

# **Actitudes hacia la matemática y su relación con el rendimiento académico mediante regresión logística**

## **Attitudes toward mathematics and its relationship with academic performance using logistic regression**

*Antonio Humberto Closas, Gricela Alicia Rohde,  
María Laura Estigarribia Bieber,  
Luciana Cinthia Kuc e Idalia G. De Castro*

### Resumen

El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo de regresión logística que permita explicar o predecir las relaciones entre las *actitudes hacia la matemática* y el *rendimiento académico*. La muestra seleccionada, que utilizó los métodos estratificado, por conglomerados y aleatorio simple, estuvo compuesta por 184 jóvenes, con una media de 18.36 años ( $dE = 1.39$ ), ingresantes en 2014 a la Facultad de Ciencias Económicas de la UNNE (Argentina). La investigación básicamente responde a un diseño cuantitativo, explicativo y transversal. La aplicación de técnicas multivariadas ha posibilitado obtener la ecuación de regresión que mejor se ajusta a los datos empíricos, con el fin de describir, en función de las actitudes, la variabilidad de los resultados educativos, un fenómeno multicausal de especial relevancia a la hora de implementar decisiones en el área de enseñanza.

**Palabras clave:** actitudes, rendimiento matemático, regresión logística, curva ROC, estudiantes preuniversitarios.

### Abstract

The aim of this study was to develop a logistic regression model capable of explaining or predicting the relationship between the attitude towards Mathematics and the academic performance. The sample that was select-

ed by using the stratified method per conglomerate and simple random, was composed of 184 young students, 2014 freshmen, with the medial age of 18.36 year ( $SD = 1.39$ ) from School of Economic Sciences, UNNE (Argentina). This research uses a quantitative, explanatory and transversal design. The application of multivariate techniques has helped to obtain the regression equation that better adapts to empirical data in order to describe, according to the attitudes, the variability of academic results, which is a multi-causal phenomenon of special relevance whenever implementing teaching decisions.

**Key words:** attitudes, Mathematical performance, logistic regression, ROC curve, university freshmen.

## Introducción

### Problemática y planteamiento

Es indudable la existencia de una significativa distancia entre la formación académica que los alumnos poseen y los conocimientos que son requeridos en el ámbito universitario en el momento de ingresar en este nivel educativo. Esta realidad ha sido observada y contrastada en reiteradas ocasiones por los autores de este trabajo, en virtud de la participación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de distintas asignaturas del ciclo inicial de las carreras que se brindan en la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).

En el área de matemática, esta problemática se presenta de igual manera que en otros campos de conocimiento, aunque con el agravante de que esta disciplina se caracteriza, en muchas ocasiones, por su dificultad de comprensión; también por ser un instrumento fundamental, por motivos relativos a la adquisición de conocimientos y al desarrollo de aptitudes, para el entendimiento de aquellas materias del ciclo profesional de las distintas especialidades que se ofrecen en nuestra institución.

Si bien la diferencia mencionada se debe a múltiples razones –tégase en cuenta que el individuo es un producto de factores tanto genéticos

como ambientales, los cuales se encuentran con frecuencia estrechamente relacionados y en complejas interacciones—, existe entre ellas un aspecto en particular en torno al cual girará el desarrollo de esta investigación. En efecto, la variable a la que nos referimos es la *actitud que los alumnos tienen frente a la disciplina matemática*, poco favorable *a priori* y que inferimos se debe en parte a una valoración incorrecta de esta ciencia que deriva en una ausencia significativa de conciencia respecto de su relevancia cognitiva y formadora.

Así, con el fin de explicar o predecir de qué manera las actitudes de los estudiantes preuniversitarios influyen en los resultados educativos, nos hemos propuesto desarrollar un modelo de regresión logística en el que la variable criterio sea el *rendimiento académico* (medido a través de las calificaciones), mientras que las variables explicativas o predictoras sean las distintas dimensiones que integran la prueba sobre *actitudes hacia la matemática*.

### **Conceptos sobre actitud y rendimiento académico**

Existen diferentes significados, conceptualizaciones y descripciones relacionadas con el constructo bajo estudio, trataremos en esta parte de brindar un breve panorama que permita acercarnos a su acepción, sentido y definición.

Comenzamos por señalar que en el diccionario de la Real Academia Española (2001) pueden hallarse tres definiciones del concepto de *actitud* (del latín *actitūdo*), 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, según el diccionario Akal de Psicología (Doron y Parot, 2008), 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, como se señala en la obra mencionada, 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 este último el 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).

Para Zabalza (1994), las actitudes son adquiridas, nadie nace con predisposición positiva o negativa hacia algo. La forma en que se logran es variada, provienen de experiencias positivas o negativas con el objeto de la actitud (por ejemplo, un profesor que explicaba muy bien o muy mal un cierto tema) y/o modelos (compañeros de aula, 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 actitudes es definido como cualquier entidad abstracta o concreta hacia la cual se siente una predisposición. Por ejemplo, un estudiante frente a la matemática (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 la matemática es importante 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 abordada en esta comunicación. Así por ejemplo, Bazán y Sotero (1998) constataron que no existe distinción por sexo en la actitud hacia la matemática, sólo hallaron diferencias en la dimensión de aplicabilidad por especialidad y en los constructos de afectividad y habilidad por edad.

Mato (2006), en su tesis doctoral, elabora cuestionarios y analiza actitudes y ansiedad de alumnos de escuelas secundarias hacia la matemática

y cómo el rendimiento escolar puede verse influenciado por estas. El autor realiza un estudio en función de las variables: colegio, curso, sexo, nivel de formación y profesiones del padre y de la madre. Sugiere que los docentes deberían, también, tener en cuenta los aspectos afectivos y motivacionales tanto como los elementos cognitivos y procedimentales de la instrucción.

Valdez (2000) señala que en la escuela media, al principio las actitudes hacia la matemática 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 (medio o contexto) e internos (reflexión personal) que influyen en las actitudes del alumno en el proceso de aprendizaje de la matemática. Sostienen que una dificultad importante 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 la matemática. 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.

Por su parte Mato y De la Torre (2009), a partir de un estudio realizado con una muestra de mil 220 alumnos (586 hombres y 634 mujeres) de educación secundaria obligatoria, concluyen que la actitud hacia la matemática varía en función del tipo de centro educativo al que asisten los jóvenes (público periferia o centro, concertado y privado). También sostienen que los resultados en matemática pueden verse afectados de manera positiva o negativa de acuerdo a cómo el alumno forme sus actitudes frente a la asignatura.

Finalizamos este apartado indicando, de acuerdo con Castro (2002), que 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.

## Materiales y métodos

### Participantes

En atención a que nuestro interés radicaba 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, se consideró adecuado en una primera instancia estratificar la población en estudio según los turnos de clase, mañana y tarde. Posteriormente se apeló al método de muestreo por conglomerados con el fin de obtener la unidad muestral (grupos-clase). Por otra parte, en virtud de que nuestra intención residía en trabajar con grupos aleatorios de alumnos, la elección final de los mismos se realizó de manera probabilística.

En concreto, la muestra elegida estuvo compuesta por 184 jóvenes (102 mujeres y 82 hombres), con una media de 18.36 años ( $DE = 1.39$ ), los cuales formaban parte del total de alumnos que deseaban ingresar a primer año del curso lectivo 2014, en las distintas carreras que se imparten en la FCE de la UNNE. Algunas de las características de la muestra utilizada en esta investigación se ilustran en la tabla 1.

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

Turno	Asignatura	Alumnos	Edad	
Mañana 2 grupos- clase	Introducción a las ciencias económicas Módulo de matemática	$n = 100$ (59 m, 41 h)	<i>Mín.</i> = 17 <i>M</i> = 18.35	<i>Máx.</i> = 23 <i>DE</i> = 1.48
Tarde 2 grupos- clase		$n = 84$ (43 m, 41 h)	<i>Mín.</i> = 17 <i>M</i> = 18.38	<i>Máx.</i> = 23 <i>DE</i> = 1.30
Muestra: $n = 184$ (102 m, 82 h) Edad: <i>Mín.</i> = 17, <i>Máx.</i> = 23, <i>M</i> = 18.36, <i>DE</i> = 1.39				

Fuente: elaboración propia.

## Diseño

Esta investigación, inicialmente de naturaleza *no experimental*, puede considerarse en un segundo momento también *explicativa*, debido al objetivo que persigue. Si consideramos como criterio el tipo de información que se proveerá y el modo de reunirla, 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 virtud del interés por analizar las asociaciones entre las distintas variables que participan, el presente estudio es de perfil *correlacional*.

En líneas generales, desde el ámbito de la confrontación teórica-empírica, podríamos señalar que se trata de 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 recogida de datos y su posterior análisis estadístico.

## Procedimiento

Una vez elegida la muestra, la recogida de los 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 consiste en estudiar la relación que existe entre las *actitudes hacia el estudio* y el *rendimiento matemático*. Se les indicó también la importancia de responder sinceramente, ya 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 fueron los meses de febrero y marzo de 2014. La aplicación del cuestionario EAHM la efectuaron los propios profesores, al comienzo de clase y con el margen de tiempo adecuado en virtud de las consultas formuladas en la prueba (20 minutos en promedio).

## Instrumentos

En la fase empírica de esta investigación, se aplicó el instrumento denominado *Escala de actitudes hacia la matemática* (EAHM) desarrollado por Bazán (1997) a los sujetos de la muestra, para evaluar las variables exógenas de la ecuación de regresión.

El mismo es un cuestionario estructurado de respuesta cerrada, compuesto por 31 ítems agrupados en cuatro dimensiones: *afectividad* (refleja el sentimiento de agrado o desagrado), *aplicabilidad* (expresa la valoración de la utilidad que posee), *habilidad* (indica la confianza en la propia destreza para la operatoria y el cálculo matemático) y *ansiedad* (evidencia las reacciones comportamentales de angustia, incertidumbre, intranquilidad, etc.). Las tres primeras categorías poseen ocho ítems cada una, mientras que la última contiene siete; la aplicación de la prueba puede hacerse de forma individual o colectiva. Del total, 18 ítems están formulados en sentido positivo (por ejemplo, “las matemáticas son amenas y estimulantes para mí”) y 13 en sentido negativo (“las matemáticas usualmente me hacen sentir incómodo y nervioso”). Para la medición de

las respuestas 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 edad, sexo y especialidad de ingreso, se encuentran disponibles en Bazán y Sotero (1998).

Con la finalidad de analizar —mediante regresión logística— las asociaciones entre las dimensiones de la EAHM y el rendimiento académico, hemos utilizado como variable de respuesta las notas alcanzadas por los alumnos encuestados en el Módulo de Matemática de la asignatura Introducción a la Ciencias Económicas, que fueron obtenidas a partir de las actas académicas de examen. Se han seleccionado las calificaciones puesto que son el criterio social y legal del rendimiento en el ámbito de los centros educativos. Por otra parte, es el indicador más utilizado en las investigaciones sobre el tema a pesar de la dispersión o falta de consenso de las diferentes instituciones e incluso entre los profesores de una misma institución.

Las variables independientes del modelo (dimensiones de la EAHM) son todas continuas y sus puntuaciones directas oscilan entre ocho (8) y 40 (cuarenta), para las subescalas *afectividad*, *aplicabilidad* y *habilidad*; en tanto que para la *ansiedad*, los valores van de siete (7) a 35 (treinta y cinco). La variable dependiente del modelo originalmente también era de tipo continua con valores que iban de uno (1) a diez (10). Sin embargo, a fin de trabajar con observaciones homogéneas, se ha procedido a su recodificación, obteniendo una variable categórica dicotómica con valores: 0 = Desaprobado (calificaciones de 1 a 5) y 1 = Aprobado (calificaciones de 6 a 10).

Así pues, en virtud de lo que antecede, se trabajará con fuentes de información primaria y secundaria, de acuerdo con las consideraciones que se realizan de inmediato.

Para la recogida de datos primarios se aplicó el cuestionario EAHM, con el objeto de medir su comportamiento psicométrico y utilizar las puntuaciones de sus cuatro dimensiones a efectos de desarrollar la ecuación de regresión logística que mejor se ajuste a los datos empíricos. Para esta acción, por cierto, el investigador se situó en carácter de observador y los alumnos como informantes.

Los datos secundarios provienen de las actas académicas de examen, a partir de las cuales se obtuvieron las calificaciones alcanzadas por los estudiantes encuestados en las evaluaciones correspondientes al Módulo de Matemática de la asignatura Introducción a las Ciencias Económicas, las que conformaron la variable *rendimiento matemático*.

### **Análisis de datos**

Comenzamos por señalar que la evaluación cualitativa del instrumento EAHM fue realizada por profesores del Departamento de Matemática de la FCE-UNNE, en cuanto a los aspectos: a) pertinencia del contenido de los ítems propuestos (*indicadores subjetivos de validez*) y b) conformación del cuestionario en su conjunto (*indicadores de la validez factorial o estructural*), habiendo sido favorable en ambos casos. Sin duda, los análisis realizados en la línea de validez cualitativa (juicio de expertos y grado de acuerdo) fueron verdaderamente valiosos, a fin de minimizar los márgenes de error del cuestionario al momento de su utilización en nuestro espacio académico. De hecho, la validez de una prueba es un indicador del grado en que esta es capaz de medir lo que realmente pretende medir, por lo que resulta relevante inicialmente su evaluación cualitativa, así como su evaluación cuantitativa en la etapa empírica de la investigación.

En efecto, luego de construida la base de datos en formato electrónico a partir de la información obtenida por la aplicación del test y de las calificaciones de los alumnos de la muestra, se llevaron a cabo diferentes análisis pertenecientes al dominio de la psicometría (correlación dimensión-total corregida y consistencia interna), también de la estadística descriptiva (algunos estadísticos centrales y de dispersión) e inferencial (análisis

correlacionales, de regresión logística y curva ROC); para las pruebas de hipótesis, como es habitual, utilizamos la medida *p-valor*).

Los diversos tratamientos estadísticos indicados en el párrafo anterior permitieron, por un lado, conocer el comportamiento de cada una de las subescalas de la prueba utilizada y el grado de confiabilidad del instrumento; por otra parte, dieron lugar a determinar la ecuación de predicción que mejor describía la relación entre la variable explicada (*rendimiento académico*) y las variables explicativas (*dimensiones de la EAHM*). En todos los casos, el procesamiento de los datos fue realizado con ayuda del programa informático IBM SPSS Statistics 22.

## Resultados

### Estudios de las dimensiones del cuestionario aplicado

En atención al propósito de esta investigación y a los análisis estadísticos anunciados en el apartado anterior, se presentan de forma sintética los resultados de aquellos indicadores que nos han parecido más conveniente calcular para caracterizar la muestra en el total de la escala y en las cuatro dimensiones que conforman la prueba aplicada.

En la tabla 2 pueden apreciarse, entre otras medidas, la *media*, la *desviación estándar*, la *correlación dimensión-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 dimensión-total*) recoge el grado de relación que cada una de las categorías posee con el total de la prueba, 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 *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.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos y de fiabilidad de las dimensiones de la EAHM

Dimensión	No. de ítems	Puntuaciones directas mínimas y máximas	Media	DE	Correlación dimen-total corregida	$\alpha$ de Cronbach sin la dimensión
Afectividad	8	Mín. = 12 Máx. = 40	30.62	4.91	.70	.71
Aplicabilidad	8	Mín. = 22 Máx. = 40	32.64	3.71	.48	.81
Habilidad	8	Mín. = 12 Máx. = 40	27.31	5.27	.74	.68
Ansiedad	7	Mín. = 12 Máx. = 35	24.08	4.28	.56	.77

EAHM (31 ítems): P.D.Mín. = 70 P.D.Máx. = 155 M = 114.65 DE = 14.49  $\alpha$  = .80 n = 184

Fuente: elaboración propia.

A continuación consideramos oportuno destacar algunos aspectos que surgen de la lectura de los valores que se encuentran en la tabla 2, obtenidos a partir de los análisis efectuados sobre los datos muestrales. Comenzamos por señalar que los valores hallados para cada una de las dimensiones, así como para el conjunto de las mismas, en cuanto a *puntuaciones directas, media y desviación típica*, resultaron absolutamente razonables y se encuentran dentro del rango de medidas que se esperaban obtener, 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 general, las subescalas muestran correlaciones aceptables con la puntuación total de la prueba (excluida la categoría cuya asociación se evalúa), observándose la más alta (.74) en la categoría denominada *habilidad*. Respecto de los indicadores  $\alpha$  de Cronbach cuando se excluye la dimensión, podemos señalar que el menor valor hallado (.68) corresponde también a la subescala de *habilidad*. Estos dos últimos estadísticos reflejan la importante contribución de la dimensión mencionada a la confiabilidad general de la prueba. Por último, se menciona que la fiabilidad calculada para el conjunto de

las cuatro dimensiones es bueno puesto que el *coeficiente alfa* encontrado (.80) supera el criterio de .70 recomendado (Nunnaly y Bernstein, 1994).

### Análisis correlacionales

En este apartado se llevan a cabo análisis correlacionales entre las *cuatro dimensiones* que integran la prueba EAHM, así como entre estas y el *rendimiento matemático*. Los coeficientes que se obtengan permitirán confirmar (o no) las relaciones lineales que se presume existe entre los distintos constructos del cuestionario, como también, reconocer la presencia de asociaciones estadísticamente significativas entre las dimensiones del instrumento y los resultados académicos, con el fin de visualizar la posible obtención de un modelo explicativo/predictivo del rendimiento en el área de matemática, motivo central de esta investigación.

Tabla 3. Matriz de correlaciones

	Afectividad	Aplicabilidad	Habilidad	Ansiedad	Rend. acad.
Afectividad	1	.56**	.64**	.46**	.31
Aplicabilidad		1	.42**	.23**	.31
Habilidad			1	.66**	.47
Ansiedad				1	.40
Rend. acad.					1

\*\* $p < .01$        $n = 184$

Fuente: elaboración propia

*Nota:* Para cuantificar el grado de relación lineal entre dos dimensiones de la prueba EAHM (variables continuas) se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. En cambio, para evaluar la asociación entre cada una de las dimensiones y el rendimiento académico (continua vs. dicotómica), empleamos el coeficiente de correlación Eta.

De acuerdo con los resultados de la tabla 3, puede afirmarse que la totalidad de las dimensiones que componen el cuestionario correlacionan de manera positiva y estadísticamente significativa (varían de .23 a .66,  $p < .01$ ,  $n = 184$ ). La correlación más baja se presenta entre los elementos

*aplicabilidad y ansiedad*, mientras que la más alta se observa entre *habilidad y ansiedad*. No obstante, 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.

Con respecto a los coeficientes de correlación Eta entre las categorías de la EAHM y el rendimiento académico, según puede verse en la tabla 3 resultaron correctos; el más alto corresponde a la dimensión *habilidad* (.47), mientras que los más bajos a las categorías *afectividad* y *aplicabilidad* (.31).

Los diferentes coeficientes Eta hallados nos llevan a sostener que la categoría *habilidad* de la EAHM sería, *a priori* y por evidentes razones, la de mayor utilidad para configurar un modelo que permita clasificar el desempeño educativo en nuestro ámbito de trabajo.

En atención a los resultados derivados de los análisis correlacionales lineales, nuestra presunción respecto de la presencia de asociaciones entre las distintas categorías de la prueba, así como entre estas y el rendimiento matemático, ha quedado empíricamente comprobada. Esta conclusión parcial y anticipada de nuestro trabajo coincide con otros estudios importantes —como los realizados en EU entre 1994 y 1996 por la National Assessment of Education Progress (NAEP)—, los cuales daban cuenta de la existencia de una relación significativa y directa entre las actitudes de los alumnos y el rendimiento en matemática.

### **Regresión logística**

En vista del objetivo planteado en este estudio y de los coeficientes obtenidos en el análisis correlacional, se ha considerado adecuado emplear en la estimación del modelo de regresión logística el método “Introducir”, disponible en IBM SPSS Statistics 22, el cual es recomendable en aquellos casos en que el investigador está interesado en conducir el estudio en función de los resultados que va logrando.

Se recuerda, además, que los propósitos del modelo logístico residen en determinar la existencia o ausencia de relación entre una o más va-

riables independientes y la variable dependiente; medir la magnitud de dicha relación y explicar y/o predecir la probabilidad de que la variable criterio sea igual a 1, en función de los valores que adopten las variables predictoras (Jovell, 1995).

En atención a lo expresado, ha sido ingresada como variable respuesta el *rendimiento académico* (0 = desaprobado y 1 = aprobado) y como variables explicativas o covariables las dimensiones: *afectividad*, *aplicabilidad*, *habilidad* y *ansiedad* de la EAHM.

En virtud de las opciones elegidas y de los datos de la muestra, se han obtenido para las variables independientes introducidas los valores que se muestran en la tabla 4 (coeficientes *B* del modelo, estadísticos de *Wald* y *p-valores* asociados).

VARIABLES	B	Wald	Valor p
Afectividad	-0.04	0.67	.41
Aplicabilidad	-0.02	0.11	.74
Habilidad	0.16	10.41	.00
Ansiedad	0.01	0.05	.12

Fuente: elaboración propia

Puede observarse en la tabla 4 que el único *p-valor* asociado al estadístico de *Wald* (contrasta la hipótesis nula de coeficiente igual a cero) inferior a .05 es el relativo al coeficiente,  $B = 0.16$ , de la variable predictora *habilidad*. Por lo tanto, para el nivel de significación adoptado,  $\alpha = .05$ , se rechaza la hipótesis de que dicho coeficiente es nulo y, en consecuencia, concluimos que la variable asociada al mismo es relevante a la hora de explicar/predecir el comportamiento de los resultados académicos (cabe recordar que la evaluación de la significatividad estadística debe realizarse sobre los coeficientes *B* asociados a las variables independientes y no sobre la constante, la que es incorporada en la ecuación con el objeto de que el modelo en su conjunto logre un mejor ajuste a los datos de la muestra).

En atención a todas las consideraciones realizadas, se procedió a plantear un modelo de predicción logística conformado por la dimensión *habilidad* como única covariable de la ecuación; así pues, los resultados obtenidos pueden apreciarse a continuación:

	B	Wald	Valor p
Habilidad	0.14	16.65	.00
Constante	-3.29	0.05	.00

Fuente: elaboración propia

Modelo de regresión logística  $\Rightarrow p(\text{Rend. acad.} = \text{Aprob.}) = \frac{1}{1 + e^{-(-3.29 + 0.14 \times \text{Habilidad})}} = \frac{1}{1 + \exp(3.29 - 0.14 \times \text{Habilidad})}$

Test	$\chi^2$	Valor p
Bondad de ajuste	19.42	.00
Hosmer-Lemeshow	5.75	.68

Fuente: elaboración propia.

Con respecto al contraste para el modelo completo (véase tabla 6), podemos indicar que el *p*-valor asociado al estadístico  $\chi^2 = 19.42$  ha resultado igual a .00, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes de las variables incluidas en el modelo son iguales a cero. A su vez, la prueba de Hosmer-Lemeshow (contrasta la hipótesis nula de que el modelo propuesto puede explicar lo que se observa), otra forma de evaluar la bondad de ajuste de un modelo de regresión logística, ha proporcionado un *p*-valor de .68, para el estadístico Chi-cuadrado cuyo medida resultó 5.75, de manera que en sintonía con lo expresado en el párrafo anterior, podemos sostener que el modelo que se propone se ajusta a los datos empíricos.

## Curva ROC

Con el objeto de mostrar la capacidad global que el modelo posee para explicar los resultados del rendimiento académico, así como de elegir el punto de corte más apropiado para una sensibilidad o una especificidad determinada, utilizaremos el concepto de la curva ROC (*receiver operating characteristic*).

La *sensibilidad* indica la capacidad del estimador para identificar correctamente los casos positivos (por ejemplo, proporción de alumnos que aprueban el módulo de matemática). Por el contrario, la *especificidad* es la probabilidad de detectar correctamente la ausencia de alumnos aprobados.

En efecto, presentamos e interpretamos a continuación los resultados más relevantes, a partir de los datos de la muestra y utilizando como variable de contraste la dimensión *habilidad* y como variable de estado el constructo *rendimiento académico*.

En la tabla 7 pueden apreciarse diferentes valores del área bajo la curva ROC. La *estimación puntual* ha resultado igual a .70 (mínimo exigible .50). El error estándar de esta estimación vale .04, valor que multiplicado por 1.96 (corresponde para un nivel de confianza de 95%), luego restado y sumado de .70, nos proporciona respectivamente el límite inferior (.62) y límite superior (.78) del intervalo de confianza. Como este intervalo no contiene al valor .50, podemos afirmar que el área bajo la curva ROC de nuestro estudio es significativamente mayor que el mínimo exigible para un método de diagnóstico, lo que se halla confirmado por la significación asintótica (.00), que no es más que el *p-valor* del test. En definitiva, podemos rechazar la hipótesis nula [ $AUC$  (*area under the curve*) = .50] y concluir que la estimación puntual del área bajo la curva ROC (.70) nos indicaría que la variable de contraste (*habilidad*) que estamos empleando posee una calidad diagnóstica correcta para clasificar el *rendimiento académico* en matemática.

Tabla 7. Área bajo la curva ROC.

Área	Error estándar	Valor p	Interv. de confianza	
			Límite inf.	Límite sup.
.70	.04	.00	.62	.78

Fuente: elaboración propia.

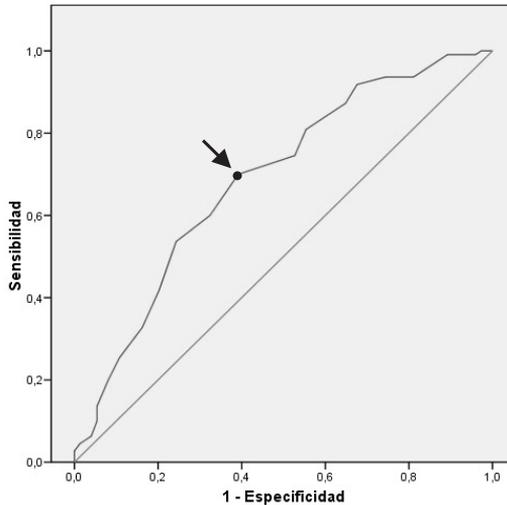


Figura 1. Gráfico de la curva ROC

Nota: La flecha indica el punto de corte (26.50) que determina la sensibilidad (0.70) y especificidad ( $1 - 0.39 = 0.61$ ) conjuntas más altas.

Arriba, figura 1, puede apreciarse la representación gráfica de la curva ROC ajustada a los datos muestrales. En este caso, la curva está razonablemente por encima de la recta  $y = x$ , por lo que podemos considerar que el método de diagnóstico es aceptable para discriminar el rendimiento matemático de los alumnos.

El último resultado al que deseamos referirnos en este apartado, de acuerdo con las alternativas seleccionadas y las opciones que por defecto brinda SPSS 22, es la lista de coordenadas de la curva ROC. Esta informa-

ción es útil cuando se está interesado en decidir puntos de corte para una sensibilidad o una especificidad prefijada. Así, por ejemplo, podríamos indicar que para una sensibilidad de 70%, que se consigue en el punto de corte 26.50 (puntuación directa de la variable de contraste), tendríamos una especificidad de  $1 - 0.39 = 0.61$ . Esta situación sería la más conveniente, puesto que frecuentemente lo que desea obtener es aquel punto de corte que genere, al mismo tiempo, los mayores porcentajes de sensibilidad y especificidad (en este caso se dice que presenta el mayor índice de Youden, calculado según la fórmula: *sensibilidad + especificidad - 1*). Sin embargo, dicho punto de corte no necesariamente determina la sensibilidad ni la especificidad más alta que podría alcanzar el test (generalmente están determinadas por punto de corte distinto). De hecho, existen situaciones en las que se requiere disponer de un test diagnóstico altamente sensible (por ejemplo, identificación de niveles correctos de rendimiento) o bien altamente específico (confirmación de bajos rendimientos). En tales circunstancias, no es aconsejable utilizar el punto de corte identificado por el índice de Youden; por el contrario, resulta más útil conocer los valores de sensibilidad y especificidad determinados por diferentes puntos de corte y optar por aquel que responda al objetivo buscado.

Todas estas apreciaciones se realizan en el marco de las posibilidades (fortalezas y debilidades) que el modelo posee para explicar y predecir la varianza del rendimiento de los individuos de la muestra, a partir de las puntuaciones en las subescalas que participan. Por lo tanto, estas estimaciones e interpretaciones deben ser consideradas con debida prudencia, en razón del particular escenario empírico en el que se ha desarrollado el trabajo y de la metodología de abordaje que ha sido implementada, circunstancias que indudablemente limitan las bondades que la presente investigación pudiera ofrecer.

Sin embargo, en atención a que el número de aciertos globales del modelo es uno de los indicadores más importante de la bondad de ajuste del mismo, podemos sostener que la ecuación estimada resulta razonable para clasificar y predecir las categorías de la variable dependiente. En efecto, lo anterior se apoya en el hecho de que si se aplicara el modelo

propuesto a las observaciones muestrales, se obtendría un porcentaje de éxitos de 70%, según ha sido anticipado.

Finalizamos este punto indicando: a) los análisis descriptivos y correlacionales, llevados a cabo en los dos primeros apartados de esta sección, proporcionaron información coherente con el modelo *logit* obtenido; b) mediante la utilización de la ecuación de regresión, pudo comprobarse que los estudiantes que obtuvieron puntajes iguales o superiores a la media en la variable *habilidad* (27.31) tendrían una probabilidad del 63% o mayor de alcanzar los objetivos del curso (el modelo que se propone clasificaría a estos alumnos en el grupo de *aprobados*, puesto que la probabilidad resultaría en todos los casos superior a 50%); c) fue posible apreciar la validez explicativa, predictiva y discriminante del cuestionario EAHM respecto del rendimiento académico, en especial de la dimensión que participa como covariable del modelo.

A modo de síntesis, podría expresarse que, tal como se presumía, la investigación puesta en marcha nos ha permitido contrastar empíricamente que *una actitud positiva hacia la matemática contribuiría con el logro de mejores resultados educativos*.

## Conclusiones

En el presente estudio nos habíamos propuesto principalmente concretar, en un dominio estadístico de tipo descriptivo, inferencial y psicométrico, el desarrollo de un modelo de predicción logística que permita explicar y predecir las relaciones existentes entre las *actitudes hacia la matemática* y el *rendimiento académico*, empleando una muestra conformada por alumnos ingresantes a la FCE-UNNE. En vista de los resultados obtenidos en el marco de esta investigación, podemos afirmar que el objetivo planteado ha sido logrado.

El análisis de los datos que derivaron de la aplicación del cuestionario EAHM generó la posibilidad de contar con información directa del espacio académico de selección de la muestra. Este hecho es sin duda relevante

puesto que permite, a partir de los resultados, brindar mejores explicaciones y predicciones acerca del desempeño de los estudiantes, posibilitando *a posteriori* adoptar decisiones más ajustadas y eficientes con el propósito final de mejorar los resultados educativos. Así, por ejemplo, podría proponerse que los alumnos ingresantes, de forma voluntaria, respondieran al cuestionario EAHM, particularmente la dimensión referida a la *habilidad* (indica la confianza en la propia destreza para la operatoria y el cálculo matemático). Luego, si de la puntuación directa de sus respuestas se obtuviera un valor igual o superior a 27.31 (promedio en la variable explicativa), el alumno tendría según el modelo propuesto al menos una probabilidad de 63% y sería clasificado en el grupo de estudiantes de correcto rendimiento académico, por lo que no requeriría de medidas pedagógicas complementarias, que sí serían recomendables en el caso contrario.

A partir de los estudios iniciales (correlación dimensión-total corregida y alfa de Cronbach, etc.) realizados sobre las dimensiones del test utilizado, así como de los análisis implementados posteriormente (correlacionales, de regresión y curva ROC), fue posible comprobar que la prueba aplicada constituye un instrumento fiable y válido para medir sentimientos, creencias y tendencias de los alumnos hacia la matemática o las clases de esta asignatura, así como la relación entre el constructo actitud y el rendimiento académico en el área cognitiva de interés.

Así pues, en relación con la fiabilidad de la escala, los resultados indican que puede considerarse un instrumento aceptable, dado que el coeficiente de consistencia interna encontrado para el conjunto de las cuatro dimensiones (.80) supera el valor mínimo requerido (.70). A su vez, como complemento de la información dada, podemos decir que las correlaciones entre cada categoría y la EAHM (en la que no participa la subescala cuya asociación se evalúa), denominado índice de homogeneidad corregido, fueron siempre muy razonables, pues en todos los casos superan el valor de referencia .20 (varían entre .48 y .74).

En razón de los resultados conseguidos en los análisis correlacionales, de predicción y curva ROC, nuestra apreciación respecto a los niveles de discriminación, principalmente a través de la variable *habilidad*, de los

resultados educativos es lógicamente favorable; esto es, pensamos que la EAHM es una prueba que posee dimensiones que clasifican adecuadamente a los estudiantes con diferentes grados de logro académico. Así por ejemplo, utilizando el modelo obtenido en el apartado de regresión logística, se podría predecir que los alumnos que poseen mayor actitud favorable hacia la matemática (traducido en puntajes iguales o superiores al valor medio en la dimensión *habilidad*), tendrían mejores resultados cognitivos en esta asignatura. Por el contrario, en aquellos estudiantes con mayor actitud negativa (puntajes bajos, inferiores a 24 puntos, en la variable *habilidad*) se observaría un menor rendimiento académico en dicha área de conocimiento.

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

En primer lugar, los participantes de la presente investigación fueron alumnos interesados en ingresar en una unidad académica específica, lo que quizás no permite hacer inferencias demasiado generales sobre otros estudiantes universitarios, menos aún extender los resultados obtenidos sobre otras poblaciones no representadas en la muestra. En segundo orden, no se puso a prueba la EAHM en función de variables demográficas como la edad y el género de los participantes, por lo que sería interesante analizarlos en próximos trabajos. En tercer término, el modelo propuesto sólo cuenta con una de las cuatro posibles variables predictoras, no obstante haber obtenido coeficientes de correlación Eta con valores destacados entre las categorías del cuestionario y el rendimiento matemático.

Sin embargo, a pesar de las limitaciones expuestas, los resultados logrados deberían aceptarse con cierta cautela y, el trabajo realizado puede ser reconocido como un paso adelante en el abordaje de este complejo objeto de interés y, consecuentemente, un aporte a la comunidad académica y científica del área de conocimiento, con posibles proyecciones en política, planificación y gestión educativa.

El trabajo resaltó el interés de desarrollar futuras investigaciones en torno a los siguientes temas: a) análisis de validez externa 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) réplica 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 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 logrado un modelo empírico en un determinado contexto académico y sociocultural, da origen a contar con un nuevo marco de referencia, lo cual permite ampliar la metodología utilizada y el instrumento de medida aplicado, en esta oportunidad, sobre una muestra conformada por estudiantes universitarios con residencia en la zona noreste de Argentina. Desde nuestro punto de vista, la actitud hacia la matemática representa un concepto relevante debido a su implicancia en el rendimiento académico, por lo que deberían incrementarse sus líneas de investigación a efectos de lograr un mayor desarrollo sobre su conocimiento. Este hecho, evidentemente, sería una importante contribución al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura en cuestión, que como es sabido constituye una de las principales preocupaciones de los sistemas educativos estatales en la mayoría de los países y regiones de nuestro planeta.

## Fuentes

- Alemaný, 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 UNALM (tesis de ingeniería). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- 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” [consultado: 7 de enero de 2012]. Disponible en <http://ued.uniandes.edu.co/ued/servidor/ued/libros/libroaportes/5matebasica.pdf>
- Doron, R. y Parot, F. (2008). *Diccionario Akal de Psicología*. Madrid: Akal.
- Fontana, D. (1989). *La disciplina en el aula: gestión y control*. Madrid: Santillana.
- Henríquez, L., Quiroz, R. y Reumay, P. (1997). Acercándose a la matemática. *Estudio pedagógico*, 23, 41-49.
- Jovell, A. J. (1995). *Análisis de regresión logística*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Mato, M. 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). España: Universidade da Coruña.
- Mato, M. D. y De la Torre, E. (2009). Evaluación de las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento académico. En M. J. González, M. T. González y J. Murillo (eds.), *Actas del XIII simposio de la SEIEM. Investigación en educación matemática* (pp. 285-300). Santander, España: Universidad de Cantabria.

- Nunnally, J. C. y Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3a. ed.). Nueva 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.

Fecha de recepción: 22 octubre de 2015

Fecha de aceptación: 15 de diciembre de 2015

**Antonio Humberto Closas.** Doctor, mención *cum laude*, por la Universidad Pública de Navarra (Pamplona, España). Es coautor de libros y de diversas publicaciones en revistas de impacto científico nacionales y extranjeras. Investigador categorizado del Programa de Incentivos, de la Secretaría de Políticas Universitarias, del Ministerio de Educación de la Nación. Profesor Titular de Estadística II; Director de Proyectos de Investigación en la Facultad de Ciencias Económicas de la UNNE y la Facultad Regional Resistencia de la UTN. Correo electrónico: hclosas@eco.unne.edu.ar / hclosas@hotmail.com

**Graciela Alicia Rohde.** Profesora en Matemática y Cosmografía y Especialista en Investigación Educativa. Actualmente es Profesora Titular Ordinaria con Dedicación Exclusiva de la Cátedra “Matemática I” y Auxiliar Docente de Primera de la Cátedra “Matemática II” de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNNE. Es docente Investigadora de la UNNE. Correo electrónico: grohde@eco.unne.edu.ar

**María Laura Estigarribia Bieber.** Doctora de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Profesora de Instituciones del Derecho Privado I y II, en la Facultad de Ciencias Económicas de la UNNE. Investigadora Categoría I, de la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación.

Miembro de la Academia Nacional de Derecho de Córdoba y Directora de su Instituto de la Región Nordeste. Directora de la Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNNE. Correo electrónico: mlestigarribia@eco.unne.edu.ar

**Luciana Cinthia Kuc.** Especialista en Contabilidad Superior y Auditoría, por la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Auxiliar docente de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNNE.. Integrante de equipos de investigación de proyectos acreditados por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE. Correo electrónico: lucianakuc@hotmail.com

**Idalia Gabriela de Castro.** Especialista en Contabilidad Superior y Auditoría, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Profesora Adjunta en la cátedra Contabilidad Básica de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNNE. Integrante de equipos de investigación de proyectos acreditados por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE. Correo electrónico: idecastro@eco.unne.edu.ar