



Revista Electrónica Educare  
E-ISSN: 1409-4258  
educare@una.ac.cr  
Universidad Nacional  
Costa Rica

Rojas-Torres, Luis

Predicción de la reprobación de cursos de matemática básicos en las carreras de Física,  
Meteorología, Matemática, Ciencias Actuariales y Farmacia

Revista Electrónica Educare, vol. 18, núm. 3, septiembre-diciembre, 2014, pp. 3-15  
Universidad Nacional  
Heredia, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194131745001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



[Número publicado el 01 de setiembre del 2014]

doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>URL: <http://www.una.ac.cr/educare>CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

## Predicción de la reprobación de cursos de matemática básicos en las carreras de Física, Meteorología, Matemática, Ciencias Actariales y Farmacia

### Prediction of Basic Math Course Failure Rate in the Physics, Meteorology, Mathematics, Actuarial Sciences and Pharmacy Degree Programs

Luis Rojas-Torres<sup>1</sup>

Universidad de Costa Rica

Instituto de Investigaciones Psicológicas

San José, Costa Rica

[luismiguel.rojas@ucr.ac.cr](mailto:luismiguel.rojas@ucr.ac.cr)

Recibido 5 de junio de 2013 • Corregido 4 de abril de 2014 • Aceptado 22 de agosto de 2014

**Resumen.** Este artículo sintetiza un estudio realizado en el 2013, con el objetivo de predecir la reprobación en cursos de matemática por parte de los estudiantes de las carreras de Farmacia, Matemática, Ciencias Actariales, Física y Meteorología de la Universidad de Costa Rica (UCR). Mediante la técnica estadística de regresión logística, aplicada a la cohorte del 2010, se pronosticó la reprobación de los estudiantes de estas carreras en uno de sus cursos introductorios de matemática (Cálculo I para Física y Meteorología, Principios de matemática para Matemática y Ciencias actariales y ecuaciones diferenciales aplicadas para Farmacia). Para estos modelos se utilizaron, como variables predictivas, los componentes del promedio de admisión a la UCR, el género del estudiante y el porcentaje de ítems correctos en la Prueba de Habilidades Cuantitativas (HC). La variable con mayor importancia en todos los modelos fue HC y los modelos con mejores porcentajes de clasificación correcta de casos fueron las regresiones logísticas. Para los casos utilizados en la estimación de los modelos de Física-Meteorología, Farmacia y Matemática-Ciencias Actariales se obtuvo un 89.8%, 73.6% y 93.9% de clasificación correcta, respectivamente.

**Palabras claves:** Reprobación, matemática universitaria, admisión universitaria, razonamiento cuantitativo.

**Abstract.** This paper summarizes a study conducted in 2013 with the purpose of predicting the failure rate of math courses taken by Pharmacy, Mathematics, Actuarial Science, Physics and Meteorology students at Universidad de Costa Rica (UCR). Using the Logistics Regression statistical techniques applied to the 2010 cohort, failure rates were predicted of students in the aforementioned programs in one of their Math introductory courses (Calculus 101 for Physics and Meteorology, Math Principles for Mathematics and Actuarial Science and Applied Differential Equations for Pharmacy). For these models, the UCR admission average, the student's genre, and the average correct answers in the Quantitative Skills Test were used as predictor variables. The most important variable for all models was the Quantitative Skills Test, and the model with the highest correct classification rate was the Logistics Regression. For the estimated Physics-Meteorology, Pharmacy and Mathematics-Actuarial Science models, correct classifications were 89.8%, 73.6%, and 93.9%, respectively.

**Keywords.** Failing, University Mathematics, College Admission, Quantitative Reasoning.

<sup>1</sup> Licenciado en Enseñanza de la Matemática y egresado de la Maestría Académica en Estadística, coordinador académico del Programa Permanente Prueba de Aptitud Académica de la Universidad de Costa Rica y del Proyecto Construcción y validación de una Prueba de Habilidades Cuantitativas para ingreso a carrera. Profesor de la Escuela de Matemática. Experiencia en el área de la medición educativa. Posee artículos publicados en las áreas de validez predictiva y validez de constructo de pruebas estandarizadas.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

Las carreras de la Universidad de Costa Rica (UCR) no se encuentran exentas de los problemas con que se enfrenta la enseñanza de la matemática. Es conocido que conforme se avanza en el sistema educativo, la actitud hacia la matemática se vuelve más desfavorable ([Bazán y Sotero, 1998](#)), y que los cursos asociados a esta ciencia son de los que presentan los porcentajes más bajos de aprobación y, por ende, los más altos de repitencia ([Amelii, 2011](#); [Palacios, 2005](#)).

En el caso particular de las carreras en las que el razonamiento cuantitativo es una herramienta básica para el desempeño exitoso de los estudiantes, resulta inesperado encontrar estudiantes que presenten problemas para aprobar los cursos básicos de matemática. Sin embargo, como se analizará más adelante, en carreras de la UCR como Farmacia, Física, Matemática, Ciencias Actuariales y Meteorología, que por definición son de un corte claramente cuantitativo, sucede que gran parte de sus estudiantes no aprueban el primer curso de matemática de su plan de estudios.

Esta problemática es una situación que no debe pasarse por alto, ya que la UCR es una entidad que funciona con financiamiento estatal y la repitencia de un curso por parte de un estudiante representa más fondos públicos invertidos en la educación de un individuo. Por esto, la Universidad se ve obligada a desarrollar mecanismos que le permitan alcanzar la graduación de sus estudiantes en los menores tiempos posibles, claro está, sin descuidar la excelencia y el profesionalismo de sus egresados.

Un mecanismo que podría minimizar esta problemática es la detección de los estudiantes con altas probabilidades de reprobación y, posteriormente, diseñar e implementar estrategias de intervención que permitan que esta población aumente sus probabilidades de aprobar el curso.

Para la detección de este grupo de estudiantes, se pueden utilizar modelos estadísticos que permitan predecir la reprobación en cursos de matemática. Estos modelos deben contener variables predictoras que teóricamente se asocien con la reprobación en estos cursos. Una de estas es el razonamiento cuantitativo ([Bolaños y Rojas, 2013](#); [Guglietta y Delgado, 2010](#); [Kuncel, Hezlett y Ones, 2001](#)).

El razonamiento cuantitativo es definido como "*ability to analyze quantitative information, including the determination of which skills and procedures can be applied to a particular problem to arrive at a solution*" [capacidad de analizar la información cuantitativa, incluyendo la determinación de qué técnicas y procedimientos se pueden aplicar a un problema particular para llegar a su solución]" ([Dwyer, Gallagher, Levin y Morley, 2003, p. 12](#)) o, de una manera más sencilla, el razonamiento cuantitativo es un "*sophisticated reasoning with elementary mathematics more than elementary reasoning with sophisticated mathematics*" [razonamiento sofisticado con las matemáticas elementales en lugar de un razonamiento elemental con las matemáticas sofisticadas]" ([Steen, 2004, p. 9](#)).

En cuanto a las carreras de interés para este estudio, se tiene que [Bolaños y Rojas \(2013\)](#) evidencian que los estudiantes de la cohorte del 2010 de la Universidad de Costa Rica, que



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>URL: <http://www.una.ac.cr/educare>CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

reproban cursos introductorios de matemática en carreras como Matemática, Ciencias Actuariales, Física y Meteorología, presentan una habilidad cuantitativa significativamente más baja que los que aprueban. Igualmente, para la cohorte de 1994 y 1995 en la Universidad Autónoma de Baja California, se observó que la sección del examen de admisión denominada habilidades cuantitativas, fue uno de los principales predictores de las notas obtenidas en los cursos de las carreras de Física y Matemática ([Tirado, Backhoff, Larrazolo y Rosas, 1997](#)). Análogamente, en [Kuncel et al. \(2001\)](#) se indica que para las cohortes de universidades estadounidenses, en años previos al 2000, la sección del examen de ingreso a los posgrados en el área matemática-física con mayor correlación con el rendimiento académico, es la de razonamiento cuantitativo.

Por otro lado, [Acuña y Rojas \(2012\)](#) concluyen que un buen predictor del rendimiento académico en la carrera de Farmacia de la UCR es el razonamiento cuantitativo. Lo anterior justifica que un modelo que busque predecir la reprobación de un curso de matemática para estas carreras debe incluir al razonamiento cuantitativo como uno de sus predictores. La relación precedente también se observa en las universidades estadounidenses, ya que la sección del examen de ingreso a esta carrera con mayor correlación con el rendimiento académico es el razonamiento cuantitativo ([Kuncel et al., 2005](#)).

Otros predictores que deberían incorporarse en la elaboración de un modelo predictivo para la aprobación de un curso de matemática son el género y los indicadores utilizados para la selección de estudiantes por parte de la universidad ([Garbanzo, 2007](#)). En el caso de la Universidad de Costa Rica, el único criterio que se utiliza actualmente para la admisión de los estudiantes es el promedio de admisión, el cual es construido con base en un indicador de las notas obtenidas en el último ciclo de secundaria (nota de presentación<sup>2</sup>) y la prueba de ingreso a la UCR (Prueba de Aptitud Académica).

En este estudio se busca elaborar un modelo para predecir los estudiantes que reprobarían los cursos de matemática. En las siguientes secciones se procederá a operacionalizar la información recabada para predecir la reprobación de los cursos introductorios de matemática en las carreras en cuestión.

## Materiales y método

### Objetivo y metodología

El objetivo general de este estudio es predecir la reprobación en cursos de matemática por parte de los estudiantes de las carreras de Farmacia, Matemática, Ciencias Actuariales, Física y Meteorología. Para el alcance de este objetivo se utilizó la técnica estadística de regresión logística, la cual se utiliza para modelar la probabilidad de ocurrencia de un evento ([Hosmer y Lemeshow, 2000](#)).

<sup>2</sup> La nota de presentación es un promedio simple de las notas en las materias de matemáticas, español, ciencias (química, física o biología, según decida el estudiante), idioma (inglés o francés, según decida el estudiante), estudios sociales y formación ciudadana (Consejo Nacional de Rectores [CONARE], 2013).



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

En este estudio se estimaron tres modelos de regresión logística para predecir la reprobación en un curso de matemática. El primer modelo fue para los estudiantes de Física y Meteorología, el segundo para los alumnos de Farmacia y el último para los admitidos a las carreras de Matemática y Ciencias Actuariales; la agrupación de las carreras se debió a que estas tienen algún curso de matemática en común. La variable dependiente en los modelos o la variable predicha se denominó "reprobación", esta hace referencia al resultado obtenido por el estudiante, la primera vez que llevó el curso examinado. Esta variable es de naturaleza dicotómica y asume el valor 1 si el estudiante reprobó el curso, y 0 si lo aprobó.

El curso utilizado en Matemática y Ciencias Actuariales se denomina Principios de matemática, el seleccionado para Física y Meteorología, Cálculo I y el utilizado en Farmacia, Ecuaciones diferenciales aplicadas. Tanto Cálculo I como Principios de matemática son las primeras materias de matemática en los planes de estudio de las carreras correspondientes. En Farmacia se seleccionó el segundo curso de matemática de la carrera, debido a la disponibilidad de los datos.

Las variables independientes o predictivas en los modelos estadísticos fueron las siguientes:

a) El porcentaje de ítems correctos de la Prueba de Habilidades Cuantitativas (HC). La prueba de HC es elaborada por el IIP y pretende evaluar el razonamiento cuantitativo de los examinados, se compone de 40 ítems de selección única y se debe resolver en un tiempo máximo de una hora con cuarenta y cinco minutos ([Rojas, 2012](#)).

b) La nota de presentación de secundaria (Nota Pres.).

c) Los porcentajes de ítems correctos de cada una de las partes de la Prueba de Aptitud Académica (PAA). La PAA es una prueba que pretende medir razonamiento general en contextos matemáticos y verbales ([Programa Permanente Prueba de Aptitud Académica \[PPPA\], 2013](#)), esta se utiliza en el proceso de selección de estudiantes a la UCR y sus partes son: razonamiento en contexto matemático (MA - PAA) y razonamiento en contexto verbal (esta parte se divide en ítems de completar oraciones (CO - PAA) e ítems de comprensión de lectura (CL - PAA)).

d) El género del estudiante (género). En esta variable, el 0 indica género femenino y 1, masculino.

Las estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el análisis, según carreras, se presentan en la [tabla 1](#). Se puede notar que las medias de HC, Nota Pres., MA – PAA, CO – PAA y CL – PAA para la carrera de Farmacia son superiores que las de Física, Meteorología, Matemática y Ciencias Actuariales. En cuanto a la proporción de hombres observada en las carreras, la carrera de Farmacia presenta el mínimo y Matemática y Ciencias Actuariales el máximo.





Tabla 1

*Estadísticas descriptivas de las variables independientes según carrera*

Variable	Farmacia		Física y Meteorología		Matemática y Act.	
	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.
HC	54.96	12.00	49.53	17.18	54.23	16.84
Nota Pres.	93.45	4.02	83.44	7.01	86.35	8.00
MA – PAA	73.64	10.66	60.01	19.43	57.98	17.98
CO – PAA	75.00	12.34	50.47	19.61	51.27	17.13
CL – PAA	72.39	11.60	63.11	15.57	59.17	16.20
Género	0.28	0.45	0.58	0.50	0.61	0.49

Notas: Elaboración propia con datos de ORI-UCR.

N Farmacia=67; N Física y Meteorología=64; N Matemática y Ciencias Actariales=49

Luego, con el fin de evaluar la predicción de los modelos, se decidió realizar las estimaciones con aproximadamente el 75% de los datos recolectados, para luego clasificar el restante 25% de los casos, utilizando los coeficientes del modelo previamente estimado.

## Datos

La población utilizada estuvo compuesta por 180 estudiantes, que ingresaron en el 2010 a las carreras analizadas, de los cuales 86 eran hombres y 94, mujeres. Las variables utilizadas en los modelos de regresión logística provienen de las bases de la Oficina de Registro e Información de la Universidad de Costa Rica y de conjuntos de datos elaborados por los miembros del Proyecto 723-B1-308 del Instituto de Investigaciones Psicológicas (IIP), denominado “Creación y validación de un banco de ítems de una Prueba de Habilidades Cuantitativas para ingreso a carrera”.

## Resultados

### **Predicción de Cálculo I en las carreras de Física y Meteorología**

En la [tabla 2](#) se presentan los resultados de la regresión logística utilizada para predecir la reprobación de los estudiantes de Física y Meteorología en el curso de Cálculo 1. Este análisis indicó que únicamente el porcentaje de respuestas correctas en la Prueba de Habilidades Cuantitativas resultó significativo al 5%. Además, se excluyó la variable género del modelo, debido a que su estimación presentó un intervalo de confianza bastante amplio, lo cual indicó que su estimación era poco confiable.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

El resultado de aplicar la función exponencial al coeficiente de regresión ( $\text{Exp}(B)$ ) de la variable HC fue de  $.708 = 1 - .202$ , lo cual significa que si HC aumenta en una unidad, los chances<sup>3</sup> de reprobar Cálculo I disminuyen en un 20.2%; por ejemplo, si A y B obtienen un 50 y 51 en HC, respectivamente, entonces los chances de reprobar Cálculo I de B son 20.2% menores que los de A.

Los estadísticos de ajuste para este modelo se consideraron aceptables. La prueba de Hosmer y Lemeshow de bondad de ajuste indicó con una confianza del 95% que los datos se ajustan al modelo y el  $R^2$  de Cox y Snell presentó un valor relativamente alto.

Tabla 2

*Regresión logística para la reprobación de Cálculo I en los estudiantes de primer ingreso de Física y Meteorología. 2010*

	B	E.E.	Wald	Sig.	$\text{Exp}(B)$	IC 95% para EXP(B)	
						Mínimo	Máximo
HC	-.184**	.085	4.645	.031	.798	.580	.983
Nota Pres.	-.114	.073	2.421	.120	.880	.707	1.029
MA – PAA	.058	.049	1.413	.235	1,057	.961	1.143
CO – PAA	-.014	.035	.148	.701	.986	.914	1.054
CL – PAA	-.017	.044	.151	.698	.983	.890	1.067
Constante	-18.669**	7.607	6.023	.014			

Nota: Elaboración propia con datos de ORI-UCR.

\*\* Significativo al 5%.

B=Coeficiente de regresión; E.E.=Error estándar; Wald=(B/EE)^2 (estadístico que permite determinar la significancia del coeficiente B); Sig.=significancia estadística;  $\text{Exp}(B)=e^B$  con  $e=2.7271..$

y<sup>2</sup> asociado a la prueba de Hosmer y Lemeshow = 5.842 (.665)

-2LL = 28.957;  $R^2$  de Cox y Snell=.407

En la tabla 3 se presentan las clasificaciones realizadas por el modelo, en las primeras dos columnas se clasifican los individuos utilizados en la estimación del modelo y en las dos últimas, la clasificación del 25% de la muestra no utilizada en la estimación. Se puede observar que el modelo clasificó correctamente al 89.8% de los casos utilizados en la estimación; por otro lado, de los 14 casos no utilizados en la estimación, el 73.3% de estos fue clasificado correctamente.

<sup>3</sup> Chances es una palabra utilizada para el término Odds, los cuales son el cociente de las posibilidades de acierto entre las de desacertar, por ejemplo los odds de obtener un 6 al tirar un dado son 1/5. Ahora, se sabe que el  $\text{Exp}(B)$  indica una razón de odds entre dos categorías, en una variable continua las categorías son a) una puntuación dada y b) esa puntuación aumentada en una unidad; de esta manera en el ejemplo anterior el 0.798 equivale a odds (B)/odds(A), de lo cual se obtiene que odds(B)=0.798\*odds(A)=odds(A)-.202\*odds(A).





El modelo presentó mayores porcentajes de acierto en la predicción de las personas aplazadas que en las aprobadas, esta tendencia se observó tanto en los individuos incluidos en la muestra, como en los no incluidos. Se puede observar que los porcentajes de clasificación correcta de los aplazados es alta, ya que supera el 80% en ambos casos; en cambio la de los aprobados oscila entre 50% y 70%.

Tabla 3

*Porcentajes de clasificación de la regresión logística para la reprobación de Cálculo I*

Clasificación verdadera	Clasificación de los casos incluidos en la estimación, con base en el modelo		Clasificación de los casos <b>no</b> incluidos en la estimación, con base en el modelo	
	Aplazados	Aprobados	Aplazados	Aprobados
Aplazados	36 (97.3%)	1	9 (81.8%)	2
Aprobados	4	8 (67.8%)	2	2 (50.0%)
Porcentaje de clasificación correcta	89.8%		73.3%	

Nota: Elaboración propia con datos de ORI-UCR.

***Predicción de Ecuaciones diferenciales aplicadas para la carrera de Farmacia***

En la [tabla 4](#) se presentan los resultados obtenidos al estimar la regresión logística utilizada para predecir la reprobación del curso Ecuaciones diferenciales aplicadas en la carrera de Farmacia. En este modelo se obtuvo una variable significativa al 5% y otra al 1%. Además de estadísticos de ajuste aceptables como, por ejemplo, un valor p asociado a la prueba de Hosmer y Lemeshow de .239.

La variable significativa al 5% fue género y su coeficiente indica que los chances de reprobar el curso para los hombres son 86.2% mayores que los de las mujeres, sin embargo, el intervalo de confianza para Exp(B) indica que la desventaja de los hombres puede ser menos pronunciada, por ejemplo, si se utiliza el límite inferior del intervalo, se tiene que la desventaja es de un 2.4%. Se concluye que en la carrera de Farmacia los hombres tienen más chances de reprobar el curso en comparación con las mujeres, pero no se cuenta con una estimación precisa de esta ventaja.

Por otro lado, HC fue la variable que presentó una significancia del 1% y su coeficiente señala que por un aumento en una unidad del porcentaje de correctas en la Prueba de Habilidades Cuantitativas, los chances de reprobar Ecuaciones diferenciales aplicadas disminuyen en un 16.5%. Este coeficiente, a diferencia del asociado a la variable hombres, presentó un intervalo de confianza con una amplitud aceptable.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

Tabla 4

*Regresión logística para la reprobación de Ecuaciones diferenciales aplicadas en los estudiantes de primer ingreso de Farmacia. 2010*

	B	E.E.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% para EXP(B)	
						Mínimo	Máximo
HC	-.153***	.055	7.606	.006	.835	.701	.955
Nota Pres.	-.119	.109	1.194	.274	.874	.606	1.090
MA – PAA	.025	.038	.444	.505	1.025	.950	1.094
CO – PAA	.028	.029	.964	.326	1.028	.972	1.081
CL – PAA	.055	.035	2.447	.118	1.053	.986	1.116
Género	1.982**	.999	3.936	.047	1.862	1.024	1.981
Constante	-11.359	12.602	.554	.457			

Nota: Elaboración propia con datos de ORI-UCR

\*\* Significativo al 5%, \*\*\* Significativo al 1%.

B=Coeficiente de regresión; E.E.=Error estándar; Wald=(B/EE)^2 (estadístico que permite determinar la significancia del coeficiente B); Sig.=significancia estadística; Exp(B)=e^B con e=2.7271..

$\chi^2$  asociado a la prueba de Hosmer y Lemeshow = 10.391 (.239)

-2LL = 51.733;  $R^2$  de Cox y Snell=.325

En cuanto a la clasificación realizada por el modelo, se obtuvo un porcentaje de acierto del 73.6% en los casos utilizados para estimar el modelo y un 78.6%, en los casos excluidos de la estimación y clasificados con el modelo preestimado. Al igual que en el modelo estimado para predecir la aprobación de Cálculo I, se evidenció que las mejores predicciones se realizaron para el grupo de aplazados (ver tabla 5).

Tabla 5

*Porcentajes de clasificación de la regresión logística para la reprobación de Ecuaciones diferenciales aplicadas*

Clasificación verdadera	Clasificación de los casos incluidos en la estimación, con base en el modelo		Clasificación de los casos <b>no</b> incluidos en la estimación, con base en el modelo	
	Aplazados	Aprobados	Aplazados	Aprobados
Aplazados	26 (86.7%)	4	8 (88.8%)	1
Aprobados	10	13 (56.5%)	2	3 (60.0%)
Porcentaje de clasificación correcta	73.6%		78.6%	

Nota: Elaboración propia con datos de ORI-UCR.





## **Predicción de Principios de matemática para las carreras de Ciencias Actuariales y Matemática**

En la muestra utilizada para la realización de este estudio, se presentó una baja tasa de aprobación en el curso Principios de matemática, únicamente lo aprobaron 5 estudiantes de los 49 que lo matricularon. Esta situación particular obligó a considerar todos los casos en la estimación del modelo, ya que eliminar uno de los estudiantes que aprobaron el curso, significaba una pérdida considerable de información y, probablemente, una causa de errores de estimación.

Los resultados del modelo propuesto para la reprobación del curso Principios de matemática se presentan en la **tabla 6**, este presentó estadísticos de ajuste aceptables como el ajuste de los datos al modelo ( $p$  asociado a la prueba de Hosmer y Lemeshow = .963) y un pseudo  $R^2$  superior a .25, además del valor más bajo de las deviancias (-2LL) de las regresiones logísticas estimadas en este artículo (estos modelos no son comparables entre sí, pero la comparación da una idea de las magnitudes de las deviancias en estos modelos). En este modelo no se incluyó la variable género debido a que presentaba problemas de estimación que se evidenciaban en la amplitud de los intervalos de confianza para Exp(B).

Tabla 6

*Regresión logística para la reprobación de Principios de matemática en los estudiantes de primer ingreso de Matemática y Ciencias Actuariales. 2010*

	B	E.E.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% para EXP(B)	
						Mínimo	Máximo
HC	-.168*	.099	2.852	.091	.817	.563	1.027
Nota Pres.	-.138	.116	1.402	.236	.852	.558	1.086
MA – PAA	.102	.089	1.322	.250	.893	.683	1.069
CO – PAA	.120	.087	1.890	.169	1.113	.948	1.252
CL – PAA	.056	.069	.654	.419	1.054	.917	1.174
Constante	-22.500*	12.694	3.142	.076			

Nota: Elaboración propia con datos de ORI-UCR.

\* Significativo al 10%

B=Coeficiente de regresión; E.E.=Error estándar; Wald=(B/EE)^2 (estadístico que permite determinar la significancia del coeficiente B); Sig.=significancia estadística; Exp(B)=e^B con e=2.7271..

$\chi^2$  asociado a la prueba de Hosmer y Lemeshow = 2.466(.963)

-2LL = 17.324;  $R^2_{\text{R}^2}$  de Cox y Snell=.263



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

La única variable significativa fue HC, la cual presentó una significancia del 10%. Su coeficiente indica que por un aumento en una unidad en el porcentaje de correctas de la Prueba de Habilidades Cuantitativas, los chances de reprobar Principios de matemática disminuyen en un 18%.

En la [tabla 7](#) se puede observar que el modelo presentó porcentajes de clasificación bastante aceptables, ya que clasificó correctamente al 93.9% de los casos, al igual que en los otros dos modelos las mayores tasas de clasificación son para los estudiantes aplazados. Para este análisis se utilizó el valor .30 como punto de corte (anteriormente se estuvo utilizando .50, como tradicionalmente se realiza en la regresión logística), es decir, estudiantes con probabilidades mayores a .30 se clasifican como aprobados; esta decisión se debió a que este punto corte permite una tasa más alta de clasificación correcta de los aprobados<sup>4</sup>.

Tabla 7

*Porcentajes de clasificación de la regresión logística para la reprobación de Principios de matemática*

Clasificación verdadera	Predicción	
	Aplazados	Aprobados
Aplazados	43 (97.7%)	1
Aprobados	2	3 (60.0%)
Porcentaje de clasificación correcta		93.9%

Punto de corte=.30

Nota: Elaboración Propia con datos de ORI-UCR.

## Conclusiones

En los tres modelos planteados se observó que la clasificación de los aplazados fue más efectiva que la de los aprobados, por lo que se considera que el modelo es más útil para la predicción de los estudiantes que reaprueban un curso introductorio de matemática, que para la predicción de los que lo aprobarán.

Estos modelos permiten establecer un perfil de un estudiante con alta probabilidad de reprobar un curso introductorio de matemática, lo cual permite a las autoridades universitarias diseñar planes de acción que ayuden a minimizar la repetencia de los estudiantes de primer ingreso en dichos cursos.

<sup>4</sup> En la regresión logística se clasifican los casos con base a la probabilidad de ocurrencia del evento en cuestión, generalmente a los casos con probabilidad de ocurrencia mayor a .5 se les clasifica como casos a los que les ocurrió el evento.



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>URL: <http://www.una.ac.cr/educare>CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

Este perfil prácticamente tendría como único componente a la obtención de notas bajas en la Prueba de Habilidades Cuantitativas, ya que los demás indicadores utilizados en los modelos estadísticos no resultaron predictores significativos de la probabilidad de aprobación del curso. En el caso de la carrera de Farmacia, se puede considerar dentro del perfil a la variable género, y dado que a las mujeres les tiende a ir mejor en el curso, se pueden seleccionar a los hombres que posean una nota de HC debajo de un cierto punto de corte, el cual será más alto que el establecido para las mujeres.

Por otro lado, se puede observar que en ningún modelo los componentes del promedio de admisión resultaron significativos, este resultado es esperable dado que el promedio de admisión es un indicador creado para seleccionar estudiantes con altas probabilidades de éxito en la Universidad, no para determinar la habilidad específica dentro de una carrera (Rojas, 2013). El Equipo Técnico de Investigación (ETI) de la Prueba de Aptitud Académica, ente encargado de la construcción, la validación y el desarrollo teórico de la PAA, ha mencionado que "el promedio de admisión ha dado evidencias de validez predictiva a nivel general de la Universidad y, como tal, debería ser usado; es decir, debe ser utilizado para ingreso a la Universidad y no para ingreso a carrera (a menos que los estudios evidencien su capacidad predictiva en carreras específicas)" (Equipo Técnico de Investigación [ETI], 2013, p. 1), lo cual respalda las ideas mencionadas previamente. Sin embargo, dado que en la Universidad de Costa Rica el promedio de admisión es utilizado para la asignación de carrera, es esperable que sus componentes se utilicen en la predicción de la reprobación de los cursos específicos de las carreras.

Ahora, debido a la significancia estadística presentada por la Prueba de Habilidades Cuantitativas en la predicción de la reprobación de cursos introductorios de matemática, se puede analizar la pertinencia de incorporar esta prueba dentro del modelo de asignación de cupos de las carreras acá estudiadas. Para este análisis, se debe determinar si existe algún punto de corte con el cual los modelos planteados anteriormente (sin incluir la variable género, dado que no es ético utilizar variables personales en un modelo de selección) permitan obtener tasas de clasificación correctas de los aprobados, que se puedan considerar aceptables, sin sobrepasar el error razonable en la clasificación correcta de los reprobados; esto, debido a que en los modelos de selección se desea minimizar el error "tipo 1": no seleccionar a un individuo que iba a aprobar el curso.

## Referencias

- Acuña, R. y Rojas, L. (2012). *Contraste en el valor predictivo del promedio de admisión y la Prueba de Habilidades Cuantitativas sobre el rendimiento académico de los [sic] y las estudiantes de Farmacia, Odontología y Estadística*. Manuscrito sin publicar.
- Amelii, R. (2011). Asesoramiento académico en línea para estudiantes repitentes en el área de matemática. *Docencia Universitaria*, 12(1), 11-28. Recuperado de [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/sadpro/Documentos/docencia\\_vol12\\_n1\\_2011/8\\_art\\_4\\_rita\\_.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/sadpro/Documentos/docencia_vol12_n1_2011/8_art_4_rita_.pdf)





doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>

URL: <http://www.una.ac.cr/educare>

CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

Bazán, J. L. y Sotero, H. (julio-setiembre, 1998). Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la UNALM. *Anales Científicos*, 36, 60-72. Recuperado de [http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/web/anales/pdf\\_anales/1998%20-%20XXXVI-Julio-Setiembre.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/web/anales/pdf_anales/1998%20-%20XXXVI-Julio-Setiembre.pdf)

Bolaños, M. y Rojas, L. (2013). Comparación entre los promedios de la Prueba de Aptitud Académica y la Prueba de Habilidades Cuantitativas en estudiantes de la Universidad de Costa Rica. *Revista de Ciencias Sociales*, 142(4) 101-115. Recuperado de [http://revistacienciassociales.ucr.ac.cr/wp-content/revistas/142/07-BOLAÑOS%20\(1\).pdf](http://revistacienciassociales.ucr.ac.cr/wp-content/revistas/142/07-BOLAÑOS%20(1).pdf)

Consejo Nacional de Rectores (CONARE). (2013). *Proceso de inscripción a las universidades estatales 2013-2014*. San José, Costa Rica: SIEDIN. Recuperado de [http://www.eccc.ucr.ac.cr/recursos/docs/feria\\_vocacional\\_2013/inscripcion\\_u.pdf](http://www.eccc.ucr.ac.cr/recursos/docs/feria_vocacional_2013/inscripcion_u.pdf)

Dwyer, C. A., Gallagher, A. M., Levin, J. y Morley, M. (2003). *What is Quantitative Reasoning? Defining the Construct for Assessment Purposes [¿Qué es razonamiento cuantitativo? Definiendo el constructo para propósitos de evaluación]*. New Jersey: ETS. Recuperado de <http://www.ets.org/Media/Research/pdf/RR-03-30-Dwyer.pdf>

Equipo Técnico de Investigación (ETI). (2013). *Consideraciones respecto al proceso de admisión*. Manuscrito inédito.

Garbanzo, G. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista Educación*, 31(1), 43-63. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/440/44031103.pdf>

Guglietta, L. y Delgado, C. (2010). Validez de constructo de un modelo de admisión a postgrado: Un análisis de ruta. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Education*, 18(1), 227-237. Recuperado de [http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/8399/1/RGP%202018\\_1%202010%20art%202014.pdf](http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/8399/1/RGP%202018_1%202010%20art%202014.pdf)

Hosmer, D. y Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression [Regresión logística aplicada]*. USA: Wiley & Sons. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/0471722146>

Kuncel, N. R., Hezlett, A. y Ones, D. (2001). A Comprehensive Meta-Analysis of the Predictive Validity of the Graduate Record Examinations: Implications for Graduate Student Selection and Performance. *Psychological Bulletin*, 127(1), 162-181. Recuperado de <http://internal.psychology.illinois.edu/~nkuncel/gre%20meta.pdf>

Kuncel, N. R., Marcus, M. A., Thomas, L. L., Klieguer, D. M., Seiler, S. N. y Woo, S. E. (2005). A Meta-analysis of the Validity of the Pharmacy College Admission Test (PCAT) and Grade Predictors of Pharmacy Student Performance. [Un meta-análisis de la validez del examen de admisión a la carrera de farmacia y los predictores de rendimiento académico]. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 69(3), 339-347. Recuperado de <http://www.aacp.org/resources/studentaffairspersonnel/admissionsguidelines/Documents/AJPEMetaAnalysisJune2005.pdf>



doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>URL: <http://www.una.ac.cr/educare>CORREO: [educare@una.cr](mailto:educare@una.cr)

Programa Permanente Prueba de Aptitud Académica (PPPAA). (2013). *La Prueba de Aptitud Académica de la Universidad de Costa Rica*. Recuperado de <http://www.paa.iip.ucr.ac.cr/userfiles/Prueba de Aptitud Academica de la UCR.pdf>

Palacios, M. A. (julio, 2005). Una nueva visión de la matemática, en el proceso educativo actual. *RevistaCiencias.com* Recuperado de <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEkkuFkyIAyLukuRUk.php>

Rojas, L. (agosto-febrero, 2012). Predicción de la dificultad de la Prueba de Habilidades Cuantitativas de la Universidad de Costa Rica. Revista digital *Matemática, Educación, e Internet*, 13(1), 1-14. Recuperado de [http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS\\_V13\\_N1\\_2012/RevistaDigital\\_Rojas\\_V13\\_n1\\_2012/RevistaDigital\\_Rojas\\_V13\\_n1\\_2012.pdf](http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS_V13_N1_2012/RevistaDigital_Rojas_V13_n1_2012/RevistaDigital_Rojas_V13_n1_2012.pdf)

Rojas, L. (enero-abril, 2013). Validez predictiva de los componentes del promedio de admisión a la Universidad de Costa Rica utilizando el género y el tipo de colegio como variables control. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 13(1), 1-24. Recuperado de [http://revista.inie.ucr.ac.cr/uploads/tx\\_magazine/validez-predictiva-componentes-promedio-admision-universidad-costa-rica-rojas.pdf](http://revista.inie.ucr.ac.cr/uploads/tx_magazine/validez-predictiva-componentes-promedio-admision-universidad-costa-rica-rojas.pdf)

Steen, L. A. (2004). *Achieving Quantitative Literacy: An Urgent Challenge for Higher Education [Alcanzar la alfabetización cuantitativa: Un reto urgente para la educación superior]*. Washington, DC: Mathematical Association of America.

Tirado, F., Backhoff, E., Larrazolo, N. y Rosas, M. (abril-junio, 1997). Validez predictiva del examen de habilidades y conocimientos básicos (EXHCOBA). *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 2(3), 67-84. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14000305>



### Cómo citar este artículo en APA:

Rojas-Torres, L. (setiembre-diciembre, 2014). Predicción de la reprobación de cursos de matemática básicos en las carreras de Física, Meteorología, Matemática, Ciencias Actuariales y Farmacia. *Revista Electrónica Educare*, 18(3), 3-15. doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.1>

**Nota:** Para citar este artículo en otros sistemas puede consultar el hipervínculo "Como citar el artículo" en la barra derecha de nuestro sitio web: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/index>