y 1.654 para el segundo, por lo que las distribuciones no se alejan en exceso de la hipótesis de normalidad. Por la naturaleza de las variables el análisis de la presencia de valores atípicos no es necesario.

El modelo finalmente considerado se construye a partir de 22 ítems, ya que los ítems 11, 16 y 20 fueron finalmente extraídos del mismo por sus reducidas comunalidades que afectaban de manera negativa al mismo. La medida de Kaiser-Meyer-Olkin, con un valor de 0.901 y la prueba de

esfericidad de Barlett – con un p-límite inferior a 0.001 - concluyen la existencia de asociación entre los ítems y por tanto, la adecuación del análisis factorial exploratorio.

Las 22 variables finalmente consideradas se agruparon en 5 factores dimensionales con una varianza total explicada del 61.94%, mediante el método de componentes principales, al que se le aplicó una rotación Oblimin. La tabla 4 muestra las comunalidades asociadas a estas variables, así como las cargas factoriales, cuyo valor absoluto es mayor de 0.3, asociadas a cada uno de las 5 componentes consideradas.

Tabla 4. Resultados del análisis factorial exploratorio

Ítem	Comunalidades	Componente				
		1	2	3	4	5
P04	0,722	0,834				
P09	0,666	0,782				
P14	0,743	0,695				
P24	0,534	0,617				
P19	0,553	0,594				
P17	0,704		0,796			
P02	0,683		0,794			
P22	0,726		0,774			
P07	0,645		0,761			
P12	0,597		0,626			
P15	0,555		0,626			
P05	0,686			0,858		
P10	0,607			0,676		
P25	0,581			0,668		
P13	0,698				0,747	
P08	0,693				0,741	
P18	0,581				0,681	
P03	0,440				0,510	
P23	0,471				0,471	
P21	0,612					-0,803
P06	0,548					-0,667
P01	0,569					-0,649

Como puede observarse, se han ordenado los ítems en orden decreciente a partir de sus cargas factoriales respecto a sus correspondientes factores. Éstas superan el valor de 0.6 salvo las últimas de las componentes 1 y 4. Todas las comunalidades son también superiores a 0.4, y la mayoría de ellas supera 0.6.

De esta forma, la asignación de ítems a factores, llevada a cabo a partir del análisis factorial exploratorio, queda como se muestra en la tabla 5, en la que también se especifican los valores de consistencia dados por el coeficiente Alpha de Cronbach, así como la información antes presentada para la escala de Auzmendi, para su comparación.

Tabla 5. Nueva propuesta de agrupación en factores dimensionales

Factor	Auzmendi		Propuesta	
	Ítems	Alpha	Ítems	Alpha
Utilidad	1, 6, 15, 16, 19 y 21	0.706	1, 6 y 21	0.650
Ansiedad	2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18 y 22	0.866	2, 7, 12, 15, 17 y 22	0.868
Agrado	4, 9, 14 y 24	0.827	4, 9, 14, 19 y 24	0.841

Motivación	5, 10 y 25	0.678	5, 10 y 25	0.678
Confianza	11, 20 y 23	0.555	3, 8, 13, 18 y 23	0.802
TOTAL		0.896		0.896

Seis de los 25 ítems han sido redistribuidos, por el análisis factorial exploratorio, de forma que cuatro de ellos pasan de explicar la ansiedad – mejor dicho, su ausencia – a explicar la confianza que el encuestado muestra hacia las matemáticas. Además, los ítems 15 y 19 salen del grupo que explica la utilidad de esta materia y se engloban en Ansiedad y Agrado, respectivamente. Además, los ítems 11, 16 y 21 han sido excluidos por su reducida capacidad explicativa.

Al reorganizar los ítems de esta forma, la consistencia global permanece prácticamente invariante y los valores del coeficiente alfa de Cronbach mejoran para todos los factores salvo para el caso de Motivación, que permanece sin cambios y el factor Utilidad para el que se reduce ligeramente desde 0.706 hasta 0.650. Cabe destacar el incremento experimentado en la consistencia del factor Confianza, que, como ocurriera en Auzmendi (1992), presentaba un valor excesivamente bajo de 0.555 y ha subido hasta 0.802.

Los resultados obtenidos, respaldan las hipótesis acerca de la necesaria redistribución de los ítems del cuestionario debido a que se le presupone por parte de los autores una capacidad de explicación de un factor que no se corresponde con la realidad.

**Ecuación estructural**

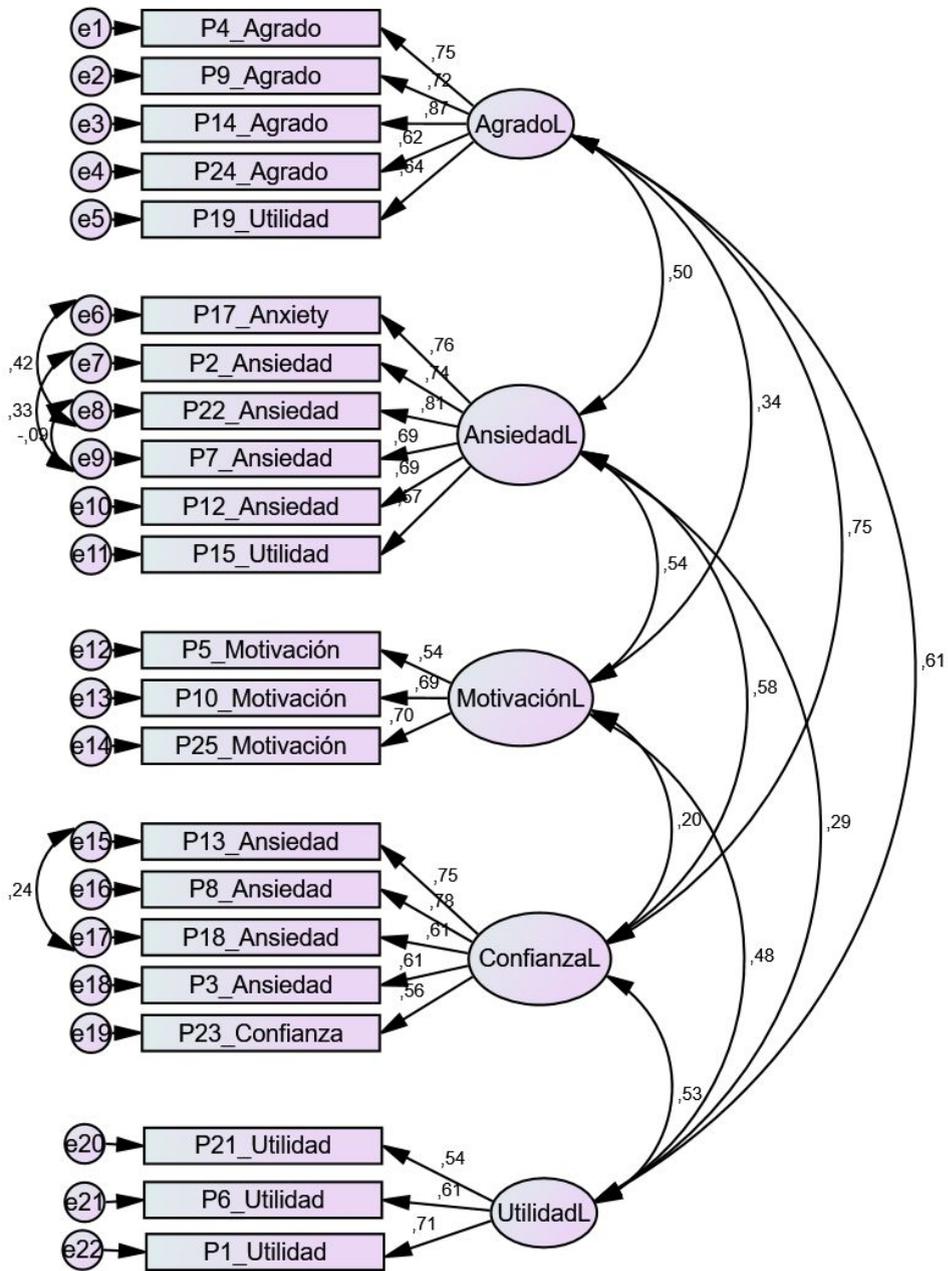


Figura 1. Ecuación estructural estimada en la explicación de los factores con la escala reordenada

Como se ha mencionado anteriormente, la estimación de los coeficientes estandarizados de regresión, del modelo de ecuaciones estructurales asociado al análisis factorial anterior, entre los ítems y los factores a los que están asociados según clasificación anterior, permiten estimar un índice de valor de estos factores como la media ponderada de los valores dados a cada uno de los ítems de su categoría. Para ello, vamos a estimar la ecuación estructural correspondiente que, por otro lado, nos permitirá demostrar la existencia de una asociación entre los cinco factores, que justifique el elevado valor de consistencia obtenido para los factores con la distribución original.

En la figura 1 se muestra la ecuación estructural estimada por el método de máxima verosimilitud para los 22 ítems considerados, los cinco factores dimensionales y la organización hallada en el

apartado anterior. Los nombres de los ítems identifican la pertenencia a cada factor en la escala original de Auzmendi.

Las medidas de ajuste absoluto, incremental y de parsimonia obtenidas para este modelo, así como los criterios de bondad ampliamente aceptados, se muestran en la tabla 6. Todas ellas, unidas a la relevancia de todas las variables consideradas y al valor de los residuos, muestran la validez del modelo construido.

Tabla 6. Medidas de ajuste

Medidas de ajuste absoluto		Valor obtenido	Valor óptimo
Índice de bondad de ajuste	GFI	0.919	Valores mayores que 0.9
Raíz cuadrada media del error	RMSEA	0.048	Valores menores que 0.05
Probabilidad límite para RMSEA	PCLOSE	0.627	Valores menores que 0.05
Residuo cuadrático medio est.	SRMR	0.054	Valores menores que 0.08
Medidas de ajuste incremental			
Índice de ajuste normalizado	NFI	0.901	Valores mayores de 0.90
Índice de ajuste comparativo	CFI	0.95	Valores mayores que 0.90
Medidas de ajuste de parsimonia			
Chi cuadrado normalizada	NCS	1.956	Valores entre 1 y 3

Una vez estimada y validada la ecuación estructural analizaremos las correlaciones entre los cinco factores dimensionales: Agrado, Confianza, Utilidad, Ansiedad y Motivación. Los resultados se muestran en la Tabla 7. Todas las relaciones son significativas, y la relación más fuerte se observa entre los factores Agrado y Confianza, lo que nos indica que un mayor agrado hacia las matemáticas facilita una mayor confianza hacia dicha materia y viceversa. En el otro extremo se encuentran Motivación y Confianza, que, aunque significativa, su reducido valor nos indica que aunque Motivación por sí misma genera confianza, existen otros factores que pueden influir en ésta.

Tabla 7. Correlaciones entre factores dimensionales

	Relación	Valor estimado
Agrado	<-- >	Ansiedad 0,499
Agrado	<-- >	Motivación 0,343
Agrado	<-- >	Confianza 0,747
Agrado	<-- >	Utilidad 0,607
Ansiedad	<-- >	Motivación 0,541
Ansiedad	<-- >	Confianza 0,578
Ansiedad	<-- >	Utilidad 0,293
Motivación	<-- >	Confianza 0,198
Motivación	<-- >	Utilidad 0,480
Confianza	<-- >	Utilidad 0,533

También son destacables, por su intensidad, las relaciones que nos indican que una elevada percepción de utilidad de las matemáticas incrementa el nivel de agrado mostrado por esta asignatura. Del mismo modo, un menor nivel de ansiedad está asociado con un mayor sentimiento de confianza. Es importante recordar que las respuestas a los ítems, presentadas de forma negativa, fueron invertidas.

### Estimación de los factores

Una vez estimado el modelo de ecuaciones estructurales, se estimaron los 5 factores de dos formas. En la primera de ellas, los definimos como la media aritmética simple de los valores ordinales obtenidos en cada ítem. En la segunda, a partir de los coeficientes estandarizados de la regresión, que se muestran en la Figura 1, se calcularon las medias ponderadas con éstos como pesos. Los resultados de estos coeficientes se muestran en la tabla 8. Las diferencias entre los coeficientes estandarizados en algunos factores son elevadas, como en los ítems 15 y 22 del factor Ansiedad, o el 8 y el 23 de Confianza.

Tabla 8. Coeficientes estandarizados de la regresión

Ítem	Estimación	Factor	Ítem	Estimación	Factor
P4	0,751	Agrado	P5	0,539	Motivación
P9	0,718		P10	0,687	
P14	0,869		P25	0,696	
P24	0,621		P8	0,783	
P19	0,641		P18	0,615	
P17	0,764	Ansiedad	P3	0,608	Confianza
P2	0,740		P23	0,564	
P22	0,807		P13	0,754	
P7	0,694		P6	0,614	
P12	0,694		P1	0,710	
P15	0,571		P21	0,535	Utilidad

Estos valores muestran la necesidad de asignar distintas ponderaciones a los ítems de un mismo factor. Una vez contruidos los 5 factores, los resultados descriptivos de los mismos son los que se muestran en la Tabla 9. Se observan grandes diferencias entre los valores calculados con la escala dada por Auzmendi, salvo en Motivación, que, como se ha visto anteriormente, contiene los mismos ítems que los propuestos por la autora.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de las diferentes ordenaciones

Factor	Ordenación Auzmendi		Ordenación propuesta		Ordenación propuesta	
	Media simple		Media simple		Media ponderada	
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Agrado	2.5803	0.8749	2.6005	0.8552	2.6093	0.8596
Ansiedad	3.1016	0.8053	3.1373	0.9183	3.1370	0.9275
Motivación	3.5752	0.8578	3.5752	0.8578	3.5748	0.8622
Confianza	3.8325	0.7236	3.2206	0.8144	3.2010	0.8252
Utilidad	3.3227	0.6669	3.6520	0.7454	3.6907	0.7434

Por último, vamos a analizar, mediante el contraste de comparación de distribuciones de Wilcoxon, la existencia de diferencias significativas entre los factores así calculados. Los resultados se muestran en la Tabla 10. Se ha optado por este contraste debido a la ausencia de normalidad de las

variables construidas. Todos los factores calculados con la media ponderada calculada con la nueva organización, son significativamente diferentes a los obtenidos con la media simple y la organización de Auzmendi, salvo Motivación. También se han hallado diferencias significativas entre las dos medias simples de los factores Ansiedad, Confianza y Utilidad. Por último, las diferencias entre las medias calculadas con la nueva propuesta son también significativas al medir el Agrado, la Confianza y la Utilidad. En este último caso, el cálculo de la media simple subestima los valores de Agrado y Utilidad, mientras que la Confianza está sobreestimada.

Tabla 10. Resultados del contraste de Wilcoxon

Factor	Propuesta Auzmendi	Propuesta Auzmendi	Media simple
	vs. Media Ponderada	vs. Media simple	vs. Media Ponderada
Agrado	0.001	0.121	0.000
Ansiedad	0.015	0.020	0.890
Motivación	0.648	-	0.648
Confianza	0.000	0.000	0.000
Utilidad	0.000	0.000	0.000

## Conclusiones

Al realizar un estudio estadístico en general, y sobre actitudes en el caso que nos ocupa, tiene tanta importancia que el instrumento de medida que utilicemos esté correctamente calibrado como la construcción de factores no medibles a partir de los ítems. El uso incorrecto de ambas puede llevar a conclusiones erróneas.

Por ello, este trabajo ha tenido como objetivos: revisar un instrumento de medida de la actitud hacia las matemáticas ampliamente utilizado, primero analizando los ítems a partir de la definición existente en la literatura sobre los 5 factores dimensionales sobre los que se sustenta, y segundo, confirmando la nueva reordenación mediante el análisis de la consistencia interna; y la elaboración de un análisis factorial exploratorio que ha confirmado los cambios propuestos inicialmente. El segundo objetivo del trabajo es el consistente en poner en duda la idoneidad de construir los factores como la suma o media simple de las respuestas a los ítems, método ampliamente utilizado en la literatura, no sólo de actitudes hacia las matemáticas, sino en aquellos en los que se utilizan escalas tipo Likert. Esto se ha conseguido, en primer lugar, midiendo la importancia relativa de cada ítem con su factor, así como las diferencias existentes entre unos y otros y, en segundo lugar, demostrando la existencia de diferencias significativas entre los valores de los factores con las distintas formas de calcularlos.

Es común diseñar los cuestionarios de forma previa, y aplicar sobre los datos recogidos un análisis factorial confirmatorio, que permite agrupar los ítems de un cuestionario en torno a un factor común definido previamente, pero en los casos en los que puede existir una elevada asociación entre los factores, como es el caso, esta técnica presenta grandes limitaciones ya que pueden ser validadas escalas con ítems incluidos en un factor que realmente aportan información de otro. Por tanto, esta técnica debe ser complementada y revisada con una explicación basada en la teoría que subyace tras el instrumento, como se ha realizado en el apartado relativo a éste, en la metodología, ya que la capacidad discriminante de la técnica se ve reducida debido a esta asociación.

Por otro lado, la estimación de los factores no medibles como son la confianza o la ansiedad a través de la suma de los valores de cada ítem o de la media simple impone la condición de que todas las respuestas a los ítems tienen la misma relevancia en la explicación del factor, independientemente del contenido de la pregunta. Los coeficientes de la ecuación estructural entre

los factores y los ítems o las comunalidades del análisis factorial pueden ser medidas de la importancia que cada ítem tiene.

## Referencias

- Aiken, L.R Jr. (1974). Two Scales of Attitude toward Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 5, 67-71.
- Arbuckle, J. L. (2014). AMOS (Version 23.0) [Programa Informático]. Chicago: IBM SPSS. Recuperado de <https://www.ibm.com/es-es/marketplace/structural-equation-modeling-sem>
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas medias y universitaria: características y medición*. Bilbao: Mensajero.
- Casas, J. C., León-Mantero, C., Maz-Machado, A., Jiménez-Fanjul, N. y Madrid, M. J. (2016). Identificando las relaciones dimensionales de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas propuesta por Auzmendi en maestros en formación. En C. Fernández, J. L. González, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (p. 600). Alicante: SEIEM.
- Dörfer, C., Duque, U., y Soledad, G. (2016). Medición de la actitud hacia las matemáticas en estudiantes de licenciatura en administración: un estudio piloto. *VinculaTégica. EFAN*, 2(1), 1329-1348.
- Fennema, E. y Sherman, J.A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales: Instruments Designed to Measure Attitudes toward the Learning of Mathematics by Females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7, 324-326.
- Fernández, R., y Aguirre, C. (2010). Actitudes iniciales hacia las matemáticas de los alumnos de grado de magisterio de Educación Primaria: Estudio de una situación en el EEES. *Unión: Revista Iberoamericana de educación matemática*(23), 107-116.
- Fernández, R., Solano, N., Rizzo, K., Gomezescobar, A., Iglesias, L. M., y Espinosa, A. (2016). Las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes y maestros de educación infantil y primaria: revisión de la adecuación de una escala para su medida. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 11(33), 227-238.
- Gómez-Chacón, I. M. (2000). *Matemática emocional: los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea.
- Gómez-Chacón, I. M. (2002). Cuestiones afectivas en la enseñanza de las matemáticas: una perspectiva para el profesor. In L. C. Contreras & L. J. Blanco (Eds.), *Aportaciones a la formación inicial de maestros en el área de Matemáticas: Una mirada a la práctica docente* (pp. 23-58). Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Hannula, M. S., Di Martino, P., Pantziara, M., Zhang, Q., Morselli, F., Heyd-Metzuyanin, E., . . . Jansen, A. (2016). Attitudes, Beliefs, Motivation, and Identity in Mathematics Education *Attitudes, Beliefs, Motivation and Identity in Mathematics Education* (pp. 1-35): Springer International Publishing.
- Hart, L. (1989). Classroom, sex of student, and confidence in learning mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 242-260.
- Hart, L. E., y Walker, J. (1993). The role of affect in teaching and learning mathematics. *Research ideas for the classroom: Middle grades mathematics*, 22-38.
- Jiménez, E., y Flores, W. O. (2017). Actitudes hacia las matemáticas: un estudio en una escuela rural de la Costa Caribe Sur de Nicaragua. *Revista Universitaria del Caribe*, 18(1), 7-16.
- Nie, N., Hull, C. y Bent, D. (2016) IBM SPSS Statistics (Version 23.0) [Programa Informático] Chicago: IBM SPSS. Recuperado de <https://www.ibm.com/es-es/marketplace/spss-statistics>
- Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2017). A los futuros maestros no les agradan las Matemáticas... pero las consideran útiles. En J.M. Muñoz-Escolano, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M.L. Callejo y J. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 367-376). Zaragoza: SEIEM.
- Petriz, M. A., Barona, C., López, R. M., y Quiroz, J. (2010). Niveles de desempeño y actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de la licenciatura en administración en una universidad estatal mexicana. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15(47), 1223-1249.

León-Mantero, C., Pedrosa-Jesús, C., Maz-Machado, A. y Casas-Rosal, J.C.

Sandman, R.S. (1980). The Mathematics Attitude Inventory: Instrument and User's Manual. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11, 148-149.