

Validación de un cuestionario sobre actitudes hacia las matemáticas de estudiantes preuniversitarios

Antonio Humberto Closas

Universidad Nacional del Nordeste (Argentina)

Stella Nora Gatica y Juan Antonio Renaudo

Universidad Nacional de San Luis (Argentina)

Resumen: *En este trabajo nos hemos fijado como objetivo principal llevar a cabo la validación empírica de un cuestionario sobre actitudes hacia las matemáticas. El estudio se realizó utilizando una muestra compuesta por 215 jóvenes, ingresantes en el año 2009 a distintas carreras que se imparten en la Universidad Nacional de San Luis, Argentina, con una media de 18.64 años ($DE = 2.43$). Los resultados indican que el instrumento evaluado posee una aceptable fiabilidad y validez de constructo, así como predictiva respecto del rendimiento académico, por lo que puede considerarse una prueba apropiada para medir el concepto objeto de interés.*

Palabras clave: *actitud, matemáticas, evaluación, preuniversitarios, rendimiento.*

Validation of a questionnaire on attitudes towards mathematics in pre-university students

Abstract: *We have set as a main aim for this work to carry out the empiric validation of a questionnaire about attitudes towards Mathematics. The research was done using a sample made up of 215 young people, entering different careers taught at the National San Luis University, Argentina in 2009, with an average age 18.64 years old ($SD = 2.43$). The results show that the tested instrument is trustworthy and valid as a construct, as well as predictable of the academic performance; for this reason, it can be considered as an appropriate test to measure the concept object of interest.*

Key words: *Attitude, Mathematics, testing, entering university, academic performance.*

INTRODUCCIÓN

En la enseñanza superior, la permanencia, la graduación con un rendimiento académico de calidad y la deserción, son temas de suma trascendencia y actualidad que generan profundas preocupaciones en las autoridades y en los diferentes sectores educativos de nuestro país. Sin embargo, a pesar que estas problemáticas de manera permanente son abordadas por quienes en mayor o menor medida participan en la educación formal, los niveles de abandono, especialmente en primer año de aquellas carreras en las cuales las matemáticas se caracterizan por desempeñar un papel relevante, siguen siendo elevados. Por inconvenientes de distinta índole y origen, los alumnos dejan sus estudios en esta etapa –lo que conlleva un costo social considerable–, siendo una de las causas más frecuente la imposibilidad de aprobar esta asignatura.

Existe en el imaginario colectivo de los alumnos que las asignaturas del área de matemáticas son las más difíciles de superar y, en consecuencia, son las que más influyen en las deserciones. Es un hecho constatado que los alumnos acceden a la Universidad con una preparación deficiente en general y particularmente en matemáticas, tanto que no les permite entender las enseñanzas que tienen lugar en este nivel superior y, en consecuencia, no pueden aprender. Ésta es una disciplina tal que los conocimientos que se adquieren tienen que fundamentarse en los anteriores; de manera que resulta prácticamente imposible comprender un concepto si el estudiante no conoce aquellos en los que éste se apoya.

La experiencia de algunos autores de este trabajo en el proceso de enseñanza de matemáticas en los cursos de nivelación para el ingreso universitario que se imparten en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales (FICES), de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL), les ha permitido observar que existe una importante distancia entre lo que opinan los teóricos de la educación y los docentes ocupados de ejercer la profesión en la instancia mencionada. Estas diferencias de opiniones se observan respecto de la importancia y utilidad que poseen las matemáticas, tanto desde el punto de vista de la formación general de la persona como de los conocimientos en sí mismos, y la actitud que los estudiantes tienen frente a esta asignatura, a priori poco favorable, que inferimos conlleva una valoración incorrecta de este tipo de conocimiento y de una ausencia total de conciencia respecto de su relevancia cognitiva y formadora.

SIGNIFICADO Y CONCEPTO DE ACTITUD

Existen diferentes significados, conceptualizaciones y descripciones relacionadas con el constructo objeto de interés. En principio, en el diccionario de la Real Academia Española (2001) se mencionan tres definiciones del concepto *actitud* (del latín *actitúdo*), una de las cuales indica que es la disposición de ánimo manifestada de algún modo (e.g., actitud benévola, pacífica, amenazadora, de una persona, de un partido, de un gobierno).

A su vez, de acuerdo con el diccionario Akal de Psicología (Doron y Parot, 1998), la noción de actitud califica una disposición interna del individuo frente a un elemento

del mundo social (grupo social, problema de sociedad, etc.) que orienta la conducta que adopta en presencia, real o simbólica, de este elemento. La mayoría de los autores concibe una actitud como una estructura tridimensional integrada que tiene un carácter a la vez cognitivo (juicios, creencias y saberes), afectivo (sentimientos favorables o desfavorables), y conativo (tendencia de acción), siendo esta última componente la que predeciría mejor el comportamiento del individuo.

En líneas generales, las actitudes son aquellas manifestaciones que expresan algún grado de aprobación o desaprobación, gusto o disgusto, acercamiento o alejamiento. Las actitudes son por tanto predisposiciones para actuar que el individuo tiene hacia determinado tema, materia, suceso o idea llamado usualmente *objeto de actitud* (Berliner y Calfee, 1996; Zabalza, 1994).

Las actitudes son adquiridas (Zabalza, 1994); nadie nace con predisposición positiva o negativa hacia algo. La forma en que se logran las actitudes es variada, proviniendo de experiencias positivas o negativas con el objeto de la actitud (por ejemplo, un profesor que explicaba muy bien o muy mal) y/o modelos (que pueden provenir de compañeros de clase, docentes, padres de familia, materiales impresos o de otra clase de estereotipos que difunden los medios de comunicación). Así, las actitudes se vuelven inevitables, todos las tenemos hacia aquellos objetos o situaciones a las que hemos sido expuestos.

El objeto de actitud es definido como cualquier entidad abstracta o concreta hacia la cual se siente una predisposición favorable o desfavorable. Por ejemplo, un estudiante frente a las matemáticas (objeto de actitud) puede mostrar una actitud favorable cuando dice que le gustan las clases de esta materia, hace sus tareas antes de jugar, cree que las matemáticas son importantes o muestra interés por leer libros de esta asignatura. Desde la perspectiva de Alemany y Lara (2010), la actitud puede determinar los aprendizajes y, a su vez, estos aprendizajes pueden mediar para la estabilidad o no de esta actitud.

Diversas investigaciones se han ocupado de la problemática objeto de este trabajo. Así por ejemplo, Bazán y Sotero (1998) reportan los resultados de un estudio psicométrico realizado mediante un cuestionario de actitudes hacia las matemáticas, aplicado a ingresantes en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. En el trabajo desarrollado, los autores pudieron constatar que no existe distinción por sexo en la actitud hacia las matemáticas, sólo hallaron diferencias en la dimensión aplicabilidad por especialidad y en los constructos afectividad y habilidad por edad.

Mato (2006), en su tesis doctoral, elabora cuestionarios y analiza actitudes y ansiedad hacia las matemáticas de alumnos de escuelas secundarias y cómo el rendimiento escolar puede verse influenciado por éstas. En el trabajo mencionado realiza un estudio en función de las variables: colegio, curso, sexo, nivel de formación y profesiones de los padres y de las madres. Sugiere que los docentes deberían, también, tener en cuenta los aspectos afectivos y motivacionales tanto como los elementos cognitivos y procedimentales de la instrucción.

Este fenómeno también fue investigado por Valdez (2000), quien reporta que en la escuela media, inicialmente las actitudes hacia las matemáticas son positivas pero con el transcurso del tiempo, el escaso éxito en las actividades relacionadas van debilitando la vitalidad y el interés de los alumnos.

A su vez, en el trabajo de Henríquez, Quiroz y Reumay (1996), se abordan algunos de los agentes externos (dados por el medio o por el contexto), e internos (reflexión personal), que influyen en las actitudes del alumno al enfrentar el proceso de aprendizaje de las matemáticas. Sostienen que una dificultad importante en el estudio de esta asignatura, es la falta de motivación para hacerlo, lo que se debe fundamentalmente a las actitudes negativas con las que el estudiante afronta el tratamiento de las matemáticas.

En relación con la última apreciación, se encuentra la opinión de Fontana (1989), quien luego de hacer un estudio de las diferencias de conducta (componente activo de la actitud) y de sus problemas, señala que entre las causas que los originan, se encuentran: el aburrimiento, el propósito deliberado de querer perturbar la clase o de molestar al profesor, la aptitud, el autoconcepto y la ausencia de éxitos.

Conocer y estudiar las causas que originan deficiencias en el dominio de las competencias matemáticas es una labor estratégica para proponer acciones que permitan mejorar la enseñanza de esta materia en los distintos niveles educativos. En particular, resulta interesante el estudio de la actitud que asumen los estudiantes, pues representa un factor influyente en el proceso de construcción y adquisición de las capacidades básicas que contribuyen al desarrollo del pensamiento matemático (Castro, 2002).

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

Con el fin de contar con un instrumento de medición que nos permita conocer, con cierta precisión y rigurosidad –tanto conceptual como técnica–, cuál es la actitud hacia la disciplina bajo análisis de los sujetos de la muestra (ingresantes en la FICES de la UNSL), nos proponemos principalmente en este estudio efectuar en el contexto citado la validación empírica del cuestionario estructurado de respuesta cerrada denominado Escala de actitudes hacia la Matemática (EAHM), desarrollado por Bazán (1997).

Recoger, observar y analizar los datos que deriven de la aplicación del instrumento descripto en el ámbito antes referido, genera ciertamente la posibilidad de contar con una prueba validada empíricamente en el espacio académico de la muestra. Este hecho es, sin duda, relevante puesto que permitirá adoptar decisiones o brindar explicaciones eficientes y eficaces acerca del fenómeno objeto de interés. También dará lugar a la posibilidad de estudiar de manera más ajustada ciertas asociaciones con otras variables relacionadas con los resultados educativos.

MÉTODOLÓGÍA

Participantes: debido a que nuestro interés radica en trabajar con una muestra en la cual su unidad se encuentre formada por la totalidad de los estudiantes que componen una entidad con definida personalidad como es el grupo-clase, hemos considerado adecuado –luego de estratificar la población en estudio (los estratos estuvieron representados por dos áreas: Ingeniería y Ciencias Económicas)– apelar al método de muestreo por

conglomerados. Por otra parte, en virtud de que nuestra propuesta reside en trabajar con un grupo particular de ingresantes, la selección de la muestra es de tipo no probabilístico de carácter intencional y accidental.

Área	Carrera	Alumnos	Edad
Ingeniería $n = 123$ $M = 18.50$ $DE = 2.33$	Ing. Industrial	$n = 44$ (12 m, 32 h)	$M = 19.05$ $DE = 3.31$
	Ing. Electromecánica	$n = 32$ (32 h)	$M = 18.13$ $DE = 1.41$
	Ing. Química	$n = 15$ (11 m, 4 h)	$M = 18.07$ $DE = 0.70$
	Ing. Agronómica	$n = 21$ (8 m, 13 h)	$M = 18.10$ $DE = 1.18$
	Ing. en Alimentos	$n = 11$ (8 m, 3 h)	$M = 18.82$ $DE = 2.68$
Cs. Económicas $n = 92$ $M = 18.83$ $DE = 2.54$	Contador Público	$n = 45$ (34 m, 11 h)	$M = 19.07$ $DE = 2.98$
	Lic. en Administración	$n = 47$ (30 m, 17 h)	$M = 18.59$ $DE = 2.05$
$n = 215$ (103 m, 112 h) $M = 18.64$ $DE = 2.43$			

Tabla 1. Detalles relativos a la muestra empleada en la investigación empírica

Finalmente, la muestra estuvo compuesta por un total de 215 sujetos (103 mujeres y 112 hombres) y fue seleccionada de una población de 295 alumnos ingresantes, en el año 2009, a la FICES de la UNSL, con una media de 18.64 años ($DE = 2.43$). Algunas de las características de la muestra utilizada en esta investigación, se ilustran en la Tabla 1.

Diseño

Esta investigación, de naturaleza *no experimental* básicamente, puede considerarse en una segunda etapa también *explicativa*. Si consideramos como criterio el tipo de información que se proporcionará y el modo de recogerla, el diseño es de estilo *descriptivo mediante encuesta*.

Por otra parte, en atención a la forma de administrar el instrumento de medición, en este estudio empleamos la *técnica del cuestionario*. A su vez, si tenemos en cuenta el marco donde se lleva a cabo, estaríamos hablando de una *investigación de campo*. Además, en razón de cómo se miden y analizan los datos, es una investigación de *línea cuantitativa*. Teniendo en cuenta la instancia de recolección de la información, este trabajo revela una estrategia de corte *transversal*.

En líneas generales, desde el ámbito de la confrontación teórica-empírica, podríamos señalar que la investigación responde a un proceso de carácter hipotético-deductivo, puesto que pretendemos comprobar si la conceptualización teórica de la cual partimos se ajusta a la realidad objeto de estudio, a través de la recolección de datos y su posterior análisis estadístico.

Procedimiento

Una vez seleccionada la muestra, la recogida de datos se llevó a cabo, en cada uno de los grupos-clase, en una única instancia. En primer lugar se les informó a los alumnos participantes que la aplicación del instrumento en cuestión respondía a un trabajo de investigación cuyo objetivo es evaluar un cuestionario sobre sus actitudes hacia las matemáticas. También se les indicó sobre la importancia de responder sinceramente a los distintos temas planteados, que sus respuestas tendrían un carácter estrictamente confidencial y que la participación en el estudio era una decisión totalmente voluntaria.

El momento temporal de este proceso fue el mes de marzo de 2009, más precisamente el día de inicio de clases y posteriormente a la evaluación diagnóstica sobre conocimientos generales elaborada por propedéutica de la UNSL. La aplicación del cuestionario EAHM la efectuaron los propios profesores, con el margen de tiempo adecuado en virtud de las consultas formuladas en la prueba (en promedio 20 minutos).

Instrumentos

El cuestionario que evaluamos en el contexto descripto está compuesto por 31 ítems agrupados en cuatro dimensiones: afectividad, aplicabilidad, habilidad y ansiedad (las tres primeras poseen 8 ítems cada una y la última contiene 7 ítems); su aplicación puede hacerse en forma individual o colectiva. Del total de ítems, 18 están formulados en sentido positivo (e.g., *las matemáticas son amenas y estimulantes para mí*) y 13 en sentido negativo (e.g., *las matemáticas usualmente me hacen sentir incómodo y nervioso*). Para la medición de las respuestas a los ítems se ha utilizado una escala de tipo Likert, en la que las opciones fueron valoradas de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo) puntos. En la prueba original (Bazán, 1997), los indicadores de fiabilidad y de validez fueron correctos y se calcularon a partir de los datos empíricos recogidos en una muestra de 256 sujetos. Los detalles acerca del análisis de las características psicométricas del instrumento y la discusión sobre si existen diferencias en la actitud bajo estudio considerando la edad, sexo y especialidad de ingreso, se encuentran disponibles en Bazán y Sotero (1998).

Asimismo, con el fin de evaluar la validez predictiva –mediante regresión logística– del cuestionario EAHM respecto del rendimiento académico, hemos utilizado como variable respuesta las calificaciones alcanzadas por los alumnos encuestados en la evaluación diagnóstica del año 2009 de la asignatura de matemáticas –variable dependiente de tipo dicotómica (aprobado/reprobado)–, las cuales fueron obtenidas a partir de los documentos estándar que existen al respecto (actas académicas de examen). Se han seleccionado las calificaciones puesto que son el criterio social y legal del rendimiento en el ámbito de las instituciones educativas. Por otra parte, es el indicador más utilizado en las investigaciones sobre el tema a pesar de la dispersión o falta de consenso de los diferentes centros e incluso entre los profesores de un mismo centro.

Técnica para el análisis de datos

Como podrá comprenderse, una vez que se dispuso del instrumento, el primer paso fue ponerlo a consideración de los profesores del área de matemáticas, a efectos de evaluar cualitativamente: a) la pertinencia del contenido de los ítems propuestos (*indicadores subjetivos de validez*) y b) el cuestionario en su conjunto (*indicadores de la validez factorial o estructural*). Las apreciaciones formuladas por un grupo de 10 docentes acerca del test objeto de evaluación tuvieron un porcentaje de coincidencia respecto del primer punto del 90% y de la clasificación de los ítems en las cuatro dimensiones de la EAHM del 85%. Sin duda, los análisis realizados en la línea de validez cualitativa (juicio de expertos y grado de acuerdo) fueron sumamente valiosos, a fin de minimizar los márgenes de error del instrumento de medición al momento de su utilización en nuestro espacio cultural. Sabido es que la validez de una prueba es un indicador del grado en que ésta es capaz de medir lo que realmente pretende medir, por lo que resulta relevante su evaluación tanto cualitativa como cuantitativa.

En segundo término, luego de construida la base de datos en formato electrónico a partir de la información obtenida por la aplicación del test, se llevaron a cabo diferentes análisis cuantitativos pertenecientes al dominio de la estadística descriptiva e inferencial y de la psicometría (algunos estadísticos centrales y de dispersión, correlación ítem-total, fiabilidad, análisis correlacionales, regresión logística y análisis factorial).

Los diversos cálculos realizados permitieron, por un lado, conocer el comportamiento de cada uno de los ítems que componen las categorías de la prueba y de cada una de sus dimensiones y, por otro, la fiabilidad y la validez de constructo del instrumento. En un momento intermedio –entre los análisis clásicos de correlación y factorial–, fue posible determinar la validez predictiva del cuestionario, así como la ecuación de regresión que mejor describía la asociación entre la variable criterio (rendimiento matemático) y las variables predictoras (dimensiones de la EAHM). En todos los casos, el procesamiento de los datos fue realizado con ayuda del programa informático SPSS 15.0.

RESULTADOS

Estudios iniciales de los ítems del cuestionario aplicado

En atención al propósito de esta investigación y a los análisis estadísticos que fueron anunciados en el apartado anterior, se presentan de forma sintética los resultados de aquellos indicadores que nos han parecido más convenientes calcular para caracterizar la muestra en los diferentes ítems¹ de la prueba aplicada.

1. Cabe indicar que las respuestas de aquellos ítems del cuestionario que tenían sentido negativo fueron revalorizados de 1 (totalmente de acuerdo) a 5 (totalmente en desacuerdo), al momento de realizar los análisis estadísticos. De esta manera, puntajes altos en las respuestas denotan mayor actitud positiva y puntajes bajos mayor actitud negativa hacia las matemáticas

En efecto, en la Tabla 2, puede apreciarse la *media*, la *desviación estándar*, la *correlación ítem-total* y el *coeficiente alfa de Cronbach*. Los dos primeros estadísticos son de mucha utilidad, puesto que cuando se analiza un conjunto de datos numéricos, el conocimiento de ambas medidas ayuda a comprender, entre otras cosas, la distribución de los datos de la muestra.

El tercero de los cuatro estadísticos mencionados (*correlación ítem-total*), recoge el grado de relación que cada uno de los ítems posee con el total de la dimensión a la que pertenece, lo que puede considerarse un indicador de su grado de discriminación. La fiabilidad es una de las características fundamentales de un test, una de las formas de evaluarla es a través del cuarto estadístico (*coeficiente alfa de Cronbach*) el cual indica la precisión o estabilidad de los resultados; señala la cuantía en que las medidas de la prueba están libres de errores casuales. Véase Tabla 2.

Llegados a este punto, creemos oportuno destacar algunos aspectos que surgen de la lectura de los valores que se encuentran en la tabla anterior, obtenidos a partir de los análisis efectuados sobre los datos muestrales.

En efecto, en primer término es importante mencionar que la *media*, la *desviación típica* y los coeficientes *alfa de Cronbach*, relativos a las distintas dimensiones de la EAHM, así como al total de la prueba, han resultado similares a los valores de estos estadísticos informados en el trabajo elaborado por Bazán y Sotero (1998); lo que era de esperar en atención a que no se realizaron modificaciones de ningún tipo en el texto de las preguntas ni en la estructura de la escala original.

En cuanto a las correlaciones entre cada uno de los ítems y la puntuación total de la dimensión a la que pertenecen, salvo algunas excepciones (nos referimos a los casos en los que el coeficiente r_{i-t} es inferior a .25), debemos señalar que en general son correctas. En promedio, las correlaciones más altas se observan en las subescalas denominadas en el instrumento Afectividad y Aplicabilidad, en menor medida se encuentran en la dimensión Habilidad, en tanto que los valores más bajos se hallan en la categoría Ansiedad.

Por otra parte, los resultados indican que el cuestionario utilizado puede considerarse un instrumento con una fiabilidad bastante aceptable puesto que los *coeficientes alfa* encontrados para el total de la prueba (.92), como para cada una de las dimensiones (véase Tabla 2), en todos los casos igualan o superan el criterio de .70 recomendado (Nunnally y Bernstein, 1994).

Respecto de los indicadores *alfa de Cronbach cuando se excluye el ítem*, podemos señalar que la situación es semejante a la detallada para los coeficientes de *correlación ítem-total*, en cuanto a que se observan los valores más altos en las dimensiones Afectividad (oscilan entre .68 y .79) y Aplicabilidad (varían de .63 a .75), valores algo menores en la subescala Habilidad (se hallan entre .63 y .72), mientras que los más bajos se encuentran en la dimensión Ansiedad (van de .50 a .70). Cada uno de los coeficientes obtenidos en esta instancia descriptiva del análisis de fiabilidad pueden considerarse correctos (aún los logrados para el último constructo), en atención al escaso número de elementos o ítems (entre 7 y 8) que participan al momento de formalizar sus respectivos cálculos.

Dimensión	Ítem	<i>M</i>	<i>DE</i>	Correlación ítem-total	α de Cronbach sin el ítem
Afectividad (8 ítems) <i>M</i> = 28.68 <i>DE</i> = 5.32 α = .79	Ítem 1	3.30	0.91	.56	.71
	Ítem 5	3.86	1.22	.53	.71
	Ítem 9	2.58	1.23	.43	.73
	Ítem 13	3.39	1.37	.55	.70
	Ítem 17	3.11	1.42	.22	.79
	Ítem 21	3.71	1.37	.63	.68
	Ítem 25	4.35	1.11	.28	.77
	Ítem 29	4.38	1.08	.49	.72
Aplicabilidad (8 ítems) <i>M</i> = 32.56 <i>DE</i> = 4.81 α = .77	Ítem 2	4.46	0.73	.55	.67
	Ítem 6	4.04	1.06	.43	.69
	Ítem 10	4.22	0.95	.51	.67
	Ítem 14	3.59	1.52	.28	.74
	Ítem 18	4.30	1.09	.57	.65
	Ítem 22	4.10	1.25	.36	.71
	Ítem 26	4.42	0.99	.64	.63
	Ítem 30	3.42	1.39	.24	.75
Habilidad (8 ítems) <i>M</i> = 26.38 <i>DE</i> = 4.57 α = .76	Ítem 3	2.78	1.10	.54	.63
	Ítem 7	2.96	1.26	.45	.66
	Ítem 11	2.89	1.09	.32	.70
	Ítem 15	3.95	1.11	.38	.68
	Ítem 19	3.46	1.12	.54	.63
	Ítem 23	3.06	1.07	.47	.65
	Ítem 27	4.42	0.98	.32	.69
	Ítem 31	2.85	1.12	.22	.72
Ansiedad (7 ítems) <i>M</i> = 24.43 <i>DE</i> = 4.20 α = .70	Ítem 4	3.55	1.20	.54	.50
	Ítem 8	2.84	1.19	.26	.62
	Ítem 12	3.80	1.14	.46	.54
	Ítem 16	3.41	1.05	.37	.57
	Ítem 20	3.92	1.27	.39	.57
	Ítem 24	2.81	1.25	.13	.70
	Ítem 28	4.11	1.15	.44	.55
EAHM (31 ítems) <i>M</i> = 112.04 <i>DE</i> = 14.27 α = .92					

Tabla 2. Estadísticos descriptivos, de correlación y de fiabilidad de los ítems medidos en prueba

Análisis correlacionales

En este apartado llevaremos a cabo análisis correlacionales (véase Tabla 3) entre las cuatro dimensiones que integran la prueba EAHM, así como entre éstas y la variable rendimiento académico. La primera razón por la que se realizan estos estudios radica en el hecho de que los coeficientes que se obtengan permitirán en principio, por un lado,

confirmar o no las relaciones que se presume existen entre los distintos constructos del cuestionario y, por otro, reconocer la presencia de asociaciones estadísticamente significativas entre éstos y los resultados académicos, con el fin de observar inicialmente la validez predictiva del cuestionario objeto de interés.

El segundo motivo de los análisis correlacionales reside en que está proyectado, luego de la siguiente etapa de este apartado, realizar un análisis factorial exploratorio con dichas categorías (a efectos de evaluar la validez de constructo de la prueba) y es siempre de utilidad examinar previamente las relaciones lineales que las mismas presentan (en principio, con el fin de seleccionar adecuadamente el procedimiento de rotación que se empleará al momento de solicitar la matriz de pesos factoriales).

De acuerdo con los resultados de la Tabla 3, puede afirmarse que la totalidad de las dimensiones que componen el cuestionario, como era de esperar, correlacionan de manera positiva y estadísticamente significativa (varían de .29 a .66, $p < .01$). No obstante, de estos seis valores, cuatro de ellos resultaron inferiores a los respectivos coeficientes encontrados en el estudio de Bazán y Sotero (1998), mientras los dos restantes fueron superiores ($r = .61$, escalas Afectividad y Aplicabilidad; $r = .54$, escalas Aplicabilidad y Habilidad). Más allá del valor que poseen los índices hallados, lo relevante es que resultaron significativos; es decir, pudo ser contrastada –a partir de los datos de la muestra– la existencia de correlaciones lineales entre los distintos pares de subescalas que componen el cuestionario bajo estudio.

También el total de los coeficientes de correlación biserial puntual entre las categorías de la EAHM y el rendimiento matemático resultaron estadísticamente significativos, algunos de ellos al nivel .01, como es el caso de los correspondientes a las subescalas Afectividad ($r_{bp} = .26$) y Aplicabilidad ($r_{bp} = .24$), y otros al nivel .05, como sucede con los índices de las dimensiones Habilidad ($r_{bp} = .20$) y Ansiedad ($r_{bp} = .15$).

A decir verdad, estábamos esperanzados en que los coeficientes de correlación entre las distintas categorías de la prueba y los resultados educativos fuesen mejores, en atención a que estudios importantes –como los realizados en EEUU entre 1994 y 1996 por la *National Assessment of Education Progress* (NAEP)– daban cuenta de la existencia de una relación significativa y directa entre las actitudes de los alumnos y el rendimiento en matemáticas. Sin embargo, lo destacable de los indicadores obtenidos en esta parte del estudio es que la presunción que teníamos al respecto; esto es, la presencia de asociación entre ambos constructos, pudo ser empíricamente comprobada. Esta apreciación nos lleva a sostener que, en principio, las distintas categorías de la EAHM serían de utilidad para configurar un modelo que permita clasificar en el futuro los resultados académicos (véase tabla 3).

Regresión logística

En vista de los resultados del análisis correlacional, hemos considerado adecuado emplear en la estimación del modelo de regresión logística el método “Introducir”, ingresando como variable criterio el Rendimiento matemático (de tipo dicotómica, 1 = aprobado y 0 = reprobado) y como variables explicativas o covariables las dimensiones Afectividad, Aplicabilidad, Habilidad y Ansiedad (por cierto, todas de tipo continuas).

	Afectividad	Aplicabilidad	Habilidad	Ansiedad	Rendimiento matemático
Afectividad	1	.61**	.66**	.49**	.26**
Aplicabilidad		1	.54**	.29**	.24**
Habilidad			1	.51**	.20*
Ansiedad				1	.15*
Rendimiento matemático					1

Tabla 3. Matriz de correlaciones

* $p < .05$ ** $p < .01$

Nota: Para cuantificar el grado de relación lineal entre dos dimensiones de la EAHM (variables continuas) se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. En cambio, para evaluar la asociación entre cada una de las dimensiones de la EAHM y el rendimiento matemático (variable dicotómica) empleamos el coeficiente de correlación biserial puntual.

En virtud de las opciones elegidas y de los datos de la muestra, el *modelo logit* obtenido presenta la siguiente ecuación:

$$p(\text{Rend. matemático}) = \frac{1}{1 + e^{-(13.09 + 0.09 \text{ Afectiv} + 0.11 \text{ Aplicab} + 0.12 \text{ Habilidad} + 0.15 \text{ Ansied})}}$$

La tabla *Variables en la ecuación*, que proporciona el programa SPSS 15.0, muestra los valores estimados para los coeficientes del modelo: $B_0 = -13.09$, $B_1 = .09$, $B_2 = .11$, $B_3 = .12$ y $B_4 = .15$; junto con sus respectivos p -valores asociados: .001, .01, .03, .03 y .04. Puede observarse que los p -valores asociados a los coeficientes B_1 , B_2 , B_3 y B_4 son inferiores a .05; por lo tanto, para un nivel de significación $\alpha = .05$, se rechaza la hipótesis de que dichos coeficientes son nulos y, en consecuencia, concluimos que las variables asociadas a los mismos (Afectividad, Aplicabilidad, Habilidad y Ansiedad, respectivamente) son relevantes a la hora de explicar el comportamiento de los resultados en matemáticas.

La tabla mencionada, además de los coeficientes de regresión (B_0 , B_1 , B_2 , B_3 y B_4) y de sus p -valores, presenta entre otras informaciones los respectivos estadísticos de *Wald*: 10.55, 5.62, 4.60, 4.23 y 3.38. El hecho de que todas las variables tengan un coeficiente positivo y un estadístico de *Wald* mayor a uno, nos lleva a pensar que cualquier incremento en los niveles de las variables independientes tendrá un efecto significativo sobre la variable respuesta. Esto revela que aquellos estudiantes que tienen puntajes altos en las respuestas a los ítems de cada una de las dimensiones que participan en el modelo, poseen mayores probabilidades de tener un correcto rendimiento académico.

Si aplicamos el modelo usando los datos correspondientes a un estudiante de la muestra que tenga valores superiores a la media en cada una de las dimensiones que

conforman la EAHM (e.g., Afectividad = 32, Aplicabilidad = 36, Habilidad = 30 y Ansiedad = 28), obtendremos:

$$p(\text{Rend. matemático}) = \frac{1}{1 + e^{-(12.76 + 0.09 \times 32 + 0.11 \times 36 + 0.12 \times 30 + 0.15 \times 28)}} = \frac{1}{1 + e^{-1.88}} = 0.87$$

Puesto que, por una parte, la probabilidad obtenida desde luego varía entre 0 y 1 y, por otra, que el punto de corte se encuentra por defecto en SPSS establecido en .5, se concluye que al sujeto –cuyos datos hemos utilizado para llevar adelante los cálculos– el modelo lo clasificará como *aprobado*, lo cual es absolutamente razonable en virtud de las puntuaciones elegidas en las variables predictoras.

Como es fácil comprender, en esta clasificación el número de aciertos globales del modelo es uno de los indicadores más importante de la bondad de ajuste del mismo. En este sentido, cabe señalar que el modelo estimado resulta muy bueno para predecir las categorías de la variable dependiente, ya que si se aplicara la clasificación a las observaciones realizadas, se obtendría un porcentaje de éxitos del 81.3%, según fue posible comprobar.

Finalizamos este apartado indicando: a) los análisis descriptivos y correlacionales, llevados a cabo en los dos apartados precedentes, proporcionaron información coherente con el modelo logit obtenido; b) la aplicación de la regresión logística muestra que los estudiantes que denotan una actitud favorable hacia las matemáticas, tendrían mayores probabilidades de alcanzar los objetivos del curso; c) evidentemente, fue posible apreciar la validez predictiva respecto del rendimiento matemático de la escala bajo estudio.

Análisis factorial

Si bien, en una aproximación teórica puede decirse que las variables medidas se encuentran agrupadas en determinados factores, emplearemos la técnica del análisis factorial a efectos de identificar empíricamente estas variables latentes; es decir, contrastar la validez de constructo o estructural del cuestionario EAHM.

Antes de realizar el análisis factorial exploratorio, hemos comprobado la adecuación de los datos para este tipo de estudio. Una síntesis de los resultados es la siguiente: a) determinante de la matriz de correlaciones prácticamente nulo; b) medida de adecuación de la muestra de Kaiser, Meyer y Olkin, índice $KMO = .81$, ubicado en un rango que se considera bueno de potencial explicativo de las variables (Kaiser, 1974); c) contraste de esfericidad de Bartlett con $\chi^2(465) = 1878.95$, $p = .00$. En vista de los valores obtenidos, en principio, el análisis factorial es una opción pertinente que nos ayudará a identificar los factores subyacentes al grupo de los 31 ítems que se analizan.

Para determinar la solución factorial hemos empleado el criterio clásico; esto es, la extracción de tantos factores como haya en la solución inicial con autovalores superiores a la unidad, lo que se realizó por el método de componentes principales y rotación oblicua (método: normalización promax con Kaiser, parámetro: $\lambda = 4$, valor que por defecto

se encuentra en SPSS), por tratarse de dimensiones correlacionadas. Este procedimiento ha delimitado –en coincidencia con la estructura del cuestionario original– cuatro factores que explican un 58.83% de la varianza total, lo que puede interpretarse como un porcentaje aceptable, puesto que para investigaciones que se realizan en áreas de psicología social lo recomendable es que la varianza acumulada se encuentre, al menos, entre el 50% y 60% (Henson y Roberts, 2006).

Los factores identificados corresponden a las cuatro dimensiones señaladas a nivel conceptual, y según los resultados del análisis efectuado el factor que permite explicar la mayor cantidad del total de la varianza de la muestra es Afectividad (27.80%), en este sentido el segundo factor es Aplicabilidad (12.24%), el tercer factor es Habilidad (9.95%), mientras que en el último lugar se encuentra el factor Ansiedad (8.84%).

Evidentemente, en atención a lo que antecede, podemos señalar que el modelo factorial ha verificado un aspecto que es estratégico en toda acción de modelado estadístico: la “parsimonia”, explicación más simple entre varias posibles. En efecto, la estructura obtenida, por un lado, posee un reducido número de factores y, por otro, todos ellos son susceptibles de interpretación sustantiva.

En resumen, los distintos indicadores obtenidos a lo largo de esta investigación nos llevan a concluir que la escala bajo estudio es fiable y presenta tanto validez predictiva respecto del rendimiento matemático (modelo logit), como validez de constructo (modelo factorial).

En la Tabla 4 se recogen, para cada uno de los factores subyacentes, los valores propios, el porcentaje de varianza tanto explicada como acumulada, los ítems correspondientes, sus comunales y finalmente sus cargas factoriales.

Sólo nos resta comentar que los resultados de los distintos análisis estadísticos implementados en este apartado indican, por una parte, que el comportamiento de las dimensiones de la EAHM armoniza aceptablemente con el encontrado en el estudio realizado por Bazán y Sotero (1998) y, por otra, que se encuentran en consonancia de modo individualizado, no conjuntamente, con los aportados por otras investigaciones desarrolladas sobre el tema objeto de estudio (véase Tabla 4).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente estudio nos habíamos propuesto principalmente concretar, en un dominio estadístico de tipo descriptivo, inferencial y psicométrico, la validación empírica del cuestionario EAHM, empleando una muestra conformada por estudiantes de nivel preuniversitario. Pues bien, en vista de los resultados obtenidos en el marco de esta investigación, podemos afirmar que el objetivo planteado ha sido logrado.

En efecto, a partir de los estudios iniciales (media, desviación típica, correlación ítem-total, fiabilidad) realizados sobre los ítems y las dimensiones del test utilizado, así como de los análisis implementados posteriormente (correlacionales, regresión logística, factorial), fue posible comprobar que la prueba aplicada constituye un instrumento fiable y válido para medir sentimientos, creencias y tendencias de los alumnos hacia las matemáticas o las clases de esta asignatura.

En relación con la fiabilidad de la escala, los resultados indican que puede considerarse un instrumento aceptable puesto que los coeficientes alfa de Cronbach de

Factor	Valor propio	Varianza explicada	Varianza acumulada	Ítem	Comunalidad	Saturación
Afectividad	3.46	27.80	27.80	Ítem 1	.51	.78
				Ítem 5	.49	.63
				Ítem 9	.43	.49
				Ítem 13	.63	.81
				Ítem 17	.60	.77
				Ítem 21	.57	.46
				Ítem 25	.60	.78
				Ítem 29	.67	.79
Aplicabilidad	1.52	12.24	40.04	Ítem 2	.61	.75
				Ítem 6	.68	.88
				Ítem 10	.59	.85
				Ítem 14	.61	.51
				Ítem 18	.46	.67
				Ítem 22	.64	.93
				Ítem 26	.57	.63
				Ítem 30	.59	.74
Habilidad	1.24	9.95	49.99	Ítem 3	.61	.67
				Ítem 7	.62	.76
				Ítem 11	.66	.80
				Ítem 15	.64	.55
				Ítem 19	.55	.60
				Ítem 23	.63	.54
				Ítem 27	.52	.42
				Ítem 31	.69	.85
Ansiedad	1.10	8.84	58.83	Ítem 4	.41	.47
				Ítem 8	.62	.48
				Ítem 12	.71	.87
				Ítem 16	.53	.31
				Ítem 20	.65	.85
				Ítem 24	.55	.31
				Ítem 28	.54	.70

Tabla 4. Resultados obtenidos en el análisis factorial por componentes principales y rotación oblicua

consistencia interna encontrados para el total de la prueba, como para cada una de sus dimensiones, en todos los casos igualan o superan el valor .70. A su vez, como complemento de la información dada, podemos decir que las correlaciones (corregidas) entre cada ítem y el factor correspondiente fueron siempre muy razonables, hallándose los valores más bajos en las dimensiones Ansiedad y Habilidad, mientras que los más altos se observan en las subescalas Afectividad y Aplicabilidad.

En razón de los resultados conseguidos en el estudio de validez predictiva, nuestra apreciación respecto de los niveles de discriminación, mediante los constructos de la escala, de los resultados educativos es lógicamente favorable; esto es, pensamos que la EAHM es una prueba que clasifica adecuadamente a los estudiantes con diferentes grados de logro

académico. Así por ejemplo, utilizando el modelo obtenido en el apartado de regresión logística, podemos inferir que los alumnos que poseen mayor actitud favorable hacia las matemáticas (puntajes altos en las dimensiones de la escala), tienen una probabilidad más elevada (superior al 50%) de aprobar esta materia. Por el contrario, aquellos estudiantes con mayor actitud negativa (puntajes bajos en las dimensiones del cuestionario), tendrían una menor probabilidad (inferior al 50%) de lograr un buen rendimiento académico en la asignatura.

Con respecto al análisis factorial realizado, podemos señalar que el mismo nos permitió contrastar que, efectivamente, la estructura resultante posee características similares a las que proporciona el modelo logit que se propone. Nos referimos concretamente a la ordenación fácilmente observable que presentan los porcentajes de varianza explicada por cada una de las dimensiones en el modelo factorial y los respectivos estadísticos de *Wald* en el modelo de regresión puesto que, mientras los primeros permiten distinguir el nivel relevancia de las dimensiones para explicar el total de la varianza acumulada, los segundos indican el grado de importancia de los coeficientes de regresión a fin de evaluar los resultados en matemáticas.

Aunque en su generalidad, los resultados muestran evidencia que el cuestionario bajo estudio presenta suficientes bondades para ser utilizado en la evaluación de las actitudes hacia las matemáticas, así como en la explicación del rendimiento académico en esta asignatura, creemos necesario considerar algunas limitaciones.

En primer lugar, los participantes de la presente investigación fueron alumnos de un centro académico específico, lo que no permite hacer inferencias sobre otros estudiantes preuniversitarios. A su vez, los sujetos no fueron seleccionados en forma aleatoria, por lo que en general no correspondería extender los resultados sobre otras poblaciones no representadas en la muestra. En segundo lugar, no se puso a prueba la EAHM en función de variables demográficas como la edad o el género de los participantes, por lo que sería interesante en próximos trabajos, analizar en el ámbito de aplicación del cuestionario cómo se manifiestan las actitudes hacia las matemáticas al considerar estos aspectos.

En definitiva, y a pesar de las limitaciones expuestas, por lo que los resultados logrados deberían aceptarse con cierta cautela, pensamos que el trabajo realizado debe ser reconocido como un paso adelante en el abordaje del complejo tema objeto de estudio y, consecuentemente, un aporte a la comunidad académica y científica, con posibles proyecciones en política y gestión educativa.

El trabajo llevado a efecto nos hizo ver con interés el desarrollo de futuras investigaciones en torno a los siguientes temas: a) análisis de validez externa y de criterio de la EAHM; b) estudios de diferencias cuantitativas con respecto a distintas variables, tales como el tipo de carrera que siguen los estudiantes o el grado de estudio alcanzado por los padres; c) replicación de la actual elaboración usando un diseño longitudinal, con evaluaciones periódicas durante los años de permanencia de los estudiantes en la universidad o en un intervalo de tiempo determinado. En este último caso, el tipo de diseño que se utiliza proporcionaría información sobre los posibles efectos o cambios que ocurren en las actitudes por causa de la edad y la adquisición de nuevas competencias, entre otros factores.

Como última reflexión se indica que el hecho de haber validado empíricamente la EAHM en un determinado contexto académico y socio-cultural, da origen a contar con un nuevo marco de referencia, lo cual permite ampliar la aplicación de la prueba objeto

de análisis; en esta oportunidad, utilizando una muestra conformada por estudiantes preuniversitarios con residencia en la zona centro-oeste de Argentina. La actitud hacia las matemáticas representa un concepto subyacente relativo a una asignatura cuyo proceso de enseñanza-aprendizaje constituye una de las principales preocupaciones de las políticas educativas en la mayoría de los países y regiones de nuestro planeta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleman, I. y Lara, A. I. (2010). Las actitudes hacia las matemáticas en el alumnado de ESO: un instrumento para su medición. *Publicaciones*, 40, 49-71.
- Bazán, J. (1997). Metodología estadística de construcción de pruebas. Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la UALM. Tesis para optar al título de Ingeniero Estadístico, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Bazán, J. y Sotero, H. (1998). Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la UNALM. *Anales Científicos UNALM*, 36, 60-72.
- Berliner, D. C. y Calfee, R. C. (Eds.). (1996). *Handbook of educational psychology*. New York: Simon y Shuster.
- Castro, M. (2002). Un curso de matemáticas para ciencias sociales. Bogotá, Colombia: “una empresa docente”. Obtenido el 16 de marzo de 2012 en <http://ued.uniandes.edu.co/ued/servidor/ued/libros/libroaportes/5matebasica.pdf>.
- Doron, R. y Parot, F. (1998). Diccionario Akal de Psicología. Madrid: Akal.
- Fontana D. (1989). *La disciplina en el aula: Gestión y control*. Madrid: Santillana.
- Henson, K. y Roberts, J. (2006). Use of Exploratory Factor Analysis in Published Research: Common Error and Some Comment on Improved Practice. *Educational and Psychological Measurement*, 66, 393-416.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36.
- Henríquez, L., Quiroz, R. y Reumay, P. (1997). Acercándose a la Matemática. *Estudio pedagógico*, 23, 41-49.
- Mato, D. (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, Universidade Da Coruña, España.
- Nunnally, J. C. y Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3a. ed.). New York: McGraw-Hill.
- Real Academia Española (2001). *Diccionario de la lengua española* (22a. ed.). Madrid: Espasa-Calpe.
- Valdez, E. (2000). *Rendimiento y actitudes. La problemática de las matemáticas en la escuela secundaria*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Zabalza, M. (1994). *Evaluación de actitudes y valores. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes*. Barcelona: Grao.