

ADAPTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA ESCALA DE ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS (EAM) EN ESTUDIANTES CHILENOS DE ENSEÑANZA MEDIA¹

Adaptation And Validation Of The Scale Of Attitudes To Mathematics (Eam) In Chilean High School Students

Nicsia Retamal²

José Luis Gálvez³

Abstract

The purpose of this research is to analyze the psychometric properties of reliability and validity of the Attitudes to Mathematics Scale (EAM) in a population of Chilean students. The scale was applied to 420 High school students from institutions of different dependencies. The psychometric analyzes carried out confirm the construct of attitudes towards mathematics, composed of four correlated factors; perception of mathematical incompetence, taste for mathematics, perception of utility, and mathematical self-concept. It is also evident that the attitude toward mathematics and performance in this subject are directly and positively related; that is, students who have positive attitudes towards mathematical learning obtain better grades. Finally, the results obtained allow us to confirm that the attitudes to Mathematics Scale (EAM) is adapted to the Chilean reality, demonstrating sufficient evidence of both validity and reliability.

Resumen

Esta investigación tiene como propósito analizar las propiedades psicométricas de fiabilidad y validez de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) en una población de estudiantes chilenos. La escala fue aplicada a 420 estudiantes de enseñanza media de establecimientos de distinta dependencia. Los análisis

¹ Artículo elaborado en el marco de la Tesis para optar al Grado de Magister en Educación mención Evaluación Educativa, Universidad de La Frontera, Temuco – Chile.

² Magister en Educación, mención Evaluación Educativa. e-mail: nicsiaretamal@raitraicollege.cl

³ Doctor en Ciencias de la Educación. Universidad de La Frontera, E-mail: jose.galvez@ufrontera.cl

psicométricos realizados confirman el constructo de actitudes hacia las matemáticas compuesto por cuatro factores correlacionados; Percepción de la incompetencia matemática, Gusto por las matemáticas, Percepción de Utilidad y Autoconcepto matemático. Se evidencia además, que la actitud hacia las matemáticas y el rendimiento en esta asignatura están relacionados de manera directa y positiva, es decir, los alumnos que tienen actitudes positivas hacia el aprendizaje matemático obtienen mejores calificaciones. Finalmente, los resultados obtenidos permiten afirmar que la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) se adapta a la realidad chilena demostrando suficientes evidencias tanto de validez como fiabilidad.

Introducción

La enseñanza de las matemáticas ha sido por años, objeto de diversas investigaciones (Sadovsky, 2005; Espinoza, Barbé y Gálvez, 2011; Espinoza, Matus, Barbe, Fuentes y Márquez, 2016) las cuales han abarcado múltiples áreas como didáctica, recursos, metodologías, evaluación, entre otras. Chile, ha realizado constantes esfuerzos a modo curricular para mejorar los resultados que tienen nuestros estudiantes en matemática. Sin embargo, estas acciones no han logrado repercutir de manera efectiva en los aprendizajes. Los resultados SIMCE siguen indicando grandes deficiencias en esta área (Agencia de Calidad de la Educación, 2015). Por la misma línea, TIMSS 2015, indicó que el 37% de los estudiantes de 8° año, no alcanza el nivel de rendimiento bajo, el 35% se encuentra en un nivel bajo, el 21% en un nivel intermedio, el 6% en un nivel alto y finalmente, solo el 1% en un nivel avanzado. (Agencia de Calidad de la Educación, 2017). Los resultados PISA 2015 señalaron que Chile no ha avanzado en ciencias ni matemáticas en casi una década. El 49% de nuestros estudiantes obtiene resultados que los posicionan bajo el Nivel 2 de PISA. (OCDE, 2015)

El desafío constante que significa la enseñanza de matemática nos obliga a indagar en otros campos de investigación. Desde la década de los setenta, diversas investigaciones centradas en los procesos de aprendizaje de matemática comenzaron a profundizar en la dimensión afectiva (Gil, Blanco y Guerrero, 2005; Martínez, 2008; Gómez, 2009; Morales y García, 2013), las cuales han puesto de manifiesto que “el éxito y fracaso en matemáticas depende de algo más que del conocimiento de ciertos requisitos de contenido matemático” (Gómez, 2009, p.8). Siguiendo esta idea, las actitudes hacia las diversas asignaturas podrían constituir un aspecto esencial para entender los resultados académicos de los estudiantes.

Gil, Blanco y Guerrero (2005) definen la actitud como “una predisposición evaluativa (es decir, positiva o negativa) que determina las intenciones personales e influye en el comportamiento” (p.20). Triandis (1971) señala que las actitudes constan de tres componentes: cognitivo, afectivo y conductual. El componente cognitivo hace referencia a las expresiones de pensamiento, concepciones y creencias, acerca del objeto actitudinal. El componente afectivo supone una valoración emocional del objeto actitudinal y el componente conativo o conductual de la actitud se define por las acciones manifiestas y la declaración de intenciones de una persona sobre el objeto de actitud.

Al respecto, es importante destacar la diferencia entre actitud hacia las matemáticas y actitud matemática. Según Callejo (1994), la actitud hacia las matemáticas se refiere a la valoración y al aprecio hacia esta disciplina y su aprendizaje enfatizando el componente afectivo. Por el contrario, las actitudes matemáticas tienen un carácter marcadamente cognitivo y se refieren al modo de utilizar capacidades como la flexibilidad de pensamiento, apertura mental y espíritu crítico, las cuales son relevantes en el trabajo matemático.

La actitud hacia las matemáticas ha sido estudiada por diversos autores (Mato, 2006; Gil, Guerrero y Blanco, 2006; Cardoso, Cerecedo y Ramos, 2012; Sánchez, 2013; Hidalgo, Maroto, Marbán y Palacios, 2015). A modo general, éstos coinciden en que las actitudes hacia la asignatura no son favorables ni propicias para el aprendizaje. Gil, Guerrero y Blanco (2006) consideran que muchos estudiantes generan actitudes negativas hacia las matemáticas durante su vida académica, manifestando, en ocasiones, una aversión y/o rechazo hacia la misma. Del mismo modo, existe variada evidencia empírica que relaciona las actitudes hacia las matemáticas con el rendimiento en la asignatura y que comprobaron que las actitudes negativas están relacionadas con el bajo rendimiento (Valdez, 2000; Bazán, Espinosa y Farro, 2002; Cueto, Andrade y León, 2003; Zarragaza, 2006; Morales y García, 2013). Ante esta importante correlación, amplia es la gama de investigaciones orientadas a medir las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas. Dutton, quien en el año 1951 desarrolló una escala de actitudes hacia la aritmética es considerado pionero en este tema. Después, los trabajos de Aiken fueron las primeras escalas de actitudes hacia las matemáticas. En 1961, junto a Dreger crearon un instrumento tipo Likert compuesto por 20 ítemes que medía dos dimensiones: miedo y agrado hacia las matemáticas. En 1974 desarrolla una escala

de 40 ítemes e incluye dos nuevas dimensiones: agrado por las matemáticas y valor por las matemáticas. En 1979 crea una escala de 25 ítemes evolucionando a una escala multidimensional de cuatro factores; Gusto por las matemáticas, Motivación matemática, Valor-Utilidad de las matemáticas y Miedo a las matemáticas. En los instrumentos de medida elaborados por Aiken, que se observa en el autor una clara evolución hacia la consideración multidimensional de las actitudes hacia las matemáticas (Mato, 2006).

Luego, Fennema y Sherman en 1976 crearon una escala de 108 ítemes, un instrumento tipo Likert que consideraba nueve dimensiones; utilidad, disfrute, confianza, percepción de las actitudes del profesor, percepción de las actitudes de la madre, motivación, ansiedad, percepción de la actitud del padre y la matemática como dominio del hombre. “Esta escala ha sido objeto de amplios estudios de replicación, traducida a diferentes lenguas y modificada para ser aplicada a diferentes situaciones”. (Palacios, Arias y Arias, 2014, p.69)

Posteriormente, Auzmendi (1992) aporta un instrumento de 25 ítemes diferenciando cinco dimensiones: Utilidad, Ansiedad, Confianza, Agrado y Motivación.

En 1997, Bazán y Sotero crean un cuestionario tipo Lickert de 31 ítemes divididos en cuatro dimensiones: Afectividad, Aplicabilidad, Habilidad y Ansiedad. La escala estaba orientada a la medida de las actitudes de alumnos recién ingresados en la universidad.

Dentro de los estudios recientes, destacan Ursini, Sánchez y Orendain (2004) quienes construyeron una escala de actitudes hacia las matemáticas enseñadas con computadora; en ella incluyeron tres dimensiones: gusto por las matemáticas, gusto por las matemáticas enseñadas con ordenador y autoconfianza al trabajar las matemáticas. Gil, Blanco y Guerrero (2005) crearon un cuestionario compuesto por 52 ítemes sobre las creencias y actitudes del alumnado acerca de las matemáticas. Mato (2006) diseñó y validó una escala para evaluar las actitudes hacia las matemáticas en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. La escala constaba de 19 ítemes distribuidos en dos factores: La actitud del profesor percibida por el alumno y agrado y utilidad de las matemáticas en el futuro. Cardoso, Cerecedo y Ramos (2012) evaluaron las actitudes hacia la matemática de estudiantes que iniciaron estudios de posgrado de administración en México. El instrumento de 15

ítemes se organizó en cinco dimensiones: utilidad, confianza, agrado, motivación y ansiedad. Por último, destacar ampliamente el trabajo de Palacios, Arias y Arias (2014) quienes crean la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM), compuesta por 32 ítemes, la cual se presenta como “un instrumento de medida de las actitudes hacia las matemáticas sólido y robusto y de una gran utilidad potencial para su uso en niveles educativos no universitarios” (p.86). Esta escala fue propuesta bajo un escenario que consideraba la existencia de diversas escalas que presentaban, en general, índices de fiabilidad adecuados. Sin embargo, los valores psicométricos de las escalas habían sido obtenidos a partir de muestras pequeñas y con estudiantes provenientes principalmente de Enseñanza Secundaria Obligatoria. Es por esto, que los investigadores antes mencionados presentan una escala de actitudes hacia las matemáticas multidimensional con ítemes recogidos de la bibliografía al respecto adaptados a su contexto histórico cultural, con una muestra de gran tamaño de los niveles de Primaria, Secundaria y Bachillerato y con valores psicométricos obtenidos a partir tanto del planteamiento de la Teoría Clásica de los Tests como de los modelos de ecuaciones estructurales y de la Teoría de Respuesta a los Ítemes (Palacios, Arias y Arias, 2014).

Teniendo en cuenta la importancia de las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas, y la ausencia en Chile de instrumentos con suficientes evidencias tanto de validez como de fiabilidad que permitan medirla en estudiantes de enseñanza media, el presente estudio plantea como principal propósito analizar las propiedades psicométricas de fiabilidad y validez de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) (Palacios, Arias y Arias, 2014) en una población de estudiantes chilenos. Se espera que esta investigación sea un aporte para la didáctica de la matemática en nuestro país al presentar un instrumento que cumpla con suficientes niveles de validez y fiabilidad cuya utilización futura permita avanzar en el análisis e intervención de la dimensión afectiva en el aprendizaje de las matemáticas.

Objetivo General

Analizar las propiedades psicométricas de fiabilidad y validez de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) en una muestra de estudiantes chilenos de enseñanza media.

Método

Participantes

La muestra se seleccionó mediante un método no probabilístico que dependió principalmente de la accesibilidad de la escuela y la disposición de los directivos a participar de la investigación.

Participaron de este estudio 420 estudiantes chilenos (46% hombres y 56% mujeres) de 1° a 4° medio de cinco colegios urbanos. Las edades de los participantes varían entre los 13 y los 19 años siendo 16 años la edad promedio. Las dependencias de las unidades educativas corresponden a 2 establecimientos municipales, 2 particulares subvencionados y 1 colegio particular pagado. La totalidad de estudiantes provenientes del sistema municipal representa un 52% de la muestra, mientras que el 37% proviene de establecimientos particulares subvencionados y el 11% pertenece a un establecimiento de dependencia particular.

Instrumentos

Se aplicaron dos instrumentos de auto-informe.

Cuestionario Sociodemográfico, que busca recoger información sobre los datos personales y sociodemográficos de los estudiantes participantes. La información solicitada incluye las variables colegio, especialidad, edad, sexo, ciudad y etnia. Se solicitó además al estudiante informar el promedio de matemática obtenido en el primer semestre del año en curso y señalar la asignatura preferida.

Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM), compuesta por 32 ítems, los cuales se dividen en cuatro factores. El primer factor Percepción de la incompetencia matemática, está formado por 12 ítems y explica el 43% de la varianza común. Los ítems están relacionados con la percepción de incapacidad, torpeza, confusión, dificultad y expectativas de fracaso. El segundo factor Gusto por las matemáticas, contiene 12 ítems y explica el 7.5% de la varianza común. Los ítems se refieren a emociones positivas suscitadas por el estudio de las matemáticas. El tercer factor Percepción de utilidad, está formado por cuatro ítems referidos a la utilidad y necesidad de las matemáticas. Explica el 4.9% de la varianza común. El cuarto factor Autoconcepto matemático, está formado por cuatro ítems y explica el 4.2% de la varianza común. Los ítems hacen referencia

a la concepción que el estudiante tiene de sí mismo como hábil y capaz para el estudio de las matemáticas. La consistencia interna del instrumento fue estimada mediante el cálculo de la modalidad ordinal de los coeficientes alfa de Cronbach y Theta que se presentarán por subescala en este orden respectivo. Los coeficientes de Percepción de la incompetencia matemática son 0.887 y 0.918, Gusto por las matemáticas 0.921 y 0.941, Percepción de utilidad presenta coeficientes de 0.678 y 0.779 y Autoconcepto matemático 0.679 y 0.737 respectivamente. La consistencia interna de la escala global se determinó mediante el cálculo del coeficiente alfa estratificado; = 0.949, así como los coeficientes Omega de McDonald; = 0.939 y glb (greatest lower bound); = 0.965. (Palacios, Arias y Arias, 2014)

Procedimientos

La adaptación lingüística de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) se realizó a través del juicio de expertos. Participaron en esta adaptación dos profesores de matemática de enseñanza media y una profesora de lenguaje de enseñanza media. El cuestionario sociodemográfico fue redactado en base a preguntas que permitían responder a los objetivos del estudio. El proceso de aplicación de los instrumentos a los estudiantes fue realizado en horarios de clases previamente acordados con los directores y/o jefes de unidad técnico pedagógica de los establecimientos. Con anterioridad a la toma de datos, se obtuvieron asentimientos o consentimientos informados según edad de los estudiantes, consentimientos para padres y autorizaciones de los directores de los centros educativos correspondientes. Los estudiantes respondieron los instrumentos de manera voluntaria y anónima.

Análisis de datos

El análisis de datos se realizó utilizando el programa estadístico SPSS que permite importar bases de datos cuantitativos. Se realizó un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) para determinar la validez de constructo mediante el software FACTOR 8 que, a diferencia de otros programas, admite la realización de análisis exploratorios tanto de variables dicotómicas como politómicas (Seva y Piera, 2012). Para evaluar la factibilidad del AFE se analizaron las correlaciones existentes entre los ítems de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) y se revisó la adecuación muestral con el estadístico de Bartlett y la prueba estadística de Kaiser-Meyer-Olkin.

Se utilizó el criterio de Kaiser-Gutman para la extracción del número de factores de la Escala. El análisis de la correspondencia entre los factores y los ítemes se realizó utilizando como criterio de retención las saturaciones mayores o iguales a .3 en el factor correspondiente a la propuesta original de la escala. Asimismo, el criterio de eliminación fue saturaciones mayores o iguales a .3 en un factor distinto a lo propuesto por los autores de EAM o bien, saturaciones mayores o iguales a .3 en más de un factor.

La consistencia interna de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) se realizó mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach para cada uno de los factores que componen la escala. Como criterio de retención se utilizó una fiabilidad mayor a .6.

Por último, para conocer los efectos de la variable actitud sobre el rendimiento académico se utilizó la prueba T-student. La magnitud de las diferencias obtenidas se analizó utilizando el valor estadístico de Cohen. Como indicador del rendimiento académico, se consideró el promedio en matemática obtenido por los estudiantes en el primer semestre del año 2017. Dicha variable fue dicotomizada para facilitar el análisis y su correlación con las puntuaciones de la EAM. Es así como se creó la variable rendimiento bajo para agrupar los promedios en matemática menores a 4.0 y la variable rendimiento adecuado para los promedios mayores o iguales a 4.0.

Resultados

Análisis Factorial Exploratorio

El análisis de la matriz de datos indicó la existencia de correlaciones significativas y moderadas entre los ítemes de la EAM. Al respecto, el estadístico de Bartlett significativo = 8642.6; $p < .001$ y los resultados de la prueba estadística de Kaiser-Meyer-Olkin ($KMO = .96220$) permitieron fundamentar la realización del Análisis Factorial Exploratorio. La estructura factorial de la escala se realizó mediante el criterio de Kaiser-Gutman, el cual sugirió la extracción de 4 factores que explican el 62% de la varianza común de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) y que, además, se corresponden con el número de factores de la propuesta teórica original (Palacios, Arias y Arias, 2014). El análisis de la Matriz de rotación (ver tabla 1) arrojó algunas inconsistencias entre los resultados de las cargas factoriales de los ítemes y la pertenencia del factor original. En el

factor 1 *Percepción de utilidad* que según la propuesta original estaba compuesto por los ítems 25 al 28, se observa que los ítems 29 y 30 también presentan una carga mayor a .3. Con respecto al factor 2 *Autoconcepto matemático* que según los autores estaba compuesto por los ítems 29 al 32, se observa que el ítem 24 presenta una carga mayor a .3 y los ítems 29 y 30 presentan cargas cruzadas con el factor 1. En el factor 3 *Gusto por las matemáticas*, que según la propuesta original debía estar compuesto por los ítems 13 al 24, observamos que el factor 24 presenta una carga menor a .3 posicionándose de manera inconsistente en el factor 2. En relación al factor 4 *Percepción de la incompetencia matemática*, las cargas factoriales de los ítems presentan valores consistentes con la propuesta teórica original, presentando saturaciones mayores o igual a .3 desde el ítem 1 a 12.

Considerando los resultados, se realizó un nuevo análisis factorial eliminando aquellos ítems que presentaron un ajuste psicométrico inadecuado (ítems 20, 22, 24 y 32).

Tabla N° 1
Matriz de carga rotativa

Variable	F 1	F 2	F 3	F 4
V 1	-.117	.167	.028	.647
V 2	-.130	.130	-.033	.812
V 3	-.175	.098	.135	.763
V 4	-.120	.109	-.096	.852
V 5	-.041	-.019	.021	.868
V 6	.009	.041	-.035	.807
V 7	.050	.078	-.131	.812
V 8	.054	-.004	-.023	.822
V 9	.002	-.002	.079	.644
V 10	.107	.065	-.108	.854
V 11	.152	.041	-.165	.830
V 12	.157	-.044	.128	.667
V 13	-.063	.023	.900	-.059
V 14	-.086	.105	.964	-.209
V 15	-.095	.063	.822	-.197
V 16	.090	-.094	.514	.203
V 17	.131	.130	.722	-.293

V 18	.036	-.261	.623	.229
V 19	.001	.108	.743	.030
V 20	-.006	-.126	.349	.459
V 21	-.018	.225	.568	.069
V 22	.128	-.153	.604	.265
V 23	.223	-.141	.375	.260
V 24	-.015	.351	.234	.242
V 25	.629	-.042	-.007	.073
V 26	.613	.244	-.115	-.085
V 27	.310	-.082	.243	.076
V 28	.466	-.019	-.013	.202
V 29	.588	.798	-.067	-.191
V 30	.561	.692	-.082	-.186
V 31	.034	.476	.143	.116
V 32	.161	.367	.255	.041
<i>Fuente: Elaboración propia</i>				

Para el segundo análisis realizado con 28 ítemes, el estadístico de Bartlett significativo = 7464.1; $p < .001$ y los resultados de la prueba estadística de Kaiser-Meyer-Olkin ($KMO = .95800$) permitieron fundamentar la realización del Análisis Factorial Exploratorio. En la Tabla 2 se observa que según el criterio de Kaiser-Gutman se extraen nuevamente 4 valores propios mayores que la unidad. Estos explican el 64% de la varianza común de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) y se condicen con el número de factores de la propuesta teórica original.

Tabla N° 2
Extracción de factores mediante el criterio de Kaiser-Gutman (AFE final)

Ítem	Valores propios	Proporción de varianza	Proporción de varianza acumulada
1	1.263.900	.45139	.45139
2	209.357	.07477	.52616
3	178.509	.06375	.58992
4	128.233	.04580	.63571
5	.92593	.03307	
6	.87239	.03116	
7	.70978	.02535	
8	.63570	.02270	
9	.59433	.02123	
10	.56005	.02000	
11	.51696	.01846	
12	.48878	.01746	
13	.48537	.01733	
14	.45578	.01628	
15	.42312	.01511	
16	.40732	.01455	
17	.35610	.01272	
18	.34210	.01222	
19	.31798	.01136	
20	.29386	.01050	
21	.28422	.01015	
22	.26594	.00950	
23	.25317	.00904	
24	.23360	.00834	
25	.22016	.00786	
26	.19267	.00688	
27	.18433	.00658	
28	.18039	.00644	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3 se observa la matriz de rotación. En ella se aprecia que en el factor 1, correspondiente a la dimensión Gusto por las matemáticas compuesta por los ítems 13 al 24 según la propuesta original de la escala, existe congruencia en los ítems exceptuando el 23 que presenta una carga cruzada con el factor 3. Con respecto al factor 2 que corresponde a la dimensión Percepción de la incompetencia matemática se observan saturaciones mayores o iguales a .3 desde el ítem 1 a 12, lo que se condice con la propuesta inicial de los autores. En relación al factor 3, referido a la dimensión Percepción de utilidad que abarca los ítems 25 al 28 de la escala original, se observa que el ítem 23 presenta una saturación igual a .3 en este factor y a la vez presenta una carga cruzada con el factor 1 y por último, en el factor 4, que según los autores estaba compuesto por los ítems 29 al 32 pertenecientes a la dimensión Autoconcepto matemático, se observa que las cargas factoriales de los ítems (sin considerar el ítem 32 que fue eliminado anteriormente) presentan valores consistentes con la propuesta teórica original.

Tabla N° 3
Matriz de carga rotativa (AFE final)

Variable	F 1	F 2	F 3	F 4
V 1	.073	.724	-.168	.076
V 2	.000	.883	-.182	.064
V 3	.164	.826	-.169	-.006
V 4	-.061	.905	-.145	.035
V 5	.025	.857	.050	-.098
V 6	-.022	.808	.058	-.032
V 7	-.116	.823	.042	.037
V 8	-.029	.802	.113	-.045
V 9	.081	.640	.042	-.040
V 10	-.091	.850	.088	.057
V 11	-.164	.805	.161	.035
V 12	.111	.614	.222	-.037
V 13	.887	-.028	-.019	-.024
V 14	.973	-.144	-.086	.035
V 15	.835	-.148	-.054	-.032
V 16	.477	.160	.165	-.066
V 17	.712	-.240	.126	.058
V 18	.521	.147	.216	-.215
V 19	.743	.082	.002	.048
V 21	.582	.167	-.078	.131
V 23	.307	.187	.300	-.068
V 25	-.057	-.057	.756	-.031
V 26	-.097	-.096	.528	.222
V 27	.208	-.010	.446	-.104
V 28	-.043	.100	.569	-.021
V 29	.023	-.010	.060	.894
V 30	-.003	-.030	.103	.761
V 31	.209	.289	-.162	.330

Fuente: Elaboración propia

Nivel de validez convergente de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) mediante la correlación con el rendimiento en matemática

En la Tabla 4 es posible observar que en la dimensión *Percepción de la incompetencia matemática* existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones obtenidas por los estudiantes con adecuado rendimiento en matemática y las obtenidas por estudiantes con rendimiento bajo (t-student = -9.696; $p < .001$). Estas diferencias pueden ser interpretadas como grandes según Morales (2008), según el valor estadístico de Cohen (2.87). En la dimensión *Gusto por las matemáticas* se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones obtenidas por los estudiantes con adecuado rendimiento en matemática y las obtenidas por estudiantes con bajo rendimiento (t-student= 5.001; $p < .001$). Estas diferencias se interpretan como grandes (Morales, 2008) según el valor estadístico de Cohen (1.53). En la dimensión *Percepción de utilidad* hay diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones obtenidas por los estudiantes con adecuado rendimiento en matemática y las obtenidas por estudiantes con rendimiento bajo (t-student= -3.934; $p < .001$). Estas diferencias se interpretan como pequeñas (Morales, 2008) según el valor estadístico de Cohen (.39). Esto permite interpretar que de las cuatro dimensiones de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM), la percepción de utilidad es la que menos influye en el rendimiento en matemática de los estudiantes. Por último, en las puntuaciones obtenidas en la dimensión *Autoconcepto matemático* se observan diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes obtenidos por los estudiantes con adecuado rendimiento y aquellos que obtienen un rendimiento bajo (t-student= 6.261; $p < .001$). Estas diferencias se interpretan como moderadas (Morales, 2008) según el valor estadístico de Cohen (.63).

Tabla N° 4
Comparación de medias (t-test) de las dimensiones de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) según rendimiento académico

Dimensiones	Rendimiento		Media	T student	Valor <i>p</i>
	dicotomizado ⁴	N			
Percepción de incompetencia matemática	Adecuado rendimiento	355	30,39	-9.696	p < .001
	Bajo rendimiento	35	47,63		
Gusto por las matemáticas	Adecuado rendimiento	355	25,01	5.001	p < .001
	Bajo rendimiento	35	21,20		
Percepción de utilidad	Adecuado rendimiento	361	10,72	-3.934	p < .001
	Bajo rendimiento	34	12,41		
Autoconcepto matemático	Adecuado rendimiento	358	11,24	6.261	p < .001
	Bajo rendimiento	34	8,18		

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la fiabilidad compuesta de las dimensiones de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM).

El análisis de la fiabilidad de los datos se llevó a cabo mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach. Se obtienen adecuadas evidencias de fiabilidad en los cuatro factores de la EAM. En el factor *Percepción de la incompetencia matemática* se obtiene un valor de .956, en *Gusto por las matemáticas*, el valor corresponde a .770, en el factor *Percepción de utilidad*, se obtiene un valor de alfa de Cronbach de .674 y en el factor *Autoconcepto matemático* se presenta una alfa de Cronbach .761.

Discusión

En un contexto donde los resultados obtenidos por los estudiantes en matemática representan un problema latente en los últimos años, resulta especialmente importante

⁴ La variable rendimiento bajo considera los promedios en matemática menores a 4.0 y la variable rendimiento adecuado los promedios mayores o iguales a 4.0.

abordar la dimensión afectiva del aprendizaje de las matemáticas. Por ello, y ante la necesidad de medir esta dimensión, la presente investigación contribuye con la adaptación y validación en una muestra chilena, de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM), creada y validada en España por Palacios, Arias y Arias en el año 2014.

La adaptación lingüística de la EAM realizada bajo juicio de expertos, se centró en el análisis de cada ítem a fin de que puedan ser entendidos por estudiantes chilenos. De esta manera, se obtuvo la versión de la EAM que fue aplicada a todos los estudiantes de la muestra.

Los resultados de la validación de la EAM dan cuenta de un instrumento que se adapta a la realidad chilena con algunas modificaciones producto del análisis psicométrico efectuado. Se realizaron dos Análisis Factoriales Exploratorios; el primero mantuvo la estructura factorial de la escala en su propuesta original compuesta por cuatro factores; *Percepción de la incompetencia matemática*, *Gusto por las matemáticas*, *Percepción de utilidad* y *Autoconcepto matemático*, pero se determinó eliminar 4 ítems (20. Las matemáticas son un problema; 22. Toca clase de matemáticas ¡Qué horror!; 24. Las matemáticas son fáciles; 32. Para mis profesores de matemáticas soy un buen alumno) porque presentaron una saturación mayor o igual a .3 en un factor distinto de la propuesta original o bien, porque presentaron cargas cruzadas (saturaciones mayores o iguales en más de un factor). Esto debido a que posiblemente resultaron confusos para los estudiantes. El segundo Análisis Factorial realizado con 28 ítems, confirmó la retención de cuatro factores y relacionó la correspondencia de los factores y los ítems de acuerdo a lo propuesto por los autores (Palacios, Arias y Arias, 2014) a excepción del ítem 23 (No soporto estudiar matemáticas, incluso las partes más fáciles) que debiendo pertenecer al factor *Gusto por las matemáticas* según la propuesta original de la escala, presenta una carga cruzada (.307 en *Gusto por las matemáticas* y .3 en *Percepción de utilidad*). Luego de reflexionar la pertinencia de este ítem se decide mantenerlo ya que si bien, no cumple estrictamente con los criterios de retención establecidos, es considerado válido por su contenido, el cual es congruente con el constructo de actitud hacia las matemáticas que define la EAM. De esta forma, los resultados obtenidos permiten establecer que Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) cumple con niveles adecuados de validez de constructo; cuatro factores correlacionados: *percepción de la incompetencia matemática*, *gusto por las matemáticas*, *percepción de utilidad* y *autoconcepto matemático*. La EAM, en su propuesta validada en Chile, se presenta como un instrumento que confirma la

estructura factorial del constructo de Actitudes hacia las matemáticas, la cual se ha venido esclareciendo en los últimos años.

La versión final de la escala quedó formada por 28 ítemes agrupados en cuatro factores. El factor *Percepción de la incompetencia matemática* compuesta por 12 ítemes que explican un 7% de la varianza común. En la propuesta original este valor correspondía a un 43,2%. Los ítemes que comprende este factor están relacionados con la “percepción de incapacidad, torpeza, confusión, dificultad y expectativas de fracaso”. (Palacios, Arias y Arias, 2014, p. 79). El factor *Gusto por las matemáticas* quedó formado por 9 ítemes que explican el 45,1% de la varianza común de la escala. Este valor correspondía a un 7,5% en la propuesta original. Los ítemes de este factor se refieren a “emociones positivas suscitadas por el estudio de las matemáticas, percepción de facilidad y comodidad en la resolución de problemas matemáticos” (Palacios, Arias y Arias, 2014, p. 79). Con respecto al factor *Percepción de utilidad* quedó compuesta por 4 ítemes que explican un 6,3% de la varianza común de la escala. En la propuesta original de la EAM, este factor explicaba un 4,9%. Los ítemes que componen este factor se refieren a “la utilidad y necesidad de las matemáticas” (Palacios, Arias y Arias, 2014, p. 79). Por último, el factor de *Autoconcepto matemático* quedó formado por 3 ítemes referidos a la “concepción que el estudiante tiene de sí mismo como hábil y capaz para el estudio de las matemáticas” (Palacios, Arias y Arias, 2014, p. 79). Este factor explica un 4,5% de la varianza común de la EAM, valor similar a la propuesta original (4,2%).

La presente investigación demuestra que la actitud hacia las matemáticas y el rendimiento en esta asignatura están relacionados de manera directa y positiva. Estos resultados, son absolutamente congruentes con los hallazgos obtenidos por diversos autores (Bazán, Espinosa y Farro, 2002; Cueto, Andrade y León, 2003; Morales y García, 2013) quienes han demostrado empíricamente la relación entre estos dos conceptos. Al respecto, Morales, Sánchez y Roldan (2010) demuestran que “los alumnos que tienen actitudes positivas hacia el aprendizaje matemático tienen mejores calificaciones y su rendimiento académico es sobresaliente” (p.462). En consecuencia, Gil, Blanco y Guerrero (2005) señalan como evidente en este sentido que, si un estudiante manifiesta sentimientos positivos hacia la materia puede condicionar el que pueda obtener un mayor éxito académico que otro que haya desarrollado actitudes negativas. En esta misma línea, es posible señalar que a pesar de la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones obtenidas por los estudiantes con adecuado rendimiento

en matemática y las obtenidas por estudiantes con rendimiento bajo en las cuatro dimensiones de la EAM, resulta importante destacar que en la dimensión *Percepción de la incompetencia matemática* se presenta la diferencia más amplia (t-student = -9.696; $p < .001$; Cohen 2.87). Estos resultados permiten orientar la reflexión hacia la importancia de que los estudiantes se sientan capaces de aprender matemática para obtener un rendimiento académico adecuado. Contrario a lo anterior, la dimensión *Percepción de utilidad* fue la que presentó la diferencia más pequeña (t-student = -3.934; $p < .001$; Cohen .39), es decir, para los estudiantes participantes de la investigación, la utilidad de las matemáticas no parece ser muy cuestionada, por ende, aunque existen diferencias estadísticamente significativas, los estudiantes con bajo y adecuado rendimiento consideran que las matemáticas son útiles. La evidencia empírica existente en este aspecto refuerza la relación entre la utilidad otorgada por los estudiantes a las matemáticas y el rendimiento que obtienen en esta materia. Al respecto, Gil, Blanco y Guerrero (2005) señalan que la “percepción de la utilidad de las matemáticas correlaciona con el rendimiento y su predicción” (p.18). Por otro lado, Mato y de la Torre (2009), señalan dentro de los hallazgos de su investigación realizada con alumnos peruanos de educación secundaria obligatoria que “existen diferencias significativas en cuanto a las medidas del factor “utilidad de las matemáticas” respecto, a todas las categorías del rendimiento” (p.297).

En cuanto a la fiabilidad de la EAM, los resultados obtenidos permiten afirmar que estamos en presencia de un instrumento que cumple con adecuados niveles de fiabilidad en sus cuatro factores; *Percepción de la incompetencia* (.956), *Gusto por las matemáticas* (.770), *Percepción de utilidad* (.674) y *Autoconcepto matemático* (.761). En consecuencia, la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) dispone de evidencias de fiabilidad suficientes que lo convierten en un instrumento sólido y confiable para medir las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes chilenos de enseñanza media.

El estudio presenta también algunos puntos débiles que podrían ser mejorados y constituir la base de futuras investigaciones en este campo. Por un lado, la muestra utilizada, si bien intenta considerar participantes de distintas dependencias, niveles educativos de enseñanza media, nivel socioeconómico, etc., es posible ampliarla considerando las garantías de potencia estadística y disminución del error de medida que otorga una muestra de gran tamaño. Asimismo, validar la EAM en otros niveles educativos podría ser de mucho interés y utilidad al permitir, por ejemplo, reforzar las actitudes positivas e intervenir las negativas en forma temprana si se piensa

en la aplicación de la EAM en los primeros niveles educativos. Por otro lado, la fiabilidad de la escala, puede complementarse con otras evidencias de fiabilidad, sobre todo con la comprobación de la estabilidad temporal de las puntuaciones.

Conclusiones

La presente investigación tuvo por objetivo general analizar las propiedades psicométricas de fiabilidad y validez de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) en una muestra de estudiantes chilenos de enseñanza media. Los resultados obtenidos permiten afirmar que la EAM se adapta a la realidad chilena demostrando suficientes evidencias tanto de validez como fiabilidad.

Las propiedades psicométricas de la EAM refuerzan la estructura factorial del constructo Actitudes hacia las Matemáticas propuesta por los autores originales de la escala (Palacios, Arias y Arias, 2014). La versión final del instrumento validado en Chile mediante el presente estudio, implica la existencia de cuatro factores correlacionados; *Percepción de la incompetencia matemática* compuesta por 12 ítemes, *Gusto por las matemáticas* que contiene 9 ítemes, *Percepción de utilidad* compuesta por 4 ítemes y *Autoconcepto matemático* formado por 3 ítemes. Las evidencias de fiabilidad presentadas por la EAM, se consideran suficientes y adecuadas, por ende, es posible afirmar que la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) es un instrumento confiable cuya proyección en el ámbito educativo la convierten en una potente herramienta para conocer las actitudes hacia las matemáticas de estudiantes de enseñanza media ya sea en etapa diagnóstica, de proceso o final.

La investigación comprueba la evidencia empírica existente respecto de la relación entre actitud hacia las matemáticas y el rendimiento en la asignatura, la cual fundamenta que estudiantes con buena actitud hacia las matemáticas obtienen mejores resultados que aquellos que tienen una actitud desfavorable.

Por último, los resultados de este estudio y sus limitaciones, dejan abierta la posibilidad a la realización de futuras investigaciones relacionadas con medir las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas, situando a la dimensión afectiva como un factor necesario en la enseñanza y el aprendizaje de esta asignatura.

REFERENCIAS

- Agencia de Calidad de la Educación. (2015). *Reporte de calidad evolución de los indicadores de calidad de la educación en Chile*. Recuperado de http://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/uploads/2016/02/Estudio_Reporte_de_calidad.pdf
- Agencia de Calidad de la Educación. (2017). *Informe de Resultados Nacionales TIMSS 2015*. Recuperado de http://archivos.agenciaeducacion.cl/TIMSS_V03_27MAR.pdf
- Bazán, J., Espinosa, G., y Farro, C. (2002). *Rendimiento y actitudes hacia la matemática en el sistema escolar peruano*. Recuperado de <https://www.ime.usp.br/~jbazan/download/13c.pdf>
- Callejo, M. (1994). *Un club matemático para la diversidad*, Madrid, España: Narcea, S.A de Ediciones.
- Cardoso, E., Cerecedo, M. y Ramos, J. (2012). Actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes de posgrado en administración: Un estudio diagnóstico. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2431/243125410004.pdf>
- Cueto, S., Andrade, F., y León, J. (2003). Las actitudes de los estudiantes peruanos hacia la lectura, la escritura, la matemática y las lenguas indígenas. *GRADE, Ministerio de Educación*. Recuperado de <http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/155/064.%20Las%20actitudes%20de%20los%20estudiantes%20peruanos%20hacia%20la%20lectura,%20la%20escritura,%20la%20matem%C3%A1tica%20y%20las%20lenguas%20ind%C3%ADgenas.pdf?sequence=1>
- Espinoza, L., Barbé, J. y Gálvez, G. (2011). Limitaciones en el desarrollo de la actividad matemática en la escuela básica: el caso de la aritmética escolar. *Estudios Pedagógicos XXXVI*. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/estped/v37n1/art06.pdf>
- Espinoza, L., Matus, C., Barbe, J., Fuentes, J. y Márquez, F. (2016). Qué y cuánto aprenden de matemáticas los estudiantes de básica con el Método Singapur:

- evaluación de impacto y de factores incidentes en el aprendizaje, enfatizando en la brecha de género. *Calidad en la educación*, Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/caledu/n45/art04.pdf>
- Gil, N., Blanco, L. y Guerrero, E. (2005). El dominio afectivo en el aprendizaje de las matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *Unión Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. Recuperado de http://www.fisem.org/www/union/revistas/2005/2/Union_002_004.pdf
- Gil, N., Guerrero, E. y Blanco, L. (2006). El dominio afectivo en el aprendizaje de las Matemáticas. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=293123488003>
- Gómez, I. (2009). Actitudes matemáticas: propuestas para la transición del bachillerato a la universidad. *Educación matemática*. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-58262009000300002&lng=es&tlng=es.
- Hidalgo, S., Maroto, A., Marbán, J., Palacios, A., y Palacios, 2015. Diseño de una escala multidimensional para el estudio del dominio afectivo emocional en matemáticas. *XIV CIAEM-IACME*. Recuperado de http://xiv.ciaem-redumate.org/index.php/xiv_ciaem/xiv_ciaem/paper/viewFile/438/202
- Martínez, O. (2008). Actitudes hacia la matemática. *Sapiens Revista Universitaria de Investigación*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/410/41011135012.pdf>
- Mato, M. (2006). *Diseño y validación de dos cuestionarios para evaluar las actitudes y la ansiedad hacia las matemáticas en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria*. (Tesis doctoral). Universidad de A Coruña, España.
- Mato, M. y de la Torre, E. (2009). Evaluación de las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento académico. En González, María José; González, María Teresa; Murillo, Jesús (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 285-300). Santander: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM. Recuperado de http://funes.uniandes.edu.co/1654/1/307_Mato2009Evaluacion_SEIEM13.pdf

- Morales, L. y García, O. (2013). La Afectividad de la Inteligencia. *Formación universitaria*. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062013000500002&script=sci_abstract
- Morales, L., Sánchez, J. y Roldán, H. (2010). Influencia de la Actitud en el rendimiento académico en matemática con estudiantes universitarios. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/4602/1/MoralesInfluenciaALME2010.pdf>
- OCDE (2015). *Informe PISA 2015*. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- Palacios, A., Arias, V., y Arias, B. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: construcción y validación de un instrumento para su medida. *Revista de Psicodidáctica*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/261703389_Las_actitudes_hacia_las_matematicas_construccion_y_validacion_de_un_instrumento_para_su_medida
- Sadovsky, P. (2005). *Enseñar matemática hoy: Miradas, sentidos y desafíos*. Buenos Aires, Argentina: Libros del Zorzal.
- Seva, L. y Piera, P. (2012). Manual of the Program FACTOR. Recuperado de <http://psico.fcep.urv.es/utilitats/factor/>
- Triandis, H. (1971). *Attitude and attitude change*. New York: Wiley.
- Ursini, S., Sánchez, G. y Orendain, M. (2004). Validación y confiabilidad de una escala de actitudes hacia las matemáticas y hacia las matemáticas enseñadas con computadora. *Educación Matemática*, 16(3), 59- 78.
- Valdéz, E. (2000) Rendimiento y Actitudes. *La problemática de las matemáticas en la escuela secundaria*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Zarragaza, A. (2006). La actitud hacia las matemáticas y el rendimiento académico. *Memorias*. Recuperado de <http://circle.adventist.org/files/descarga/Actitudmat.pdf>