



Universitario

UNA EXPERIENCIA APLICANDO MODELOS DE REGRESIÓN MULTINIVEL

Margarita Veliz, María Angélica Pérez y María Isolina Aráoz
Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Argentina.
Dirección electrónica: mveliz@face.unt.edu.ar; margaveliz@yahoo.com.ar;
mperez200@hotmail.com; maruaraoz@gmail.com

Nivel educativo: universitario

Palabras clave: modelos multinivel – rendimiento académico – factores asociados

RESUMEN

En este trabajo se estudió la relación entre un indicador del rendimiento académico (calificaciones en exámenes parciales) y un conjunto de factores pedagógicos, en una muestra de la población estudiantil estratificada por turnos de clases, durante el cursado de una asignatura de primer año universitario en el año 2008. Se utilizaron como variables independientes los factores pedagógicos que se detectaron mediante la técnica estadística del análisis multivariante, análisis de factores, y se realizó un ajuste de la información mediante un modelo multinivel GEE (Generalized Estimating Equations) para resolver las preguntas de investigación más frecuentes en el análisis de las trayectorias de cambio individual. Para esto, se recurrió al análisis de medidas repetidas en estudios longitudinales, utilizando un marco analítico con dos etapas, ajustando modelos jerárquicos lineales en dos niveles: el tiempo y el individuo. Estos modelos estadísticos permiten estudiar los cambios en alguna característica de interés, en este caso el rendimiento académico de los alumnos y analizar las circunstancias que explican la variabilidad en los factores pedagógicos, teniendo en cuenta los conceptos básicos de este método: variabilidad entre individuos y dentro de cada individuo a lo largo del tiempo. Entre los resultados obtenidos se pudo notar que el rendimiento se presenta explicado en gran escala por factores pedagógicos que aportan directamente también al aprendizaje autorregulado (Veliz y Pérez 2006, pp.10-12), como el autocontrol, los conocimientos previos y los recursos personales, lo que sugiere la realización de acciones tendientes a optimizar el proceso pedagógico.

INTRODUCCIÓN

El bajo rendimiento académico es uno de los determinantes del abandono de nuestros alumnos en primer año de la universidad, aunque no en forma exclusiva. Incluso, cuando no se presenta ese abandono, el bajo rendimiento y la repetición de cursos también provocan dificultades para la institución y para la población estudiantil. Debido a que se hace un esfuerzo por analizar simultáneamente dimensiones individuales y dimensiones del contexto del estudiante, se propuso la utilización de los modelos multinivel o de niveles múltiples, técnica estadística relativamente nueva, para el análisis de la relación entre rendimiento académico y las dimensiones de interés.

OBJETIVOS

Analizar en primer lugar cuales son los factores pedagógicos que influyen en el aprendizaje de la Matemática y cómo se comportan durante el cursado de la asignatura Cálculo Diferencial.



Estudiar la relación entre un indicador del rendimiento académico como son las calificaciones obtenidas en los exámenes parciales de la asignatura y un conjunto de factores pedagógicos, observados en dos momentos del cursado de la asignatura en el año 2008.

MARCO TEÓRICO

El concepto de rendimiento académico que mejor enmarca esta investigación es el propuesto por Tournon (1984, p. 24), el cual indica que “es un resultado del aprendizaje, suscitado por la intervención pedagógica del profesor y producido en el alumno”. No es el producto analítico de una única aptitud, sino más bien el resultado sintético de una suma de elementos que actúan en, y desde la persona que aprende, tales como factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos.

Montero Rojas et al. (2007), señala que:

“El tema de los indicadores de rendimiento académico plantea varias interrogantes, entre ellas: ¿cómo se puede construir una medida objetiva y fiable de todo lo que encierra el concepto de rendimiento académico?, ¿existe realmente una medida cuantitativa y/o cualitativa del rendimiento de los y las estudiantes?, ¿qué tipo de evaluación puede resultar más válida que las demás?”. (p.3)

Según Page (1990, p.24), “Los indicadores más utilizados para el rendimiento académico han sido las calificaciones y las pruebas objetivas o tests de rendimiento creados ad hoc”.

“Tradicionalmente, el rendimiento académico se expresa en una calificación cuantitativa y/o cualitativa, una calificación que, si es consistente y válida, será el reflejo de un determinado aprendizaje, o si se quiere, del logro de los objetivos preestablecidos” (Tournon, 1984, p. 24). Así, las calificaciones constituyen en sí mismas el criterio social y legal del rendimiento académico de un alumno en el ámbito institucional. Pero hay que tener presente que las calificaciones poseen un valor relativo como medida de rendimiento, ya que no existe un criterio estandarizado para todos los centros educativos, todos los cursos y todo el cuerpo docente.

En este trabajo se utilizaron las calificaciones de los dos exámenes parciales de la asignatura. Aunque se reconocen sus limitaciones, se considera que, dentro de los mecanismos para medir el rendimiento académico, las calificaciones son buenos indicadores para establecer grados de logro académico.

Así, los planes, programas, organización, métodos e insumos, sólo se materializan fundamentalmente, con el accionar del docente o del equipo docente. En esto se incluyen las diferentes estrategias de enseñanza utilizadas por el grupo docente, los métodos de evaluación y materiales didácticos. Sin embargo, existe controversia entre algunas investigaciones que señalan que hay interacciones entre los métodos didácticos y el rendimiento académico, y otras que no lo consideran.

A pesar de lo anterior, se creyó importante incluir este aspecto, porque “la metodología didáctica engloba las tareas de definición, construcción y validación de procedimientos, que se siguen con el propósito de cubrir los objetivos de un curso y desarrollar sus contenidos”. (Page, 1990, p. 101).

En la investigación efectuada por Veliz y Pérez (2006) se indica que “los mecanismos de regulación y control se han vuelto el centro de atención de muchos investigadores, y la necesidad de potenciar niveles altos de control del aprendizaje por parte de los alumnos se ha relacionado con conductas de tipo metacognitivo”.

Para resolver la cuestión de qué constituye la autorregulación, en 1990 Zimmerman elaboró un marco conceptual, asegurando que un elemento que la distingue es que los estudiantes disponen de ciertas posibilidades de elección. La autorregulación varía del nivel bajo al elevado de acuerdo con las elecciones que puedan hacer los estudiantes, y que pueden referirse a su participación en la tarea, al método de aprendizaje, al tiempo que le dedicarán, al grado de



competencia que buscan, en dónde y con quién aprenderán. Hay un grado total de autorregulación si los estudiantes pueden elegir en todas las áreas.

Factores que inciden en el aprendizaje autorregulado

- 1.- Recursos personales: disponibilidad para aprender, esfuerzo personal, dedicación al estudio, persistencia en el trabajo, conciencia de la tarea, motivación, elección de compañero de estudio.
- 2.- Aplicación de estrategias metacognitivas: reflexión sobre métodos de solución, reflexión sobre diferentes vías de solución, identificación de partes importantes de cada tema, utilización de estrategias (esquemas, gráficos, resúmenes, tablas, etc.) para comprender el contenido de lo que se está estudiando.
- 3.- Autocorrección: ejecución de acciones correctivas en el proceso de aprendizaje como manera de estudiar, dedicación y esfuerzo para la obtención de mayores logros, ayuda solicitada a fin de corregir errores o dificultades.
- 4.- Autocontrol: control de la comprensión y progresos para el logro de las metas propuestas, control sobre el uso de información, control del tiempo y el lugar físico dedicado al estudio.

METODOLOGÍA

Muestra

Se trabajó con una muestra de 157 alumnos sobre un total de 737 inscriptos en Cálculo Diferencial, elegidos con muestreo estratificado por turno de clase en el 2º cuatrimestre del año 2008. A estos alumnos se les hizo un seguimiento evaluándose el autocontrol, los conocimientos previos, los recursos personales, las estrategias que aplica en Matemática y su actitud frente a la realización de una tarea, mediante una encuesta respondida en dos intervenciones que se aplicaron antes de rendir cada prueba parcial de la asignatura.

Instrumentos

Se efectuó la investigación en dos sentidos:

- 1.- La actuación práctica de los alumnos, haciéndose un análisis de las pruebas parciales de la asignatura, lo que dio información sobre su rendimiento académico.
- 2.- Se requirió la opinión de los propios alumnos mediante la aplicación de una encuesta para analizar cuáles son los factores que influyen desde su percepción en el aprendizaje de la Matemática y por ende en el rendimiento académico. Se utilizó una escala tipo Likert para estas mediciones.

Se aplicó en esta investigación un instrumento compuesto por 24 ítems que había sido utilizado en oportunidades anteriores, el cual fue mejorado atendiendo a los resultados logrados, lo que proporciona validez de constructo y de contenido al mismo. Este instrumento arrojó un Alpha de Cronbach de 0.80 y 0.83 respectivamente en las dos intervenciones, para los 24 ítems que conformaban la totalidad de la encuesta (se trabajó con el paquete estadístico S.P.S.S. v.10.0).

A nivel del análisis estadístico para el rendimiento académico, se aplicaron modelos de regresión multinivel o de niveles múltiples para el estudio de la relación entre el rendimiento académico y las variables de interés. Estos modelos son más poderosos que los modelos



clásicos de regresión múltiple, utilizados tradicionalmente para analizar este tipo de relaciones.

La gran ventaja de los modelos de niveles múltiples consiste en que, a diferencia de la regresión clásica, permiten incorporar en un mismo modelo variables independientes pertenecientes a diferentes niveles de agregación.

Cuando se usa un modelo de regresión multinivel o de niveles múltiples se logran estimaciones correctas de los errores estándar y la significancia estadística de los coeficientes. De tal forma, se pueden analizar simultáneamente y de manera correcta, los efectos de las variables en los diferentes niveles de agregación. Esta característica hace que estos modelos resulten poderosos para la explicación de muchos fenómenos del comportamiento en las Ciencias Sociales.

En este trabajo se definió al rendimiento académico como la variable dependiente, a ser explicada por factores intrínsecos del sujeto. Esta investigación puede clasificarse entonces, como un estudio transversal exploratorio-correlacional, aunque eventualmente puede convertirse en longitudinal, dado que se identificaron individualmente los estudiantes participantes.

En este caso específico, la variable dependiente es el indicador de rendimiento académico (calificaciones) y las variables independientes son los indicadores que representan el autocontrol, los conocimientos previos, los recursos personales, las estrategias que aplica el alumno en matemática y su actitud frente a la realización de una tarea

Análisis de datos

La información fue analizada con el paquete de programas estadísticos SPSS v.10.0, al igual que el cálculo del coeficiente Alpha de Cronbach para medir la confiabilidad del instrumento. Se trabajó con la Prueba de esfericidad de Barlett y el Coeficiente de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para comprobar si la matriz de correlaciones de las variables de la encuesta era apropiada para realizar un análisis factorial, obteniéndose resultados positivos. El análisis factorial de los componentes principales con rotación varimax, utilizó 0,60 como criterio de saturación significativa de los factores, es decir, de los pesos factoriales de los ítems asignados a cada uno de los factores.

Encuesta

Los indicadores de la adecuación de la muestra en cada intervención fueron $KMO = 0,77$ y $0,77$ y el Test de esfericidad de Barlett ($p < 0,000$) permitieron la realización del análisis factorial a partir de la matriz de correlaciones.

El análisis factorial realizado (método de componentes principales con rotación varimax) dio lugar a 7 factores con eigenvalores mayores que 1. Para la interpretación de los factores, se asignó a cada ítem el factor considerando la saturación mayor que este presentaba de 0,5 como apropiada para incluir un ítem en un factor. A cada uno de los factores se le asignó la denominación que mejor refleja el contenido del mismo. Luego se analizó los resultados del análisis factorial de la encuesta, en donde se exponen las tablas correspondientes a cada factor, el nombre del factor, la varianza explicada, la descripción de los ítems, así como la saturación de cada ítem en el factor.

Se conformaron siete grupos con una varianza explicada de 68,8% y 74,3 % respectivamente para la 1º y 2º intervención, los que resultaron después de una rotación varimax. Éstos muestran la implicancia del autocontrol, los recursos personales, los conocimientos previos de los que dispone el alumno, actitudes a tener en cuenta durante la ejecución de las tareas y soportes para poder realizarlas.

RESULTADOS

Análisis de factores

Se confeccionaron tablas con los siete factores que surgieron en el estudio: *Autocontrol frente a la tarea* (Factor N° 1), *Conocimientos previos* (Factor N° 2), *Recursos personales* (Factor N° 3), *Búsqueda de estrategias* (Factor N° 4), *Eficacia* (Factor N° 5), *Atender, recordar o pensar* (Factor N° 6) y *Uso de los conocimientos previos y los materiales* (Factor N° 7).

Por razones de espacio, se muestra sólo aquellos que resultaron significativos en el análisis de regresión efectuado a posteriori de estas tablas, donde se puede observar el resultado del análisis de factores realizado para las dos intervenciones efectuadas antes de cada prueba parcial. Los ítems, en su mayoría, mantienen la pertenencia de factor, saturación mayor de 0,5.

Para los ítems que no mantienen su pertenencia se indica con números subrayados la saturación que poseen en el factor que se expone en la tabla correspondiente.

Tabla N° 1: Ítems que constituyen el factor N° 1, en cada una de las dos intervenciones.

Factor N° 1: Autocontrol frente a la tarea.	Intervención	
	1ª	2ª
Cuando tengo dificultades para atender, recordar o pensar: dedico un esfuerzo mayor.	0,503	0,634
Cuando tengo que atender, recordar o pensar al realizar una tarea (ejercicios y/o problemas): Trato de precisar cuál es la tarea que se me pide.	0,547	<u>0,262*</u>
Quando tengo que controlar mi aprendizaje:		
Sé si son adecuados los procedimientos que utilizo.	0,543	0,671
Selecciono y pongo en claro cuáles son las metas y objetivos que me fijé.	0,711	0,629
Analizo la existencia de un orden y reglas a utilizar.	0,745	0,624
Controlo el proceso de aprendizaje en cuanto a los logros que tuve.	0,668	0,557
Me preocupo de saber cuáles son las razones de mis posibles dificultades.	0,549	0,528
Elaboro planes y estrategias para obtener mejores logros.	0,523	0,563
Varianza explicada:	23.7%	25.6%

Este Factor N° 1 denominado "Autocontrol frente a la tarea" está constituido por actitudes que el alumno debe tener incorporadas cuando resuelve una tarea, como se observa en Tabla N° 1. De los 8 ítems que lo componen, sólo uno (el 2º) es el que disminuye su saturación o aporte al



factor en la segunda intervención. Este Factor es el que posee mayor varianza explicada en ambas intervenciones, es el que tiene una preciada relevancia cuando se analizan cómo nuestros alumnos realizan sus aprendizajes, en este caso de la Matemática.

Tabla Nº 2: Ítems que constituyen el Factor Nº 2, en cada una de las dos intervenciones.

FACTOR Nº 2: Conocimientos previos	Intervención	
<i>Los conocimientos previos que tengo de Matemática:</i>	1ª	2ª
Me facilitan el pensar, recordar o atender ante nuevos conocim	0,784	0,815
Me ayudan a obtener mejores estrategias en el aprendizaje:	0,761	0,853
Me ayudan a organizar mi aprendizaje de nuevos conceptos:	0,741	0,772
Varianza explicada	12,3%	13,7%

Este factor denominado **Conocimientos previos** está presente en todo aprendizaje de la Matemática, por cuanto su presencia permite avanzar en el estudio de la misma. Podríamos decir que el aprendizaje de la Matemática está encadenado en sí mismo por la necesidad de disponer de conocimientos vistos con anterioridad para poder encarar lo nuevos y lograr de esta manera aprendizajes significativos. El aporte de los ítems que lo componen, es significativamente importante pues la saturación que presentan es mayor de 0,74 en ambas intervenciones.

Los demás factores dan una varianza explicada menor, por ello sólo se muestran los que explican el rendimiento mediante los modelos analizados de regresión multinivel, como se ve más adelante en Tabla Nº 3.

Rendimiento Académico

En esta investigación se consideraron las calificaciones que los alumnos obtuvieron en las dos pruebas parciales, medidas en una escala numérica continua de 0 a 10 puntos. En el análisis estadístico descriptivo para las calificaciones en ambos parciales por turno de clase, se vio que la media de las calificaciones, cualquiera sea el parcial, se encuentra algunos décimos por encima de la media total para el turno mañana, pero en el turno tarde ocurre lo contrario.

Desde el punto de vista estadístico no existen diferencias significativas entre los resultados de cada turno para ambos parciales. Esto permite considerar a los alumnos en conjunto y no por turnos.

Por lo tanto, las medidas descriptivas logradas para el rendimiento académico comparado por turnos de clase, no difiere significativamente de la media total, lo que luego se ve reflejado en el análisis de regresión, al no ser significativo el análisis por turnos.

Factores que explican el rendimiento académico

En este estudio se definió el rendimiento académico como la variable independiente, a ser explicada por factores pedagógicos propios de los estudiantes, que tiene que ver con el aprendizaje de la Matemática. Para este análisis se ajustaron los datos a un modelo GEE con estructura de correlación no estructurada. (Twisk. 2004, p. 64), pues uno de los objetivos de este estudio es analizar la relación entre la variable respuesta, es decir el rendimiento

académico, medida en dos momentos del cursado, con las variables predictoras o sea los factores pedagógicos observados.

Este método estima los parámetros mediante un procedimiento iterativo aplicando el método de cuasi-verosimilitud, o sea que para estimar cada uno de los coeficientes se utiliza toda la información disponible. Como las observaciones no son independientes, pues cada individuo es observado en dos momentos, se debe incorporar la información sobre la correlación entre los sujetos. En este caso se ha supuesto que las observaciones presentan una estructura de correlación no estructurada. En este modelo se deben estimar todos los coeficientes de correlación entre observaciones sucesivas. Por otra parte la literatura sostiene que el análisis GEE es robusto contra una elección errónea de la matriz de correlación. Los resultados de aplicar el modelo se detallan en el Tabla siguiente.

Tabla N° 3: Resultados de aplicar un modelo multinivel GEE a la variable respuesta rendimiento académico.

Resolvió Autoex.	Factor1	Factor2	Factor3	Factor	Factor 5	Factor6	Factor7	Const.
0.728 (0.001)	0.244 (0.035)	0.251 (0.014)	0.045 (0.675)	-0159 (0.86)	.0327 (0.751)	0.143 (0.105)	-0.136 (0.168)	5.086 (0.000)
Wald chi2(8) = 29.58 Prob > chi2 = 0.0003								
Correlation: unstructured GEE population-averaged model Number of obs = 157								

Los coeficientes de regresión del modelo considerado que resultan significativos son los que explican la relación con la variable respuesta. De este análisis resulta que el rendimiento académico logrado por los alumnos en todo su cursado, es explicado por los que resolvieron los Autoexámenes, el Factor N° 1 Autocontrol frente a la tarea, y por el Factor N° 2 Conocimientos previos. Al ser positivos los coeficientes de las variables que resultaron significativas en el modelo revelan que cuando avanza el cursado de la asignatura en el tiempo, el rendimiento crece al igual que los alumnos incorporan en sus aprendizajes los factores pedagógicos que resultaron significativos. La constante del modelo es altamente significativa lo que nos está indicando que la variable respuesta puede ser explicada por otros factores no tenidos en cuenta en esta investigación.

Luego se consideró el rendimiento académico de los alumnos del turno mañana y se ajustó nuevamente un modelo GEE con estructura de correlación no estructurada (Twisk. 2004, p. 64). Los resultados del modelo se indican en el Tabla siguiente.

Tabla N° 4: Resultados de aplicar un modelo multinivel GEE a la variable respuesta rendimiento académico, para turno mañana.

Aplicar el modelo a todos los alumnos que concurren en turno mañana								
Resolvió Autoex.	Factor 1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7	Const



1.0017 (0.000)	0.2265 (0.042)	0.2225 (0.041)	0.2484 (0.049)	-0.008 (0.94)	0.0152 (0.894)	0.0964 (0.369)	-0.131 (0.226)	5.021 (0.00)
Wald chi2(8) = 30.6 1Prob > chi2 = 0.0002								
Correlation: unstructured GEE population-averaged model Number of obs = 122								

De este análisis se desprende que el rendimiento de los alumnos del turno mañana, es explicado además de los considerados en la totalidad de la muestra, por el Factor que trata de los Recursos Personales. No se pudo ajustar un modelo en los alumnos que cursan la asignatura en el turno tarde, pues las especificaciones del modelo no indicaban una buena performance.

CONCLUSIONES

- * El análisis de los factores pedagógicos presentes en el aprendizaje de la Matemática, se mantienen durante el cursado de esta asignatura. Surgen algunas variaciones en la conformación de los factores.
- * El rendimiento académico en Matemática se ve favorecido por la incorporación de habilidades que mejoran el autocontrol de los aprendizajes, dedicando un mayor esfuerzo, precisando las dificultades, cuál es la tarea que se les pide, las metas y objetivos fijados
- * Los conocimientos previos de Matemática, fruto de aprendizajes significativos, es una componente explicativa del rendimiento de los alumnos, pues le facilitan pensar, recordar, atender para organizar y obtener mejores estrategias en sus aprendizajes.
- * El desarrollo de los recursos personales en los alumnos, los conducen a una autorregulación de los mismos.
- * Los alumnos no tienen el hábito de reflexionar sobre los métodos de solución empleados en sus tareas, ni sobre otras vías de solución, una vez que consideran alcanzada la misma. Es necesario incentivarlos a que lo realicen ya que es una ayuda a la reflexión metacognitiva y por tanto al aprendizaje autorregulado.

Los resultados obtenidos de esta investigación serán considerados indicadores de fundamento en la toma de decisiones en gestiones dirigidas a favorecer el rendimiento académico de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Johnson, D. E. (2004). *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. México: International Thomson Editores.
- Montero Rojas, E.; Villalobos Palma, J. y Valverde Bermúdez, 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 (Relieve), vol. 13, nº 2. Recuperado el día 5 de marzo de 2008 del sitio web <http://www.uv.es/RELIEVE>.
- Page, M.; Moreal, B; Calleja, J.A; Cerdan, J y Echevarria, J. (1990). *Hacia un modelo causal del rendimiento académico*. Madrid, España: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia (CIDE).



- Pérez, A.; Robledo, L.; Ramón, J.M. y Sánchez, J.M. (2001). *Análisis exploratorio de las variables que condicionan el rendimiento académico*. Universidad Pablo de Olarvide. Recuperado el día 3 de diciembre de 2005 del sitio web <http://www.personal.us.es>.
- Snijders, T.A.B. y Bosker, R.J. (2000). *Multilevel Analysis: An Introduction to Basic and Advanced Multilevel Modeling*. Londres, Inglaterra: Sage Publications.
- Tournon, J. (1984). *Factores del rendimiento académico en la universidad*. España: Ediciones Universidad de Navarra, S.A.
- Twisk, J W.R. (2004). *Applied longitudinal data Analysis for Epidemiology*. New York: Cambridge University Press.
- Veliz, M. y Pérez, M.A. (2006). Análisis y valoración de factores que inciden en el aprendizaje autorregulado. *Revista Nuestra Facultad*, Año 1, Edición 3, marzo de 2006, pp.8- 13. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina.