

## UN MODELO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE CÁLCULO I EN LA UNAB

### *A CONCEPTUAL MODEL FOR THE ANALYSIS OF STUDENT ACADEMIC PERFORMANCE IN CALCULUS I CLASS AT THE UNAB*

Henry Lamos Díaz y José Antonio Giraldo Sagra  
Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga (Colombia)

#### Resumen

Los cursos de matemáticas en distintas universidades presentan tasas de fracasos que originan deserción estudiantil de los programas de ingenierías. La Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB) no es ajena al problema discutido y en aras de encontrar posibles soluciones o mejorar los procesos de enseñanza - aprendizaje, el presente trabajo obtiene un conjunto de factores predictivos que ayudan a explicar el rendimiento académico de los estudiantes de Cálculo I, mediante el empleo de técnicas del análisis multivariante (análisis discriminante y modelos de datos de panel). La relación profesor-alumno, estrategias de aprendizaje, relación estudiante-asignatura y entorno familiar, son estudiados como posibles factores determinantes en el rendimiento académico, medido a través de la nota definitiva obtenida en dos momentos del tiempo para los estudiantes que cursan la asignatura. Los resultados sirven como insumos a la UNAB y a otras Instituciones de Educación Superior para implementar estrategias que mejoren los indicadores existentes sobre la mortalidad estudiantil.

**Palabras clave:** rendimiento académico, análisis discriminante, datos de panel, estrategias de aprendizaje, deficiencias pedagógicas y didácticas

#### Abstract

Mathematics courses at various universities have failure rates that cause dropout engineering programs. The Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB) is no stranger to the problem discussed and in order to find possible solutions or improve teaching and learning processes, this work obtains a set of predictors that help explain student academic performance in Calculus I class, using multivariate analysis techniques such as discriminant analysis and panel data models. The teacher-student relationship, learning strategies, course and student-family environment, are studied as possible factors in academic

performance, measured by the final mark obtained in two moments of time for students who attend the course. The results serve as inputs to the UNAB and other higher education institutions to implement strategies to improve existing indicators about students drop out of the engineering programs.

**Keywords:** academic performance, discriminant analysis, panel data, learning strategies, poor education and teaching

## Introducción

El problema de la deserción de estudiantes universitarios cobra interés en países emergentes como Colombia, debido a su alto impacto en la sociedad por los elevados costos. Una de las posibles causas de la deserción es el bajo rendimiento de los estudiantes en asignaturas como el cálculo I o álgebra lineal. El presente estudio aborda el problema del rendimiento académico de los estudiantes de Cálculo I de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, (UNAB), como unas de las múltiples causas de la mortalidad y deserción universitaria en los primeros niveles. El problema se estudia mediante el uso de modelos de análisis discriminante y análisis de datos longitudinales, empleando una serie de factores predictivos para tal fin.

El problema de encontrar buenos predictores del rendimiento futuro de manera que se reduzca el fracaso académico en los programas de pregrado y postgrado, ha sido estudiado tanto en el pasado como en el presente y seguirá siendo fruto de numerosas investigaciones por parte de la comunidad científica (Wilson, Hardgrave, 1995) y (Anderson, 2006). Los modelos de regresión lineal múltiple han sido ampliamente usados por diferentes autores (Marcelo *et al.*, 1987); (Castejón *et al.*, 1993); (Alfan y Othman, 2005) para explicar el rendimiento académico de los estudiantes, eligiendo como factores: la planeación del estudio, la inteligencia del estudiante, el apoyo del profesor, el tiempo dedicado al estudio, el tiempo de duración del curso, las condiciones ambientales de estudio, rendimiento académico inicial, el nivel socioeconómico y el autoconcepto, encontrando que el rendimiento inicial, el nivel socioeconómico y el auto-concepto son los que tienen un mayor peso a la hora de explicar el rendimiento.

El Análisis Discriminante (AD) y la Regresión Logística (RL) han sido aplicados. Treft *et al.* (1987) usan del AD para estudiar el rendimiento escolar de

estudiantes en modalidad a distancia. El estudio concluye que la edad y el trabajo son las variables que proporcionan un alto poder de discriminación para los grupos con buen o mal rendimiento, el cual fue medido mediante la mediana de la distribución de las notas. Otros autores como García (1986) concluyen que los mejores predictores del rendimiento son las variables: autovaloración que realiza el alumno de su propio rendimiento en función de su situación personal, tiempo semanal dedicado al estudio y la frecuencia de las consultas al profesor para los estudiantes de un curso de la asignatura ciencias de la educación.

A través del modelo de Regresión Logística, se ha abordado el problema (Alvarado y García, 1987) considerando que la asistencia y participación son variables con un alto poder discriminatorio.

A su vez las ventajas de usar datos de panel, respecto a los datos transversales son bien conocidas (Halaby, 2004). Por ejemplo, la estimación tanto de los valores esperados de las observaciones (efectos fijos) como de las varianzas y covarianzas de las observaciones (efectos aleatorios) se pueden realizar mediante datos de panel en estudios de mayor complejidad. Investigaciones recientes han demostrado su importancia para el estudio del crecimiento en el rendimiento matemático (Ma, 2005).

## Metodología

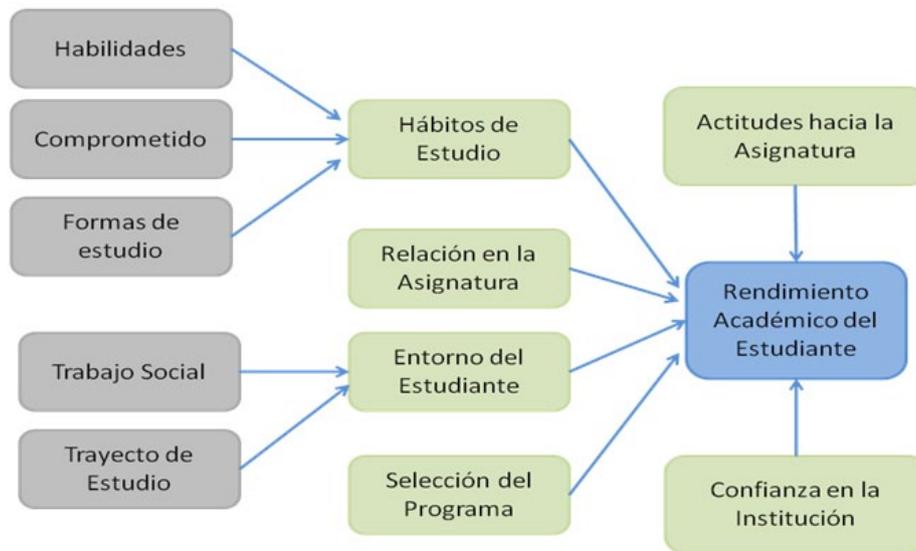
La investigación se fundamentó en 49 estudiantes de Cálculo I de la Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas y de la Facultad de Ingenierías Administrativas en dos momentos del tiempo. El instrumento de medición usado es tipo encuesta; la encuesta en el primer momento estaba conformada por 62 preguntas; la segunda encuesta contenía 23 preguntas de las 62 utilizadas en el primer instrumento que se consideran pueden tener algún cambio en el tiempo.

La recolección de la información del primer momento se realizó después de haber sido evaluados los temas de funciones, gráficas de funciones, límite y continuidad de una función; la segunda recolección de la información en el momento que se habían evaluado los temas de derivadas, aplicaciones y modelación de sistemas. La primera encuesta contenía información sobre todos los factores que se muestran en la figura (1), en la segunda encuesta se calificaron solo aquellos factores que pueden tener cambios en las respuestas a través del tiempo y a través de los estudiantes.

La selección de los factores predictivos se basó en investigaciones previas (Anderson, 2006).

En la figura 1 se presenta el modelo propuesto por los autores para explicar el rendimiento académico mediante seis dimensiones que se muestran en color verde: 1) Hábitos de estudio, dentro de la cual se engloban un conjunto de factores que configuran el concepto, 2) Relación con la asignatura, 3) Entorno del estudiante 4) Selección del programa. 5) Actitudes hacia la asignatura y 6) Confianza en la Institución.

Figura 1. Modelo propuesto por los autores



Una breve descripción de las dimensiones que se midieron se presenta a continuación.

1) Hábitos de estudio. Con ella se pretende conocer la manera como el estudiante se prepara para los previos, cuántos ejercicios resuelve antes del previo, la teoría que aprende para la resolución de los ejercicios planteados en el material de apoyo del profesor o bien del texto que sigue el docente titular de la asignatura. 2). Relación con la asignatura. En ella se busca conocer la percepción sobre su desempeño en matemáticas, la preparación que ha hecho para tener mejores competencias en el área, prioridad que le da a la asignatura y tiempo que le dedica a la preparación. 3) Entorno del estudiante. Esta dimensión busca representar las condiciones socio-económicas en que se desenvuelve el estudiante y su trayectoria educativa. Las variables que se incorporan en el instrumento son: colegio donde terminó el bachillerato,

modalidad en que lo cursó, información de los padres de familia relacionada con el nivel educativo y el nivel ocupacional. Respecto a la trayectoria educativa de los estudiantes, (periodo inmediatamente anterior a su entrada a la Universidad), se preguntó sobre la competencia en bilingüismo, tipo de estudios realizados, puntaje obtenido en la prueba colombiana realizada por el Instituto Colombiano para Evaluación de la Educación, ICFES y otros. 4). Selección del programa. Forma parte de esta dimensión: tiempo transcurrido antes de matricularse, actividades que realizó antes de iniciar los estudios en la UNAB, factores que incidieron en el proceso de selección de la carrera y preferencia por otros programas académicos. 5). Actitudes hacia la asignatura Cálculo I. En esta dimensión que es estrictamente de opinión y por tanto, de valoración personal de los estudiantes, interesa conocer las actitudes hacia las matemáticas y las creencias acerca de ellas. 6). Confianza en la

institución. Esta dimensión describe la relación que existe entre la institución y el estudiante, respecto a lo que se le promete en el momento de entrada a estudiar. Opiniones acerca de la formación que recibe el estudiante a través de los énfasis desarrollados por el profesor durante el proceso de enseñanza– aprendizaje.

Cada una de las dimensiones se sometió a un análisis de fiabilidad y validez facial. Se llevó a cabo un análisis factorial para los constructos medidos. Se presenta un análisis para una de las seis dimensiones consideradas y los reactivos (variables) que la componen.

La dimensión “Hábitos de Estudio”, constituida por 11 variables se midió en un rango de 1 a 5, donde a 1 le correspondía la etiqueta “siempre” y a 5 la etiqueta “nunca”. A continuación se describen las variables de la escala:

- P1- Desarrolla ejercicios de los textos faltando poco tiempo para el examen
- P2- Repasa los apuntes de clase cuando se termina cada sesión
- P3- Repasa los apuntes de clase cuando falta poco tiempo para el previo
- P4- Los temas del examen los estudia en grupo
- P5- Memorizo la mayoría de los ejercicios
- P6- Las otras materias le absorben la mayor parte del tiempo
- P7- Los temas del examen los estudia solo
- P8- Desarrolla ejercicios de los textos guías cuando termina cada sesión
- P9- Asiste a consulta antes del previo
- P10- Contrata profesor para preparar el previo
- P11- Se reúne con compañeros para preparar el previo

El análisis factorial exploratorio permitió seleccionar cuatro dimensiones que resumen el 66% de la variabilidad total. La primera dimensión se denominó “Grupo de Estudio”, la segunda “Tensión Asignatura”, la tercera “Forma de Estudio” y la última “Compromiso”. Los respectivos coeficientes alfa de Cronbach fueron 0.625, 0.57, 0.48 y 0.44.

Del mismo modo se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio para la dimensión “Relación en la Asignatura” obteniendo dos dimensiones que resumen el 70% de la variabilidad total, con coeficientes de alfa de Cronbach de 0.746 y 0.465 respectivamente. Para

las demás escalas se obtuvieron resultados semejantes con coeficientes de alfa de Cronbach mayores a 0.47.

## Análisis de los resultados

En el instrumento se incluyen las características generales de los estudiantes como sexo, edad, estado civil, origen geográfico y número de hijos. A continuación se presentan algunos de los resultados obtenidos:

### Información socio-demográfica de los estudiantes

El 46% de los estudiantes son hombres y el 54% mujeres. Todos los estudiantes de ingeniería que cursaron la asignatura Cálculo I en la Universidad Autónoma de Bucaramanga, durante el segundo semestre del año 2009, culminaron los estudios de bachillerato en la modalidad presencial. El 62% de los estudiantes terminaron su ciclo de educación media en un colegio privado.

El 46% de los padres/madres son profesionales; el 55% de los padres son empresarios, el 38% son empleados en empresas privadas. No existe evidencia significativa entre el rendimiento académico del estudiante y el nivel de educación de los padres.

### Trayectoria del estudiante

El 64% tomó un curso preparatorio para las pruebas de estado colombianas realizadas por el ICFES; el 25% proviene de colegios bilingües. El 13% de los estudiantes se encuentran trabajando actualmente dos o más horas a la semana. La atracción que siente hacia la carrera, el talento y los ingresos de los profesionales incidieron fuertemente en la elección de su programa de estudio.

Como se observa en la tabla 1, el 73,2% de los estudiantes que cursan la asignatura de Cálculo I consideran que su desempeño en matemáticas en el bachillerato fue excelente y bueno. Al cruzar las variables “percepción sobre el desempeño en el bachillerato y el desempeño en Cálculo” (dado por la nota definitiva del estudiante) se observa que los estudiantes

con un alto desempeño en el bachillerato aprobaron el curso, mientras que aquellos que consideran que su desempeño fue bueno, aprobaron el curso en un

porcentaje del 54,54%. Ahora, de los estudiantes que tuvieron un desempeño apenas aceptable o regular, el 45,45% de ellos no aprobaron el curso.

Tabla 1. Desempeño en el bachillerato vs desempeño en Cálculo I

Tabla de contingencia (Desempeño en matemáticas en bachillerato fue * Nota definitiva)					
No Aprobó el curso Aprobó el Curso		Nota Definitiva			Total
		No Aprobó el curso	Aprobó el Curso		
Desempeño en matemáticas en bachillerato	Excelente	Recuento	0	5	5
		% de Total	0,0%	12,2%	12,2%
	Bueno	Recuento	11	14	25
		% de Total	26,8%	34,1%	61,0%
	Aceptable	Recuento	3	5	8
		% de Total	7,3%	12,2%	19,5%
	Regular	Recuento	2	1	3
		% de Total	4,9%	2,4%	7,3%
<b>Total</b>		Recuento	16	25	41
% de Total		% de Total	39,0%	61,0%	100,0%

### Relación con la asignatura

La tabla 2 muestra las respuestas medias y desviaciones estándar del factor “Relación con la Asignatura”, compuesto por 11 variables que también aparecen en la tabla. Los estudiantes respondieron sobre las mismas 11 variables dos veces durante el semestre. I

Corte. El estudiante conoce la nota correspondiente al 50% de la nota final.

II Corte. El estudiante conoce la nota definitiva del curso. Cada pregunta tiene cinco categorías de respuesta: siempre (1), casi siempre (2), algunas veces (3), casi nunca (4) y nunca (5).

Tabla 2. Relación con la asignatura

		Desarrolla ejercicios de los textos faltando poco tiempo para el examen. (v1)	Repasa los apuntes de clase cuando se termina cada sección (v2)	Solo repasa los apuntes de clase cuando falta poco tiempo para el previo V3	Los temas del examen los estudia en grupo v4	Para el previo memoriza la mayoría de los ejercicios v5
I Corte	Media	2,67	3,04	2,47	2,9	3,8
	Desviación. Típica.	0,99	1,06	1,04	1,23	1
II Corte	Media	2,68	3,03	3,14	2,89	3,86
	Desviación. Típica.	1,25	1,19	1,4	1,24	1,16

		Las otras materias le absorben la mayor parte del tiempo v6	Los temas del examen los estudia solo v7	Desarrolla ejercicios de los textos guía cuando se termina cada sección v8	Asiste a consulta antes del previo v9	Contrata profesor externo para que le ayude a preparar el previo v10	Se reúne con compañeros para preparar el previo v11
I Corte	Media	3,33	3,27	3,16	3,86	4,14	2,76
	Desviación Típica.	1,01	2,99	1,05	1,1	1,26	1,22
II Corte	Media	2,92	2,84	2,97	3,35	4,03	2,68
	Desviación. Típica.	1,01	1,09	1,3	1,46	1,44	1,36

Se llevó a cabo un análisis discriminante con el fin de determinar las variables que permitan distinguir, entre los estudiantes que aprueban el primer corte y los que no lo aprueban a través del conjunto de variables explicativas  $v_1, v_2, \dots, v_{11}$  del factor “Relación con la Asignatura” en los dos momentos de tiempo.

Para el primer momento del tiempo, el análisis discriminante permitió mediante las funciones de clasificación, una tasa de discriminación del 66%, y en el segundo momento la tasa fue del 80%. Las cargas discriminantes que miden la correlación simple entre cada variable independiente y la función discriminante (variable canónica) se muestran en la tabla 3. De aquí, las variables, “Desarrolla los ejercicios de los textos cuando falta poco tiempo para el examen”, “contrata profesor externo para que le ayude a preparar el previo

y asiste a consulta antes del previo”, tienen poder de discriminación entre los grupos “aprobado” y “no aprobado” con correlaciones superiores a 0,4.

Tabla 3. Matriz de estructura

	Función		Función
	1		1
V1	0,713	V7	0,21
V2	0,658	V8	0,143
V3	0,4	V9	0,082
V4	-0,28	V10	0,044
V5	-0,263	V11	-0,041
V6	0,243		

Las funciones discriminantes lineales para la clasificación son

Fórmula 1. Funciones discriminantes lineales

$$D_1 = 11,4v_1 + 5,4v_2 - 7,6v_3 + 2,8v_4 + 10,2v_5 - 2,2v_6 - 1,8v_7 + 1,3v_8 + 14,2v_9 + 5,8v_{10} + 2,8v_{11} - 78$$

$$D_2 = 13,3v_1 + 7,4v_2 - 7,4v_3 + 1,9v_4 + 10,8v_5 - 3,1v_6 - 2,45v_7 - 2,2v_8 + 14,2v_9 + 3,8v_{10} + 1,9v_{11} - 82,9$$

## Hábitos de estudio

Las actitudes de los estudiantes frente a la asignatura pueden cambiar durante el semestre, mediante actos intencionales que realiza el profesor con el fin de “engancha” a los estudiantes en la asignatura. A través de un Análisis de Varianza se decidió comprobar

si el profesor logra modificar el comportamiento de los estudiantes hacia la asignatura en el transcurso del semestre.

En la tabla 4 se puede observar que todas las variables son significativas a un nivel de 0.1 salvo la primera de ellas.

Tabla 4. ANOVA de las actitudes de los estudiantes

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Esfuerzo para sacar buena nota en el curso de cálculo 1	Inter-grupos	,002	1	,002	,001	,981
	Intra-grupos	268,398	83	3,234		
	Total	268,400	84			
Califique el interés que usted toma por estudiar este curso	Inter-grupos	10,550	1	10,550	2,874	,094
	Intra-grupos	304,673	83	3,671		
	Total	315,224	84			
Califique la importancia de obtener una buena nota en este curso	Inter-grupos	32,095	1	32,095	16,015	,000
	Intra-grupos					

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Intra-grupos	168,335	84	2,004		
	Total	200,430	85			
Califique las exigencias que usted tiene con respecto al estudio de matemáticas	Inter-grupos	24,313	1	24,313	12,074	,001
	Intra-grupos	169,141	84	2,014		
	Total	193,453	85			
Califique el interés que usted tiene por aprender matemáticas	Inter-grupos	7,831	1	7,831	3,180	,078
	Intra-grupos	206,878	84	2,463		
	Total	214,709	85			

## Modelo de datos de panel

El análisis de datos longitudinales consiste en llevar a cabo mediciones a lo largo del tiempo en cada una de las unidades experimentales asignadas a diferentes grupos o tratamientos. Diggle, *et al.* (1994).

Los Modelos Lineales Generalizados (MLG) son una extensión para el análisis de datos longitudinales no Gaussianos. Cuando la variable respuesta es aproximadamente Gaussiana, se han desarrollado métodos para el análisis de los mismos, que son muy aceptados. Un supuesto básico de los modelos de datos de panel, es que dadas las variables explicativas observadas, los efectos de todas las variables se pueden representar de tres maneras:

- Variables por individuo que no cambian en el tiempo; por ejemplo, el sexo, el tipo de colegio donde culminó los estudios, etcétera.
- Una variable por periodo que no cambia entre individuos: Son las mismas variables para todos los estudiantes en un momento del tiempo, pero varían a lo largo del periodo de estudio. Por ejemplo, entrega de material por parte del docente, tiempo para la resolución del examen, etcétera.
- Una variable que cambia en el tiempo y por estudiante: se trata de variables que cambian entre estudiantes en un momento del tiempo, y que además cambian a lo largo del tiempo. Por ejemplo, las actitudes que tienen sobre la asignatura o la forma de preparar el examen.

El siguiente modelo de panel de efectos fijos se ajustó mediante un modelo mixto:

Fórmula 2. Modelo de panel mixto

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_k x_{kit} + \alpha_i + u_{it}, \\ t = 1, 2, \dots, T, i = 1, 2, \dots, N \quad (I)$$

Donde:

$x_{jit}$  Son variables independientes de interés;

$$i = 1, 2, \dots, 35,$$

$$t = 1, 2,$$

$$u_{it}$$

$$\alpha_i$$

Unidades transversales  
Observaciones en el tiempo  
Los efectos fijos  
El error

El objetivo del análisis fue determinar si existía una relación entre el rendimiento del estudiante, y las variables que conforman la dimensión “Relación hacia la asignatura” y la variable independiente “El profesor entrega suficiente material para la preparación

de los previos”: fotocopias, talleres, referencias bibliográficas.

A través del procedimiento modelos lineales mixtos de SPSS se ajustó el modelo de panel (I) de efectos

fijos para el caso donde la variable dependiente se considera la nota definitiva obtenida en la asignatura. El factor es estudiantes y las covariables son las variables de la dimensión “Relación hacia la Asignatura”.

Tabla 5. Modelo I. Tipo III de contrastes de efectos fijos (a) Variable dependiente: Nota definitiva

Origen	Numerador df	Denominador df	Valor F	Sig.
<b>Intersección</b>	1	70	454,945	0
<b>Estudiante</b>	35	70	137,486	0
<b>X</b>	1	70	14,011	0
<b>V1</b>	1	70	0,039	0,844
<b>V2</b>	1	70	2,27	0,13
<b>V3</b>	1	70	2,466	0,121
<b>V4</b>	1	70	2,833	0,097
<b>V5</b>	1	70	0,643	0,425
<b>V6</b>	1	70	10,787	0,002
<b>V7</b>	1	70	2,348	0,13
<b>V8</b>	1	70	16,742	0
<b>V9</b>	1	70	2,743	0,102
<b>V10</b>	1	70	10,48	0,002
<b>V11</b>	1	70	0,168	0,683

Analizados los parámetros estimados y su significancia, se observa que las variables X, V2, V3, V4, V6, V7, V8, V9 V10 tienen un efecto diferente sobre el rendimiento, para todos los estudiantes, mientras que V1, V5, V11 resultan no significativas.

Se observa que las variaciones en la notas de los estudiantes, se deben a la importancia de entregar suficiente material a ellos para la preparación de los previos.

También se ajustó el modelo de panel para percepciones del factor “Extensión de las evaluaciones”. La escala

de medición constaba de tres categorías: poco (1), suficiente (2) y mucho (3)

- X1 Considera que la cantidad de tema para este examen fue (poco, suficiente, mucho).
  - X2 Considera que el tiempo para resolver este examen fue (poco, suficiente, mucho).
  - X3 Considera que el tiempo de la clase para cubrir los temas que se evaluaron en este examen fue (poco, suficiente, mucho).
  - X4 Considera que la cantidad de ejercicios que resolvió en clase fue (poco, suficiente, mucho).
- En la tablas 6 y 7, se muestran los resultados:

Tabla 6. Contrastes de efectos fijos(a) variable dependiente: Nota periodos

Origen	Numerador df	Denominador df	Valor F	Sig.
Intersección	1	32	20,21	0
Casos	35	32	3,593	0
X1	1	32	1,672	0,105
X2	1	32	0,034	0,103
X3	1	32	0,018	0,894
X4	1	32	1,008	0,203

Como se aprecia en la salida, las variables X1 y X2 son significativas en el nivel de 0.1, mientras que X3 y X4 no lo son. Los estudiantes consideran que la cantidad de tema y el tiempo para la solución de las evaluaciones en el segundo corte es suficiente, mientras que en el primer corte tanto el tiempo de clase para cubrir los temas como la cantidad de ejercicios que se resolvieron fueron insuficientes.

El último modelo que se presenta de datos de panel es para el caso de:

Y1- Esfuerzo para sacar buena nota en el curso de cálculo 1

Y2- Interés que usted toma por estudiar este curso

Y3- La importancia de obtener una buena nota en este curso

Y4- Las exigencias que usted tiene con respecto al estudio de matemáticas

Y5- El interés que usted tiene por aprender matemáticas.

Los efectos se evaluaron incluyendo la variable  $V$  (relación de la asignatura con el programa que estudia) en el modelo, puesto que se deseó controlar el poder del profesor de enganchar al estudiante en la asignatura a través del semestre.

Tabla 7. Tipo III de contrastes de efectos fijos (a) Variable dependiente: nota definitiva

Origen	Numerador df	Denominador df	Valor F	Sig.
Intersección	1	72	322,003	0
Estudiante	35	72	119,19	0
Y1	1	72	16,478	0
Y2	1	72	0,355	0,553
Y3	1	72	3,812	0,055
Y4	1	72	5,598	0,021
Y5	1	72	7,442	0,008
$V$	1	72	5,509	0,022

La variable Y2 resulta no significativa, lo que explica que el estudiante siempre tuvo interés por la asignatura durante el semestre. Las otras actitudes si se modificaron de manera positiva a lo largo del tiempo.

## Conclusiones

El marco teórico empleado para analizar el rendimiento académico del estudiante, (notas correspondientes a dos periodos de tiempo), se basó en el modelo

constructivista incluido dentro del Proyecto Educativo Institucional de la Universidad y en la teoría del aprendizaje significativo, centrado en el vínculo que debe existir entre los nuevos conocimientos y los saberes previos de los estudiantes. El presente estudio permitió hallar las variables que mejor explican las diferencias entre los estudiantes que aprueban y los que no aprueban la asignatura cálculo I en el primer y el segundo corte y además la elaboración un modelo para clasificar a los estudiantes en los dos grupos con base en los valores de las variables predictoras mediante el análisis discriminante. Además, el uso de análisis de datos longitudinales determina la existencia de una relación entre el rendimiento del estudiante y variables que conforman el factor “Relación con la Asignatura”, actitudes que van mejorando durante el semestre mediante actos intencionales de los docentes. Las variables v2, v3, v4, v6, v7, v8, v9, v10 (Ver tabla 3) que cambian durante el semestre, pueden ser tenidas en cuenta por parte del docente con el fin de mejorar las creencias y actitudes frente al curso en el proceso de enseñanza. A pesar de que el 83,2% considera que su desempeño fue excelente y bueno solo el 46,3% aprobó el curso; mientras que 26,8% que considera que su desempeño en matemáticas en el bachillerato fue aceptable y regular, el 14,6% aprobó el curso (tabla 1).

Los autores consideran que para una mejor validación del modelo propuesto, se deben incluir más estudiantes

en la muestra, más cursos de matemáticas debe ser objeto de valuación, durante periodos de tiempo más extensos.

## Recomendaciones

El trabajo de investigación ha permitido desarrollar una serie de lineamientos que ayuden a mejorar el proceso de enseñanza de las matemáticas. Uno de los lineamientos está orientado a resaltar el rol de profesor, colaborándole en el mejoramiento de su actuación como mediador en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Estos lineamientos están encaminados hacia los siguientes tres campos dentro de la enseñanza de las matemáticas: 1. Rol del profesor. 2. Metodología empleada en el proceso enseñanza-aprendizaje y 3. Control institucional en cuanto al cumplimiento por parte de los docentes del área de las matemáticas del modelo pedagógico institucional, que promueve el constructivismo y el aprendizaje significativo.

El presente estudio se volverá a replicar a todos los estudiantes que deben tomar un curso de matemáticas con el fin de afinar el modelo propuesto. Además utilizar el modelo de ecuaciones estructurales para datos de panel.

## Bibliografía

- Alfan, E. y Othman, M. (2005). Undergraduate students performance: The case of University of Malaya. *Quality assurance in education*, Vol.13, N°. 4, pp. 329-343.
- Alvarado, J. y García J., M.V. (1997). Incidencia de la asistencia a clase, del trabajo efectivo y de factores individuales sobre el rendimiento académico. V Congreso de Metodología, Sevilla, España.
- Anderson, J. (2006). Predicting final GPA O Graduate school students: comparing artificial neural network and simultaneous multiple regression, *College and University Journal*, Vol.81, N°. 4, pp. 19.
- Castejón, J. L., Navas, L. y Sampascual, G. (1993). Investigación sobre la eficacia de centros de enseñanza secundaria. Un modelo de identificación y funcionamiento. *Revista de Educación*, N°. 301, pp. 221-244.
- Diggle, P., Liang, L-K., Zeger, S.L. (1996). *Analysis of longitudinal data*. Oxford Statistical Series, pp. 167.
- García Ll., J.L. (1986). El análisis discriminante y su utilización en la predicción del rendimiento académico. *Revista en Educación*, N°. 280, pp. 229-252.
- Halaby, C. (2004). Panel model in sociological research: Theory into practice. *Annual review of sociology*, N° 30, pp. 507-544.
- Ma, X. (2005). Growth in mathematical achievement. Analysis with classifications and regression trees. *The Journal of Educational Research*, Vol. 99, N°. ° 2, November-December, pp. 78-86.
- García, Marcelo; Villarín M., M y Bermejo C., B. (1987). Contextualización del rendimiento en bachillerato. *Revista de Educación*, N°. 282, pp. 267-283.
- Treffitz, A., Restrepo, J., Esteban, P.E., Jiménez, A. M., Giraldo, F.D., Rojas, L.C., Restrepo, A., Giraldo,

A.A., Peñaloza, C., Peláez, D.A. y Lamprea, J.A. (2009). Ambientes virtuales colaborativos en cursos de matemáticas para ingenierías soportados por redes de alta velocidad, Revista Educación en Ingeniería No. 8, Diciembre pp.13-25.

Wilson, R.L., Hardgrave, B.C. (1995). Predicting graduate student success in an MBA program: Regression versus classification. Educational and Psychological Measurement, N° 55, pp. 186-195.

## Sobre los autores

---

### Henry Lamos Díaz

PhD en Matemática y Física Aplicadas  
Profesor titular de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga (Colombia)  
hلامos@unab.edu.co

### José Antonio Giraldo Sagra

Ingeniero Industrial. Especialista en Desarrollo Intelectual y Educación. Profesor asistente de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.  
jgiraldo@unab.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.