

Factores de contexto, entrada y proceso asociados al rendimiento en Matemática: un estudio multinivel

Background, input and process factors associated with Mathematics performance: A Multilevel analyses

Tania Moreira Mora
Instituto Tecnológico de Costa Rica
tmoreira@itcr.ac.cr

Dirección postal: 1437-1100 Tibás, San José. Costa Rica

Resumen. El propósito de esta investigación fue determinar el grado de asociación de los factores de contexto, entrada y proceso con el rendimiento académico en el Curso de Matemática General desde la perspectiva teórica del modelo CIPP. El estudio se basó en la aplicación del modelo de regresión lineal de dos niveles, con la participación del estudiantado (nivel uno) y los docentes universitarios (nivel dos) del curso en 2010. Los hallazgos evidencian una asociación con significancia estadística e importancia práctica del rendimiento con ciertas variables del estudiantado relativas al historial académico (contexto), la interacción docente-estudiante y estrategias metodológicas (proceso) y del docente (entrada). Finalmente, la articulación del modelo CIPP con el análisis multinivel favoreció un acercamiento integral de un fenómeno educativo multifactorial.

Palabras clave: análisis multinivel, eficacia escolar, rendimiento académico, Matemática, CIPP.

Abstract. The aim of this research was to determine the association of context, entrance background, and process factors with the academic performance in the course of General Mathematics from the integral perspective of the CIPP model. The study was based on the application of the lineal regression model. The participating students (level one) were enrolled in the course General Math in year 2010 and the second sample (level two) was comprised by the professors teaching that same course. Findings provided evidence relating the students' performance to their academic history (context), the student-instructor interaction and the methodological strategies (process), as well as instructor's characteristics (entrance). Finally, the articulation of the CIPP model with the multilevel analysis allowed an integral approach to a multifactor educational phenomenon.

Key Words: Multilevel analyses, school effectiveness, academic performance, Mathematics, CIPP.



Introducción

Esta investigación se enmarca en el área temática del rendimiento académico en Matemática en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) desde una perspectiva integral, basada en el modelo CIPP (Contexto, Input, Proceso, Producto), ante la necesidad de determinar cuáles son los factores de contexto, entrada y proceso asociados al rendimiento académico en el curso de Matemática General de las carreras en esta universidad. Una de las razones que ha justificado el estudio es el bajo rendimiento en este curso, impartido al 64% de las 22 carreras del TEC, cuyos porcentajes de aprobación han oscilado, entre el 40% y el 50%, y en el caso de los y las estudiantes con condición de RN (reprobación repetida), entre un 22,52% y un 49% (Hernández, Alfaro, Barquero & Ramírez, 2009).

La razón metodológica para realizar el estudio con el modelo de regresión lineal multinivel de dos niveles, es la misma naturaleza anidada de la organización institucional; ya que, los datos educativos típicamente tienen una estructura jerárquica o de conglomerados de estudiantes, grupos e institución (Crislip & Heck, 2001; Hwang, 2002; Malin & Linnakylä, 2001; Young, 1997). La segunda razón es el poder estadístico que esta metodología ofrece al integrar el análisis multivariado con la perspectiva de multinivel, lo que permite, por un lado, una mejor representación de la realidad educativa, con respecto a un modelo univariado o de nivel único (Paterson, 1998) y, por el otro, examinar las contribuciones de las características institucionales y del individuo en el logro académico (Southworth, 2010).

En general, en esta área temática existen investigaciones dirigidas a encontrar explicaciones de la naturaleza de las variables asociadas al éxito o fracaso académico, desde estudios exploratorios, descriptivos y correlacionales hasta estudios explicativos, que permiten una aproximación a su complejidad en vías de comprender su significado, dentro y fuera del acto educativo (Edel, 2003). En este caso, la investigación se orienta por los siguientes objetivos:

- a. Determinar el grado de asociación de los factores de contexto, entrada y proceso con el rendimiento académico en el curso de Matemática General de las carreras del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- b. Aplicar el modelo de regresión lineal multinivel de dos niveles para el análisis de los factores de contexto, entrada y proceso asociados al rendimiento académico en el curso de Matemática General de las carreras del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Por la naturaleza empírica de estos objetivos, que pretenden comprobar la posibilidad de asociaciones cuantitativas entre las variables incluidas en el modelo multinivel; así como por las evidencias empíricas de estudios

similares, descritos en el siguiente apartado, se proponen las siguientes hipótesis de investigación:

- H1. El rendimiento académico del estudiantado en el curso de Matemática General se asocia directa y significativamente con su historial académico y familiar.
- H2. El rendimiento académico del estudiantado en el curso de Matemática General se relaciona significativamente con las características del docente y los servicios institucionales.
- H3. El rendimiento académico del estudiantado en el curso de Matemática General muestra una relación directa y significativa con la interacción docente-estudiante y las estrategias metodológicas.

Con esta investigación se logra, por un lado, vincular el modelo integrado de eficacia escolar con una técnica de análisis multivariado, y por el otro, se espera contribuir en la toma de decisiones pedagógicas e institucionales que potencien el éxito académico del estudiantado en este curso introductorio.

Marco de Referencia

En una revisión de la literatura, los modelos conceptuales coinciden en un conjunto de indicadores agrupados en cuatro grandes factores o componentes: contexto, input, proceso y producto, aunque varíen en su centro de atención y amplitud (Fernández & González, 1997; Murillo, 1999). Específicamente, el modelo CIPP, desarrollado por Stufflebeam y Shinkifield en 1987, representa un enfoque de evaluación global e integrador que se orienta, principalmente, hacia la toma de decisiones (Bausela, 2003). Este tipo de modelos supone un avance importante no solo en su definición teórica, sino también en la mejora técnica para el análisis de datos. Así, los análisis actuales de eficacia se enmarcan en modelos multinivel que delimitan las relaciones entre varios niveles diferenciados, específicamente, en los siguientes factores:

- a. Contextuales (*background*): Características del centro educativo, ambiente socioafectivo y contexto de los alumnos.
- b. De entrada (*input*): instalaciones y recursos, dotación de personal, servicios que ofrece y apoyos externos.
- c. De proceso (*process*): estructura, funcionamiento y clima/cultura organizacional.

- d. De producto (*output*): desarrollo de la organización, rendimiento de los individuos, satisfacción de los clientes, satisfacción de padres de familia y reputación institucional (Fernández & González, 1997).

En general, el modelo CIPP no permite establecer relaciones deterministas, sino crear un esquema o marco conceptual, al menos en un nivel lógico, de los efectos y las posibles causas de un fenómeno educativo, al proporcionar información de las diferentes teorías que intentan explicar las complejas relaciones de los diversos fenómenos en el campo educativo (Poliandri, Cardone, Muzzioli & Romiti, 2010).

Entre los factores de contexto, se han encontrado evidencias del nivel educativo de los padres relacionado con la condición de deserción (Castaño, Gallón, Gómez & Vásquez, 2008) y con el rendimiento en Matemática de estudiantes universitarios (Vargas, 2010), así como el ambiente familiar (Vélez & Roa, 2005). En tanto que, de las características demográficas del estudiantado, se ha demostrado que la edad y la carga académica inciden en el riesgo de desertar (Castaño et al., 2008); así como el desempeño académico con la condición laboral del estudiantado (Vargas, 2010) y la carga académica con el fracaso y la probabilidad de graduación de los y las estudiantes (Guillén & Chinchilla, 2005).

Entre los antecedentes académicos, tanto el tipo de colegio (Vélez & Roa, 2005) como las calificaciones de secundaria (Contreras, Gallegos & Meneses, 2009; Soares, Guisande, Almeida & Páramo, 2008; Vargas, 2010), la puntuación de un examen de admisión (Soares et al., 2008), la asistencia y participación de los y las estudiantes en clase (Guillén & Chinchilla, 2007) y las dificultades en Matemática y la memorización (Alfaro, 2010) se han asociado al rendimiento académico. Además, existen evidencias de una relación con el constructo de inteligencia fluida, medida con el test de Cattell, hábitos de estudio y la actitud negativa hacia la Matemática (Vargas, 2010). Estos hallazgos respaldan el planteamiento de la primera hipótesis de la investigación enfocada en las variables del primer nivel, particularmente, en la relación significativa y positiva entre la nota del curso y el nivel de escolaridad de los padres, condición socioeconómica y núcleo familiar, variables familiares del modelo multinivel.

Igualmente se presume una relación positiva con el cumplimiento de deberes académicos, la asistencia a lecciones, el tiempo de estudio, el rendimiento en Matemáticas, cantidad de cursos y colegio de procedencia; no obstante, se espera una relación inversa con las condiciones de repitencia y aplazamiento, variables incluidas en los antecedentes académicos de los estudiantes.

En estudios relativos a los factores de entrada se han hallado asociaciones del rendimiento académico con la edad del y la docente, con los cursos de actualización profesional y la satisfacción general de la práctica

docente (Montero, Villalobos & Valverde, 2007; Vargas 2010) y con el nivel académico y el tipo de contratación laboral del docente (Vargas, 2010). Otro factor de entrada analizado en numerosas investigaciones ha sido el ámbito institucional. Algunos hallazgos demuestran que el efecto institucional podría ser igual o mayor al del aula, dependiendo de la asignatura, nivel y grado del estudiantado (Cervini, 2006). También características como sector, selectividad, especialización y, principalmente, el ambiente institucional se han relacionado con la calidad del esfuerzo y el crecimiento del alumnado en la universidad (Hu & Kuh, 2000).

Además se han observado relaciones entre el número de estudiantes por grupos (Montero et al., 2007; Vargas, 2010), y el número de docentes por curso (Montero et al., 2007) con el rendimiento, y las exenciones económicas (becas) con un menor riesgo de desertar (Castaño et al., 2008). Con base en estos antecedentes, se propone en la segunda hipótesis una asociación positiva de la nota del curso con las características del docente, particularmente, con la edad, experiencia docente y formación académica; así como con los servicios de becas, alimentación, salud y apoyos educativos brindados por la universidad.

En lo concerniente a los factores de proceso, existen estudios sobre la interacción docente y estudiantes. Así, una buena relación social con los y las docentes tiende a disminuir el riesgo de deserción (Castaño et al., 2008); mientras que la evaluación del desempeño docente (Montero et al., 2007) y las técnicas de enseñanzas (Vargas, 2010), se han relacionado con el rendimiento académico universitario. Por ello, en esta investigación se propone en la tercera hipótesis una relación directa entre la interacción docente y las estrategias metodológicas con la nota del curso de Matemáticas General.

Finalmente, en la generalidad de las investigaciones, el producto (*output*) se ha focalizado en pruebas estandarizadas o en promedios de cursos universitarios. De uso común ha sido la aplicación de baterías de selección y distintas medidas de rendimiento universitario, principalmente notas en primer año (Contreras et al. 2009). En correspondencia con esta tendencia, se seleccionó el promedio ponderado del curso de Matemática General como producto.

Método

El enfoque metodológico de esta investigación es hipotético deductivo por el interés de conocer el efecto y magnitud de las variables en la predicción del rendimiento en Matemáticas a partir de los hallazgos empíricos de estudios similares. Específicamente, es un estudio de tipo correlacional predictivo al apoyarse en un modelo de regresión (Colás & Buendía, 1994). El diseño se puede clasificar en función del grado de

cumplimiento de los supuestos de la experimentación, los objetivos fundamentales del estudio y en el marco temporal (Cea, 1999). De acuerdo con estos supuestos, este estudio se cataloga como no experimental.

La variable dependiente fue el promedio de Matemática General y las independientes se clasificaron en dos niveles, correspondientes a las unidades del estudiantado y del cuerpo docente. Este modelo es aceptable y consecuente con la mayoría de los estudios multinivel que han incorporado dos niveles: estudiantes e institución (Gronna & Chin-Chance; 1999). Para ampliar la descripción y ventajas del modelo de regresión lineal multinivel ver artículos de Malin & Linnakyla (2001) y Kreft (1990).

Instrumentos

La recolección de la información se realizó en el mes de abril de 2010 con la técnica de encuesta, de tipo autoadministrada y presencial, con dos propósitos: el primero para explicar a estudiantes y docentes los objetivos de la investigación y el segundo, para garantizar que todos los presentes respondieran los instrumentos. El procedimiento técnico para elaborar los instrumentos de estudiantes y docentes se basó en cuatro etapas:

- a. Revisión documental de investigaciones y de escalas relacionadas con el fenómeno de estudio.
- b. Redacción de los ítems de selección única y de las escalas tipo Likert.
- c. Construcción de una versión preliminar de cada instrumento.
- d. Validación de cada instrumento con el criterio de expertos.

Esta técnica de jueces se empleó con la intención de obtener evidencias asociadas al contenido de ambos instrumentos, específicamente, para determinar el grado de representatividad y pertinencia de las variables que se deseaban medir. En concreto, los cinco jueces seleccionados por su experticia en investigación y la enseñanza de la Matemática analizaron la congruencia entre ítems, indicadores y variables basados en la matriz operativa (ver Tabla 1). Como lo explica Muñiz (2003), cuando no se dispone de una población de contenidos explícitamente definida, hay que proceder por caminos más indirectos y falibles como la consulta cruzada a expertos en el área.

Tabla 1

Matriz operativa de las variables medidas en los factores de contexto, proceso, entrada y resultados en estudiantes y docentes, 2010

Definición sustantiva	Definición operativa	Variables e indicadores	Niveles de medición
Sociodemográficas			
La clasificación por edades y sexos es la estructura poblacional más utilizada puesto que gran parte del comportamiento demográfico está condicionado por estas dos dimensiones (Ortega, 2001).	Valores absolutos y porcentuales de los 5 ítems de selección sobre el sexo, la edad, estado civil, provincia y el tener hijos.	Edad (est_ítem1) Sexo (est_sexo) Hijos (est_ítem3) Estado civil (est_ítem4) Provincia (est_provincia)	Métrica Dummy Dummy Nominal Nominal
Historial académico			
Cuando los estudiantes tienen confianza en su capacidad de éxito, aceptan los desafíos planteados en nuevas tareas y persisten en su esfuerzo para realizarlas con éxito, mientras que al experimentar decepciones y dudas de su capacidad los conducen a alcanzar resultados negativos (García & Doménech, 1997).	Valores absolutos y Porcentuales de los 10 ítems de selección relativos a los antecedentes académicos en secundaria (repitencia y aplazamiento), tipo de colegio, cumplimiento de deberes, tiempo de estudio y extracurricular, carga académica, rendimiento en Matemática y asistencia.	Tipo de colegio est_colegio Repitencia (est_repitencia) Aplazamiento (est_aplazamiento) Tiempo de estudio y extracurricular (est_ítem11 y est_ítem16) Cumplimiento de deberes (est_ítem12) Asistencia (est_ítem13) Carga académica (est_ítem151 y est_ítem152) Nota de Matemática PAA (MATE100)	Dummy Métrica Métrica Ordinal Ordinal Ordinal Métrica Métrica

Continúa...

Definición sustantiva	Definición operativa	Variables e indicadores	Niveles de medición
Contexto familiar			
La familia es un grupo socialmente construido, heterogéneo, diverso, dinámico e histórico, que mediante lazos de parentesco establece un tipo de relación particular (Franco & Tobasura, 2007).	Valores absolutos y porcentuales de los 7 ítems sobre núcleo familiar, escolaridad del padre y la madre, número de integrantes de la familia, ingreso familiar, financiamiento de los estudios y condición laboral del estudiante.	Núcleo familiar (est_domicilio)	Dummy
		Nivel de escolaridad de padres(est_escolar_padre y est_escolar_madre)	Dummy
		Número de integrantes (est_ítem19)	Métrica
		Ingreso familiar (est_ítem20)	Ordinal
		Financiamiento de estudios (est_ítem21y est_ítem22)	Nominal
		Condición laboral del estudiante (est_ítem23)	Dummy
Características del docente			
Es el continuo desarrollo de las propias habilidades, conocimientos y experiencia profesional de acuerdo con la historia social, la situación del mercado laboral actual, el conocimiento de sí mismo y su capacitación para acceder a un puesto de trabajo (Franch et al., 2000).	Valores absolutos y porcentuales de los 10 ítems de selección relativos a los años de servicio como docente de Matemática en el TEC, la condición laboral y formación académica.	Sexo [p_ítem1]	Dummy
		Edad [p_ítem2]	Métrica
		Años de servicio en el TEC [p_ítem3]	Métrica
		Años de servicio como docente [p_ítem3 y p_ítem4]	Métrica
		Condición laboral [p_ítem6 y p_jornada]	Nominal
		Grado académico [p_grado]	Dummy
		Universidad de procedencia [p_ítem9]	Nominal
		Categoría profesional [p_categoria]	Dummy
			Continúa...

Definición sustantiva	Definición operativa	Variables e indicadores	Niveles de medición
Servicios institucionales El TEC es una institución que ofrece los servicios de alojamiento, financiamiento, salud, alimentación, biblioteca, atención psicoeducativa y actividades recreativas para asegurar la integración, bienestar y desarrollo de los estudiantes, independientemente, de su condición socioeconómica (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2009).	Valores absolutos y porcentuales obtenidos de una escala de tipo Likert con 7 ítems sobre los servicios de financiamiento, salud, alimentación, biblioteca, atención psicoeducativa, espacios recreativos y apoyos educativos que ofrece el TEC.	Servicios institucionales Financiamiento (est_ítem24) Salud (est_ítem25) Alimentación (est_ítem26) Espacios recreativos (est_ítem27) Biblioteca (est_ítem28) Atención psicoeducativa (est_ítem29) Apoyos educativos (est_ítem30 y est_ítem33*) Satisfacción de necesidades (32*)	Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal
Interacción docente estudiantes Es la relación entre docente y estudiantes, sustentada en el reconocimiento, por parte del primero, de la incidencia directa de las formas de comunicación e interacción en los procesos de aprendizaje y de la importancia de valorar y prestar atención a la dimensión subjetiva de ambos (Ordoñez, 2006).	Valores absolutos y porcentuales obtenidos de una escala de tipo Likert con 9 ítems relacionados con la comunicación, la motivación y el ambiente de aula dentro del ámbito universitario.	Interacción docente estudiantes Comunicación Estudiantes (et_ítem34, est_ítem35 y est_ítem36) Docentes [p_ítem11, p_ítem12 y p_ítem13] Motivación Estudiante (est_ítem37, est_ítem38 y est_ítem39) Ambiente de aula Estudiantes (est_ítem40, est_ítem 41 y est_ítem42) Docente [p_ítem14, p_ítem15 y p_ítem16] Evaluación del docente (est_ítem14*)	Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal
			Continúa...

Definición sustantiva	Definición operativa	Variables e indicadores	Niveles de medición
<p>Estrategias metodológicas La enseñanza promueve la independencia y la responsabilidad del alumno y un mayor desarrollo de la metacognición, bajo el principio metodológico de la flexibilidad que permita un constante intercambio, realimentación y reajuste del currículo, es una enseñanza más ajustada a las necesidades personales del educando y a sus características (Sainz, 1998).</p>	<p>Valores absolutos y porcentuales obtenidos de una escala de tipo Likert con 9 ítems relativos al estilo de enseñanza, los contenidos curriculares y materiales didácticos utilizados por el grupo docente para enseñar Matemática en el aula.</p>	<p>Estrategias metodológicas Estilos de enseñanza Estudiantes(est_ítem43, est_ítem44 y est_ítem45) Docentes (p_ítem17, p_ítem18 y p_ítem19) Contenidos curriculares Estudiantes (est_ítem46, est_ítem47, est_ítem48) Docentes [p_ítem20, p_ítem21 y p_ítem22] Materiales didácticos Estudiantes (est_ítem49, est_ítem50 y est_ítem51) Docentes [p_ítem23, p_ítem24 y p_ítem25] Estilos de aprendizaje (est_ítem52*)</p>	<p>Ordinal Ordinal Ordinal Nominal</p>
<p>Rendimiento académico Es el producto dado por el estudiante en los centros de enseñanza y que habitualmente se expresa a través de las calificaciones (Martínez, 2002).</p>	<p>Es el promedio simple del curso de Matemática General obtenido por los y las estudiantes que ingresaron en el primer semestre de 2010.</p>	<p>Rendimiento académico Nota de Matemática General (Nota)</p>	<p>Métrica</p>

Como se describe en la Tabla 1, las variables nominales y ordinales fueron medidas con ítems de selección única y con escalas de tipo Likert. Estas escalas medían la interacción docente-estudiante, las estrategias metodológicas y los servicios institucionales. Para obtener evidencias sobre la consistencia interna de las puntuaciones en estas tres escalas se utilizó el coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach (Haladyna, 1997; Pardo & Ruiz, 2002). El grado de confiabilidad fue de 0,84, aceptable para las primeras etapas de una investigación de validación predictiva o de constructo (Nunnally & Bernstein, 1995).

Muestra

En el primer nivel se incluyó a todo el estudiantado matriculado en el primer semestre de 2010 en el curso de Matemática General de las catorce carreras del TEC en sus tres sedes, cuya población era de 910 estudiantes en la modalidad semestral; sin embargo, hubo pérdida de casos, sea por abandono o retiro del curso o por ausencias en el día de aplicación. En total, se aplicó el cuestionario a 632 estudiantes (69,5%) y en la modalidad anual se logró administrar a 32 alumnos de un total de 64. Esta muestra quedó conformada por un 31,6% de mujeres y un 68,4% de varones, cuyas edades oscilaron entre 16 años y 34 años, sin embargo, la mayoría (70,3%) tenía 17 y 18 años.

En el segundo nivel, relativo a las características del docente, participaron 4 mujeres y 8 varones, con edades entre 24 y 51 años con un promedio de 34,25. Esta muestra fue menor al número de grupos de estudiantes (25), debido a las diferencias en las cargas académicas que, en su mayoría, impartían el curso de Matemática General a dos grupos; por tanto, la muestra efectiva para las variables del profesor fue de 12 conglomerados, siendo esta una de las principales limitaciones del estudio.

Resultados

En esta investigación se aplicó el modelo jerárquico básico, conformado por dos ecuaciones, la primera incluía a todas las variables independientes del estudiantado y la segunda las características del docente. Para aplicar este modelo de regresión lineal multinivel fue necesario usar el programa estadístico SPSS 13.0. y el programa STATA 10.0. El modelo incluía 40 variables independientes, una variable “cluster” o de enlace de ambos niveles (número de grupo) y la nota del curso de Matemática General como dependiente. Los resultados de los coeficientes regresión no estandarizado (B), el nivel de significancia ($p > |t|$) y el coeficiente estandarizado Beta (β , importancia práctica) se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2
Resultado del modelo de regresión lineal multinivel con las 40 variables independientes y la nota del curso de Matemática General

Predictores	Coef. B	Err Est.	<i>t</i>	<i>p</i> > <i>t</i>	[95% IC]		Beta
et_ítem1	-1.162051	.7538538	-1.54	0.136	-2.717928	.393827	-.0716765
et_sexo	-.4869809	2.529964	-0.19	0.849	-5.708571	4.734609	-.0097712
et_provincia	2.766144	2.23253	1.24	0.227	-1.841571	7.37386	.0458044
et_colegio	4.719254	2.111197	2.24	0.035	.3619578	9.076551	.0985772
et_aplazo	-1.939524	1.460669	-1.33	0.197	-4.954197	1.0751	-.0423353
et_ítem11	3.198445	.8899338	3.59	0.001	1.361711	5.035178	.106603
et_ítem12	3.46349	1.249169	2.77	0.011	.8853312	6.041649	.10319
et_ítem13	6.331246	1.661556	3.81	0.001	2.901963	9.760528	.0746304
et_ítem14	2.808481	2.178344	1.29	0.210	-1.6874	7.304362	.0746304
et_ítem151	.8732582	.3928383	2.22	0.036	.0624799	1.684037	.0652596
et_domicilio	-.9870839	2.045	-0.48	0.634	-5.207757	3.23359	-.0215068
et_ítem181	-.7104246	.5809787	-1.22	0.233	-1.909506	.4886566	-.0628381
et_ítem182	-.9393328	.5341144	-1.76	0.091	-2.041691	.1630251	-.0718021
et_ingreso	4.610782	2.560352	1.80	0.084	-.6735243	9.895088	.09712
et_ítem32	-1.447757	2.194046	-0.66	0.516	-5.976046	3.080531	-.0320577
et_ítem33	3.694895	2.103277	1.76	0.092	-.6460549	8.035845	.0739994
et_ítem34	.6726351	1.379584	0.49	0.630	-2.174686	3.519956	.0195629
et_ítem35	.9050259	1.255848	0.72	0.478	-1.686916	3.496968	.0376513
et_ítem36	-.003187	1.263379	-0.00	0.998	-2.610673	2.604299	-.0001442
et_ítem37	-3.186355	.9125742	-3.49	0.002	-5.069816	-1.302895	-.1391833
et_ítem38	1.933919	.9888984	1.96	0.062	-1.070667	3.974905	.0724456
et_ítem39	-2.171382	1.09292	-1.99	0.058	-4.427058	.0842946	-.0839117
et_ítem40	-3.285187	1.956621	-1.68	0.106	-7.323453	.75308	-.0563952
et_ítem41	-9.607464	1.315562	-0.73	0.472	-3.675932	1.754439	-.0277973
et_ítem42	-.826786	.7428931	-1.11	0.277	-2.360042	.7064701	-.0326043
et_ítem43	-1.411604	1.539857	-0.92	0.368	-4.589714	1.766506	-.0375392
et_ítem44	.910358	1.915257	0.48	0.639	-3.042538	4.863254	.0257122
et_ítem45	.4994995	1.774957	0.28	0.781	-3.163833	4.162831	.0154353

Continúa...

Factores de contexto, entrada y proceso asociados al rendimiento en Matemática

Predictores	Coef. B	Err Est.	<i>t</i>	<i>p</i> > <i>t</i>	[95% IC]		Beta
et_ítem46	5.435831	1.6077	3.38	0.002	2.117701	8.753961	.1625065
et_ítem47	-.9125834	1.28355	-0.71	0.484	-3.561701	1.736534	-.0274829
et_ítem48	-3.261213	2.550345	-1.28	0.213	-8.524867	2.002441	-.0654745
et_ítem49	-.4944949	1.341504	-0.37	0.716	-3.263223	2.274233	-.0191756
et_ítem50	.1414505	1.224893	0.12	0.909	-2.386604	2.669504	.0041147
et_ítem51	-1.221123	1.684819	-0.72	0.476	-4.698418	2.256172	-.0358666
MATE100	.4460838	.0635635	7.02	0.000	.3148953	.5772724	.290453
p_ítem2	.5966212	.4677619	1.28	0.214	-.368792	1.562034	.2026481
p_ítem3	-.3780311	.8413151	-0.45	0.657	-2.11442	1.358358	-.1230912
p_ítem5	-.3486036	.6794632	-0.51	0.613	-1.750947	1.053739	-.1103109
p_jornada	-2.900142	5.149137	-0.56	0.579	-13.52744	7.727154	-.0608037
p_grado	-7.605845	3.733767	-2.04	0.053	-15.31196	.1002711	-.1455464
Constante	16.93495	31.15152	0.54	0.592	-47.35863	81.22853	0.467

Nota. Número de observaciones= 506. R- Cuadrada = **0.4072**, Raíz MSE = 18.384.

El coeficiente de determinación (R-Cuadrada) fue de 0.4072, lo que significa que el 40.72% de la variancia en la nota de Matemática General puede explicarse por la variación de las 40 variables independientes de ambos niveles incluídas en el modelo sobre sus correspondientes medias. El porcentaje de variancia de cada nivel se calculó como el producto de los coeficientes de correlación de las variables independientes con los respectivos coeficientes Beta y después la sumatoria por nivel (Cea, 2002). De esta forma, la variancia explicada por el primer nivel fue de 37.50% y por el segundo (grupo) de 3.22%; lo que significa que el nivel del estudiantado tiene una mayor influencia en el rendimiento académico en comparación con las variables del docente; más al considerar la limitación del tamaño de la muestra de este segundo nivel. En cuanto a las condiciones estadísticas establecidas en este modelo se asumió un $\alpha = 0.05$ y coeficientes beta (β) con valores iguales o superiores a $|0.10|$ por la importancia práctica del hallazgo desde el punto del investigador (Montero et al., 2007).

Factores de contexto

Las variables del perfil sociodemográfico del alumnado, historial académico y contexto que cumplieron con una o las dos condiciones estadísticas fueron:

- a. Colegio de procedencia (est_colegio): en promedio y controlando el efecto de las otras variables, los y las estudiantes provenientes de colegios privados o semipúblicos obtienen casi 5 puntos más en la nota del curso de Matemática.
- b. Horas de estudio (est_ítem11): en promedio, la nota del curso aumenta en 3.2 puntos por cada punto de aumento en la escala de las horas semanales dedicadas a estudiar y/o realizar los trabajos de Matemática General, aislando el efecto de las restantes variables independientes.
- c. Cumplimiento de trabajos (est_ítem12): en promedio, la nota del curso aumenta 3.46 puntos por cada punto de más en la escala que mide el cumplimiento de los trabajos académicos del curso, manteniendo constante el efecto de las otras variables.
- d. Asistencia a lecciones (est_ítem13): al aumentar un punto de la escala de asistencia, en promedio, la nota del curso aumenta en 6.33 puntos, controlando el efecto de las otras independientes.
- e. Carga académica (est_ítem151): a mayor número de cursos, en promedio, los y las estudiantes tienden a aumentar casi un punto en la nota de Matemática, manteniendo constante el efecto de las otras variables.
- f. Nota del componente de Matemática de la Prueba de Aptitud Académica (Mate100): controlando el efecto de las otras independientes, en promedio, a una unidad de aumento en la nota de Matemática de PAA, la nota del curso aumenta aproximadamente medio punto (0.45). Además, es el predictor más importante del modelo ($\beta=0.29$).

Factores de entrada

Este factor agrupaba, por un lado, las variables del segundo nivel relacionadas con las características docentes y, por el otro, las que medían los servicios institucionales desde el punto de vista del alumnado. Sin embargo, estas últimas fueron excluidas al reducir significativamente el tamaño de la muestra a 73 casos, lo que invalidaba los resultados del modelo. Como lo explican Hedges y Rhoads (2009), en estos diseños de varios niveles de agrupamiento el poder estadístico depende del tamaño de la muestra en cada nivel. Ante este contexto, se incluyeron únicamente las variables del docente, cuyos resultados no pueden generalizarse por no cumplir con la condición de significancia estadística.

- a. Edad (p_ítem2): se evidencia una relación positiva entre edad del grupo docente y nota del curso, lo que significa que al aumentar en una unidad la edad, en promedio, los y las estudiantes tienden a mejorar la nota del curso (más de medio punto), manteniendo constantes el efecto de las otras variables.

- b. Años de servicios (p_ítem3): la asociación es inversa, por consiguiente, a más años laborales en el TEC, en promedio, la nota del curso tiende a disminuir ($b=-0.3780311$), controlando el efecto de las demás variables. Probablemente, este tipo de asociación sea por el efecto por los valores extremos y el amplio el rango de los años de servicio, desde medio semestre hasta 25 años, con un promedio de 4 años.
- c. Tiempo de dar el curso (p_ítem5): la relación fue negativa, esto es, al aumentar en una unidad el tiempo de impartir el curso, en promedio, la nota disminuye ($b=-0.3486036$), manteniendo constante el efecto de las demás. Este comportamiento inverso es consistente con la de años de servicio en el TEC, quizás, por el efecto de los valores extremos, ya que, hubo casos de docentes que impartían por primera vez el curso y otros lo habían dado 30 veces, con una mediana de 3 semestres.
- d. Grado académico (p_grado): se presentó una asociación inversa, por tanto, los y las estudiantes que recibían clases con docentes bachilleres tenían un promedio más alto (-7.605845) con respecto a quienes eran preparados por docentes con mayor formación académica.

Factores de proceso

Las variables agrupadas en este factor se relacionaban con la interacción docente-estudiantes y las estrategias metodológicas, ambas medidas con dos escalas tipo Likert de nueve ítems cada una, cuyos valores oscilan entre 1 (nunca) y 4 (siempre). Como se describe a continuación, solamente dos cumplieron con ambas condiciones estadísticas.

- a. Apoyo externo (est_ítem37): el enunciado de este ítem es: “Necesita apoyo externo para lograr buenas calificaciones”, por lo tanto, a medida que aumenta un punto en la escala, en promedio, tiende a reducir la nota en 3 puntos, controlando la influencia de las demás variables. Esta relación inversa era lo sospechado, ya que, los y las estudiantes que dependen de los apoyos externos para obtener buenas calificaciones tienden a estar en desventaja con respecto a quienes dependen más de su propio esfuerzo y dedicación.
- b. Contenidos curriculares (est_ítem46): a un punto de aumento en la escala, en promedio, la nota del estudiantado aumenta 5.43 puntos, manteniendo constante el efecto de las otras variables del modelo. Específicamente, este ítem plantea la adecuación de los contenidos curriculares al nivel de conocimiento de los y las estudiantes.

Discusión

Ante la problemática detectada en el rendimiento académico del curso de Matemática General, uno de los objetivos del estudio fue aplicar el modelo de regresión lineal multinivel de dos niveles para determinar los factores de contexto, entrada y proceso asociados al promedio ponderado de este curso.

Este modelo de regresión lineal multinivel fue seleccionado por su ajuste al modelo teórico asumido en esta investigación y por diversas razones técnicas. La primera es que permite controlar el efecto aleatorio de las variables independientes medidas tanto en el nivel individual del estudiante como en el nivel grupal de cada docente. Segundo, por permitir analizar el fenómeno del rendimiento académico a partir de una estructura de conglomerados, acorde con la organización jerárquica del fenómeno educativo. Tercero, resulta ser un modelo predictivo que cuantifica el grado de asociación entre las variables y su nivel de confianza, así como la importancia relativa de cada variable independiente en la predicción de la nota del curso. Cuarto, es una metodología novedosa al incorporar variables individuales y contextuales ordenadas en dos niveles y, finalmente, es el segundo estudio de esta naturaleza en el contexto universitario que se realiza en Costa Rica.

En relación con los factores de contexto se puede inferir que, en promedio, la nota en el curso de Matemática General tiende a mejorar en los y las estudiantes procedentes de colegios privados, al aumentar las horas de estudio extra horario por semana, la frecuencia de la asistencia a lecciones, el número de cursos matriculados por semestre y la nota en el componente de Matemática de la prueba de aptitud académica del TEC, controlando el efecto de todas las variables incluidas en el modelo. Esta última variable mostró el coeficiente estandarizado Beta (β) más alto de todas las variables incluidas en el modelo (0.29), por tanto, es la más importante, en términos prácticos, para esta investigación.

Estos resultados son una evidencia empírica que sustenta parcialmente la primera hipótesis, al identificar asociaciones significativas de las variables relativas al historial académico del alumnado con el rendimiento en Matemática. Estos hallazgos son consecuentes con investigaciones similares tales como: número de cursos matriculados (Castaño et al., 2008; Guillén & Chinchilla, 2005), tipo de colegio (Vélez & Roa, 2005), nota de Matemática del examen de admisión (Soares et al., 2008), asistencia a lecciones (Guillén & Chinchilla, 2007) y tiempo dedicado al estudio (Vargas, 2010).

En cuanto a las variables medidas en el contexto familiar, no se encontraron relaciones significativas, ni de importancia práctica, con el nivel de escolaridad de padres, nivel económico y núcleo familiar, pese a que

existen evidencias de que a mayor educación de los padres y de ingreso económico en el hogar menos riesgo de abandono del estudiante (Castaño et al., 2008).

En los factores de entrada los resultados fueron afectados tanto por el tamaño de esta muestra de docentes (12), como por los datos faltantes en la escala de servicios institucionales, por lo tanto, ninguna mostró una relación significativa. En general, se mostró la tendencia de una mayor nota en el curso al aumentar la edad del y la docente, pero con menos años laborales en el TEC y de impartir el curso, y con el grado de bachiller en la especialidad de Matemática, manteniendo constante el efecto de las otras variables independientes. De estas variables, la edad del docente presenta el más alto coeficiente β , esto significa que es la característica con mayor importancia práctica. Estos hallazgos pueden estar afectados por el amplio rango y los valores extremos, por tanto, es necesario retomarlo en futuras investigaciones. Además, de las características institucionales (servicios, infraestructura y organización) que no se lograron explorar en este estudio. Por tales razones, no se logró sustentar la segunda hipótesis de investigación; sin embargo, en estudios similares sí hay evidencias de asociaciones entre el rendimiento con la edad (Montero et al., 2007; Vargas 2010) y el nivel académico de los docentes (Vargas 2010).

En los factores de procesos se incluyó la escala de interacción estudiantes y docentes que medía tres variables: comunicación, motivación y ambiente de aula. Según los hallazgos solo en la motivación se encontró, en promedio, que a mayor apoyo externo para lograr buenas calificaciones, la nota del curso disminuye. En tanto que, en la escala de estrategias metodológicas, que medía estilos de enseñanza, contenidos curriculares y materiales didácticos, únicamente, se mostró una relación significativa con un mejor rendimiento al aumentar la adecuación de los contenidos curriculares al nivel de conocimiento del estudiantado, controlando la influencia de las demás variables. Estos resultados aportan algunas evidencias estadísticas que sustentan parcialmente la tercera hipótesis, que se confirman con investigaciones similares que han encontrado una relación del rendimiento académico con la estrategia metodológica (Vargas, 2010) y la relación entre docente y estudiante (Castaño, et al., 2008; Cervini, 2006).

En suma, los hallazgos de esta investigación no permiten establecer relaciones causales entre las variables independientes y la dependiente, solamente un grado de asociación tomando en consideración las condiciones de significancia estadística e importancia práctica. Además, al ser un estudio transversal, estos resultados deben considerarse como una primera aproximación a este fenómeno tan complejo como es el rendimiento académico, los cuales se deben profundizar, especialmente, el factor de entrada.

Por otra parte, la apropiación del modelo teórico CIPP favoreció un análisis integral desde diferentes perspectivas, al incorporar variables de niveles y factores específicos del contexto, la institución y el estudiantado. Aparte de ser el más apropiado para el enfoque metodológico del modelo de regresión lineal multinivel. Quizás, en próximos estudios sea importante seleccionar modelos de tipo confirmatorio y causal, que permitan la comprobación de las proposiciones teóricas.

Una limitación en este estudio es la restricción de rangos, puesto que el análisis multinivel se realizó con estudiantes que ingresaron al TEC y realizan el curso de Matemática General y no con el universo de aspirantes; por tanto, los resultados son válidos únicamente para este grupo. Otra restricción fue la menor variabilidad en las diferencias entre los grupos de Matemática General debido a que un mismo docente impartía lecciones a varios grupos, por tanto, se subestimó la variancia entre docentes. Además, afectó el potencial estadístico de las variables asociadas al docente, por ello, ninguna resultó significativa estadísticamente.

A pesar de las limitaciones de esta investigación, los hallazgos pueden contribuir a la toma de decisiones en el ámbito pedagógico, especialmente, con una estrategia tendente al fortalecimiento de hábitos de estudio, la motivación del alumnado, la adecuación de los programas de estudio y a una política de seguimiento y apoyo educativo para los jóvenes provenientes de colegios públicos y de un bajo desempeño matemático en la prueba de aptitud académica, que contribuyan al éxito académico en este curso.

Referencias

- Alfaro, A. (2010). *Válidez predictiva de los cuestionarios psicoeducativos sobre necesidades de aprendizaje y recursos socioacadémicos en estudiantes de RAMA del Instituto Tecnológico de Costa Rica*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Bausela, E. (2003). Metodología de investigación evaluativa: Modelo CIPP. *Revista Complutense de Educación*, 14(2), 361-367. Recuperado de: <http://revistas.ucm.es/edu/11302496/articulos/RCED0303220361A.PDF>
- Castaño, E., Gallón S., Gómez K. y Vásquez J. (2008). Análisis de los factores asociados a la deserción estudiantil en la Educación Superior: un estudio de caso. *Revista de Educación*, 345, 255-280. Recuperado de http://www.revistaeducacion.mec.es/re345/re345_11.pdf
- Cea, M.A. (1999). *Metodología Cuantitativa: Estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid, España: Editorial Síntesis.
- Cea, M.A. (2002). *Análisis multivariable. Teoría y práctica en la investigación social*. Madrid, España: Editorial Síntesis.
- Cervini, R. (2006). Los efectos de la escuela y del aula sobre el logro en matemáticas y en lengua de la educación secundaria. Un modelo multinivel. *Perfiles educativos*, 28 (112), 68-97. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=13201204>
- Colás, M.P. y Buendía, L. (1994). *Investigación educativa*. España: Ediciones Alfar.

- Contreras, D., Gallegos, S. y Meneses, F. (2009). Determinantes de desempeño universitario: ¿importa la habilidad relativa? *Revista Calidad en la Educación*, 30, 17-48. Recuperado de http://www.cse.cl/public/Secciones/seccionpublicaciones/doc/63/cse_articulo795.pdf
- Crislip, M.A. & Heck, R.H. (2001). Testing a Multilevel Model. Recuperado el 11 de setiembre de la base de la base de datos ERIC (ED452 203).
- Edel, R. (2003). El rendimiento académico: Concepto, investigación y desarrollo. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1 (2). Recuperado de <http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol1n2/Edel.pdf>
- Fernández, M.J. y González, A. (1997). Desarrollo y situación actual de los estudios de eficacia escolar. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 3 (1). Recuperado de http://www.uv.es/RELIEVE/v3n1/RELIEVEv3n1_3.htm
- Franch, J., Gamarra, T., García, M., Oliveda, M. & Pubill, F. (2000). El trabajo, la ocupación...El educador. Nuevos retos. *Revista Educación Social*, N° 15, mayo-agosto, 107-115.
- Franco, S.M. y Tobasura, I. (2007). Familia, soberanía alimentaria y medio ambiente. Un caso de estudio. *Revista Luna Azul*. Recuperado de http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=354#ancla1
- García, F. y Doménech, F. (1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 1 (0). Recuperado de <http://reme.uji.es/articulos/pa0001/texto.html>
- Gronna, S.S. & Chin-Chance, S.A. (1999). *Effects of school safety and school characteristics on grade 8 achievement: A multilevel analysis*. Recuperado de la base de datos ERIC. (ED430292).
- Guillén, E. y Chinchilla, S. (2005). Detección de estudiantes en riesgo académico en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Revista Educación*, 29 (2), 123-138.
- Guillén, E. y Chinchilla, S. (2007). *Variables asociadas a la repetición de cursos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Haladyna, T. (1997). *Writing test items to evaluate higher order thinking*. MA., Estados Unidos: Allyn and Bacon.
- Hedges, L. & Rhoads, C. (2009). *Statistical Power Analysis in Education Research* (NCSER 2010-3006). Washington, DC: National Center for Special Education Research, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. Recuperado de la base de datos ERIC (ED509387).
- Hernández, M.T., Alfaro, A., Barquero, J.A. y Ramírez, G. (2009). *Proyecto rendimiento académico en Matemática. Informe final*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Inédito.
- Hu, Sh. & Kuh, G.D. (2000). *A multilevel analysis on Students Learning in Colleges and Universities*. Recuperado de la base de datos ERIC. (ED452777).
- Hwang, D.Y. (2002). *A hierarchical linear modeling approach to higher educational research: The influences students and institutional characteristics*. Recuperado de la base de datos ERIC (ED466778).
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (2009). *Catálogo de carreras y servicios 2009-2010*. Cartago, Costa Rica: Autor.
- Kreft, I.G. (1990). *Using Multilevel Analysis To Assess School Effectiveness: A Study of Dutch Secondary Schools*. Recuperado de la base de datos ERIC (ED340721).
- Malin, A. & Linnakylä, P. (2001). Multilevel Modelling in Repeated Measures of the Quality of Finnish School Life. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45 (2), 145-166. DOI: 10.1080/00313830120052732
- Martínez, V. (2002). Condicionantes del rendimiento escolar. *Educadores Revista de Renovación Pedagógica*, 47 (204), 285 – 295.
- Montero, E.; Villalobos, J. y Valverde, A. (2007). Factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos asociados al rendimiento académico en la Universidad

- de Costa Rica: un análisis multinivel. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 13 (2). Recuperado de http://www.uv.es/RELIEVE/v13n2/RELIEVEv13n2_5.htm
- Muñiz, J. (2003). *Teoría Clásica de los Test*. Madrid, España: Ediciones Pirámide.
- Murillo, F.J. (1999). Los modelos jerárquicos lineales aplicados a la investigación sobre eficacia escolar. *Revista de Investigación Educativa*, 17(2), 453-460. Recuperado de <http://www.educacion.es/cide/espanol/investigacion/rieme/documentos/files/hlmefficacia/hlmefficacia.pdf>
- Nunnally, J. y Bernstein, I. (1995). *Teoría psicométrica* (Tercera ed.) D.F., México: McGraw-Hill.
- Ordoñez, Z. (2006). Estudio exploratorio sobre las prácticas de enseñanza adecuadas de los/las docentes. Una mirada a partir de los/las estudiantes [Versión electrónica]. *Revista de investigación*, 6 (2), 271-279. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/952/95260214.pdf>
- Ortega, J. A. (2001). Revisión de conceptos demográficos. *Contribuciones a la economía*. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/colaboraciones/index.htm>
- Pardo, A. y Ruiz, M.A. (2002). *SPSS 11. Guía para el análisis de datos*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Paterson, L. (1998). Multilevel Multivariate Regression: An Illustration Concerning School Teachers' Perceptions of Their Pupils. *Educational Research and Evaluation*, 4(2), 126-442. DOI: 10.1076/edre.4.2.126.6962
- Poliandri, D., Cardone, M., Muzzioli, P. & Romiti, S. (2010). Dynamic Database for Quality Indicators Comparison in Education. *National Institute for the Educational Evaluation of Instruction and Training*. Recuperado de la base de datos ERIC (ED510974).
- Sainz, L. (1998). La enseñanza tutelar como modelo De comunicación pedagógica democrática. *Revista Cubana Médica de Educación Superior*, 12 (2), 49-53. Recuperado de http://www.bvs.sld.cu/revistas/ems/vol12_2_98/ems03298.pdf
- Soares, A. P., Guisande, A. M., Almeida, L. S. & Páramo, F. M. (2008). Academic achievement in first-year Portuguese college students: The role of academic preparation and learning strategies. *International Journal of Psychology*, 44 (3), 204 - 212. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1080/00207590701700545>
- Southworth, S. (2010). Examining the effects of school composition on North Carolina student achievement over time. *Education Policy Analysis Archives*, 18 (29). Recuperado de la base de datos ERIC (EJ913483).
- Vargas, M. (2010). *Factores que determinan el rendimiento académico en Matemáticas en la Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua: Un estudio multinivel y de ecuaciones lineales estructurales* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Vélez, A. y Roa, C. N. (2005). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes de medicina. *Educación médica*, 8 (2), 74-82. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/edu/v8n2/original1.pdf>
- Young, D. J. (1997). A Multilevel Analysis of Science and Mathematics Achievement. Recuperado de la base de datos ERIC (ED 410242).

Recibido: 03 de febrero de 2012

Aceptado: 29 de enero de 2013