

## **2. Modelado matemático de la persistencia de los alumnos de 1er y 2do año: impacto en las competencias de gestión**

**ANZOISE, Esteban; MARQUEZ, María C.; GANDOLFO RASO, Ernesto F.; RIZZO MELAJ, Patricia B.**

**Resumen:** Este estudio se focaliza en el proceso de decisión del personal en cargos de gestión en instituciones de educación superior relacionadas con la retención de alumnos en carreras de ingeniería utilizando modelos matemáticos de análisis. Utilizando la tipología de Mintzberg para caracterizar los roles del personal en puestos de gestión y el Modelo de Katz de habilidades gerenciales básicas, la función de dirigir la institución demanda asumir el rol decisional para corregir la situación de abandono de los estudios en los primeros años. Esta decisión incluye el asignar los recursos necesarios para ello, y negociar con diversos actores sociales la implementación de nuevas ideas como el modelado matemático del proceso de persistencia para identificar los factores donde los recursos asignados serán más efectivos. Se define el Modelo Convergente de Persistencia de la FRM para analizar la Decisión de Continuar, en el siguiente semestre, de los alumnos que se inscribieron a asignaturas de 1er y 2do año en marzo de 2010. Dicho análisis revela que las principales variables que impactan en dicha decisión son el compromiso personal del estudiante con obtener un título universitario, la imagen en la comunidad de la FRM como centro de formación y la empleabilidad al graduarse. El hallazgo de dichas relaciones indica que el personal en cargos de gestión debe poseer nuevas destrezas o habilidades adicionales a las tradicionales para cumplir con las distintas funciones y asumir múltiples roles en forma efectiva frente al problema de incrementar la retención de los estudiantes que cursan carreras de ingeniería. Puede identificarse como habilidades adicionales el conocimiento de técnicas estadísticas (habilidades técnicas); dotes para interactuar en forma efectiva con la comunidad para fortalecer la imagen de la UTN (habilidades humanas) y la comprensión de relaciones abstractas como modelos sociales así como la solución creativa de problemas (habilidades conceptuales).

**Palabras claves:** persistencia, retención, modelos matemáticos, habilidades gerenciales, tipología de Mintzberg.

## Introducción

El abandono de los estudios universitarios es un problema a escala global en la educación postsecundaria. A diferencia de los Estados Unidos (ACT, 2010; Bean, 1980; Cabrera, Nora, & Castaneda, 1992; Tinto, 1993) y la Unión Europea, Latinoamérica carece de estudios longitudinales que permitan entender el proceso de retención de los estudiantes postsecundarios. La tasa de graduación en los países latinoamericanos en carreras de grado universitarias oscila entre valores del 38% para Honduras hasta valores del 82% para Guatemala. La Decisión de Continuar o no los estudios de ingeniería suele relacionarse usualmente con factores académicos y principalmente con la capacidad de asimilar conceptos matemáticos (Fernández de Morgado, 2009). Otros factores identificados incluyen la asignación de becas; mayor edad de egreso de la enseñanza media (Díaz, 2009); no presentar el perfil adecuado para la carrera y el nivel del rendimiento académico (Tonconi Quispe, 2010).

En Argentina, el problema del abandono de los estudios universitarios en el sistema postsecundario se plantea desde los inicios de la Universidad Pública (Araoz, 1968). Desde el punto de vista *post-mortem* se han realizado numerosos estudios para identificar los factores que motivaron el abandono de los estudios universitarios de los estudiantes en las instituciones de educación superior (Medina, 2009; Ortiz de Guevara, Gerioni, Donnini, & Morresi, 2000). Pocos estudios enfocan el análisis del problema desde el punto de vista de identificar los factores que determinan la decisión de los alumnos de persistir en los estudios superiores (Giovagnoli, 2002; Seara, Tomas, & Albarracín, 2009). La situación no se ha revertido al 2009 ya que en las universidades nacionales sólo el 5% de los estudiantes que ingresan se gradúa, mientras que en las instituciones privadas la tasa de graduación alcanza al 9% (Ministerio de Educación de la Nación, 2009). Existe en consecuencia una ausencia particular de investigaciones sistemáticas y longitudinales de la decisión de persistir en el área de carreras de grado de ingeniería en Argentina, que

permitan asignar recursos en forma acertada y monitorear su efectividad.

La naturaleza del trabajo de gestión en instituciones universitarias es similar al que se realiza en otras organizaciones. Por ello a mayor comprensión del puesto de trabajo que ocupa, mejor será la comprensión de las necesidades de la institución, el desempeño en el puesto de trabajo (Mintzberg, 1980) y la mejora en la efectividad institucional (Dill, 1984). Diferentes escuelas de pensamiento han propuesto sus propios enfoques sobre las funciones primarias del personal en cargos de gestión que se pueden resumir en planear, organizar, dirigir, controlar e integrar personal (Koontz, 2008; Wehrich & Koontz, 1993). Con el objeto de cumplir con las distintas funciones, las personas asumen múltiples roles o conjunto organizado de comportamientos independientemente de la organización donde se desempeñen (Adair, 1997; Mech, 1997; Mintzberg, 1980). Utilizando la tipología de Mintzberg para caracterizar los roles del personal en puestos de gestión, estos se dividen en tres grupos principales: interpersonal, informacional y decisional. Cada tipo de rol tiene sub-roles específicos. En el caso del rol decisional se pueden identificar cuatro sub-roles: emprendedor (iniciando nuevas ideas); corrección de situaciones frente a un contexto adverso; asignación de recursos y negociador. Estos roles y sub-roles están predeterminados en todas las organizaciones. Sin embargo, su ejecución varía con los individuos, el ambiente organizacional, el puesto de trabajo asignado y la situación que enfrenta la organización (Mech, 1997; Mintzberg, 1980). Finalmente, para cumplir con las distintas funciones y asumir múltiples roles, el personal en cargos de gestión debe poseer destrezas o habilidades *ad-hoc* ganadas a través del entrenamiento profesional o la experiencia en puestos similares. Robert Katz identificó tres habilidades gerenciales esenciales para una gestión organizacional exitosa: habilidades técnicas (conocimiento de técnica o procesos); habilidades humanas (para interactuar en forma efectiva con la gente) y habilidades conceptuales (la comprensión de relaciones abstractas, el desarrollo de ideas y la solución creativa de problemas) (Katz, 2009).

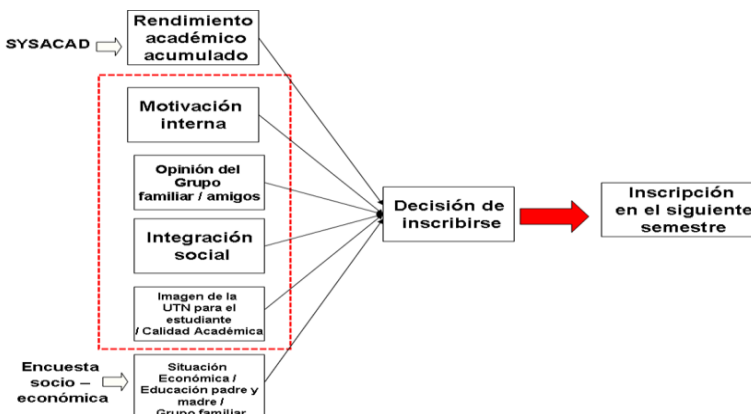
Este estudio se focaliza en el proceso de decisión del personal en cargos de gestión en instituciones de educación superior relacionadas con la retención de alumnos en carreras de ingeniería utilizando modelos matemáticos de análisis. El modelado matemático en los diferentes ámbitos del conocimiento ha adquirido importancia creciente a medida que las computadoras han incrementado su capacidad de convertir ecuaciones matemáticas y fórmulas en objetos sencillos de acceder e interpretar. En general el valor agregado de los modelos matemáticos surge de la capacidad de predecir de dichos modelos. En el caso del modelado de datos con funciones de ajuste los datos se hallan disponibles y la pregunta que surge es cómo se puede obtener la función que refleje la relación entre las variables analizadas. El problema se reduce a utilizar diferentes aproximaciones para determinar los parámetros de la función buscada utilizando los pares de valores entrada – salida como punto de partida.

El tipo de modelo matemático utilizado definirá el escenario tendencial y por ende las decisiones relacionadas en el contexto de la gestión de universidades nacionales. El presente trabajo analizará el Modelo Convergente de Persistencia de Cabrera (1992) aplicado al conjunto de estudiantes de la Facultad Regional Mendoza que se inscribieron en asignaturas de 1er y 2do año de las carreras de Ingeniería Civil, Electromecánica, Electrónica, Química y Sistemas de Información en el primer semestre de 2010 (N = 653). Para ello se analizarán 13 diferentes modelos matemáticos y sus implicancias para las decisiones a nivel de gestión universitaria.

## **2 Metodología**

El Modelo Convergente de Persistencia de Cabrera (1992) contiene un conjunto de variables que explican la persistencia de estudiantes en alrededor de un 40% en una institución universitaria con más de diez mil estudiantes, urbana, ubicada en el sudoeste de Estados Unidos, y con un gran número de estudiantes que cursan parcialmente el plan anual de asignaturas. Este modelo se amplía para incluir rendimiento académico del estudiante y situación socioeconómica por lo que

se conforma el Modelo Convergente de Persistencia FRM que se describe en el gráfico 1. Este modelo ampliado contiene 20 preguntas validadas, el rendimiento académico ponderado de 1 a 10 que se obtiene del Sistema Académico de la FRM (SYSACAD) y datos demográficos adicionales. Se obtiene el valor total del test ponderando los resultados de las 20 preguntas que describen el modelo Convergente de Persistencia de Cabrera, con el valor del rendimiento académico del alumno y el valor obtenido de ponderar su situación socioeconómica. El valor total del test tiene un rango de entre 0 y 130. El conjunto de las 20 preguntas que describen el modelo Convergente de Persistencia de Cabrera se definen en este trabajo como Submodelo de Persistencia y su valor oscila en un rango entre 0 y 90.



**Gráfico 1: Modelo Convergente de Persistencia de Cabrera adaptado a la FRM - UTN**

### 3 Resultados

Como primera aproximación se considera un modelo de regresión lineal simple basado en el método *Enter*. Se desea hallar un valor prospectivo de la decisión de inscribirse en el siguiente semestre basado en el valor total del Modelo Convergente de Persistencia FRM (ecuación 1). La idea que sustenta esta elección es que es posible generar un modelo de decisión basado solamente en una sola medición.

### Ecuación 1

$$y \equiv ax \pm b$$

El análisis estadístico de los datos muestra que el modelo de regresión lineal considerado tiene un  $R_a^2 = .38$ . Esto significa que este modelo explica solamente el 38% de la Decisión de Continuar. La ecuación final resulta de la forma indicada en la ecuación 2 ( $p = .000$ ) y permite predecir la Decisión de Continuar en función del valor del test.

### Ecuación 2

$$y \equiv .035x \pm 1.31$$

Si se analizan los otros 10 modelos de regresión no lineales utilizando el método *Enter* se halla que la mejor respuesta la provee una aproximación cúbica que explica el 54% ( $R_a^2 = .54$ ) de la Decisión de Continuar. La ecuación final resulta de la forma indicada en la ecuación 3 ( $p = .000$ ) y permite predecir la Decisión de Continuar en función del valor del test.

### Ecuación 3

$$y \equiv -4.81 \cdot 10^{-7} x^3 - 0.001 x^2 + .181x - 5.052$$

En términos del proceso de gestión universitaria, este modelo indica que las acciones a realizar en las distintas áreas no tendrán el efecto de incrementar la Decisión de Continuar en todos los alumnos por igual ya que solo explica el 54% de dicha decisión. En términos de eficiencia, la pregunta que surge es en cuál aspecto realizo acciones de modo de lograr el mayor impacto con los mínimos recursos. Para ello se aplica un modelo de correlación bivariable. En este modelo se trata de establecer el efecto de todas las variables consideradas sobre la Decisión de Continuar de modo de orientar las decisiones hacia el punto de mayor efectividad.

Al analizar la relación entre la Decisión de Continuar en el siguiente semestre con las variables consideradas: Submodelo de Persistencia (indicado como Subtotal Modelo Integrado); Promedio académico; Grupo familiar ponderado; Nivel de ingresos del grupo familiar; Nivel de educación del padre y Nivel de educación de la madre se halla que solo se puede establecer una correlación estadísticamente significativa ( $p$  le ertne  $(10.0 \leq$  conjunto de variables que conforman el Submodelo de

Persistencia y la Decisión de Continuar en el siguiente semestre. En este caso analizado, el Submodelo de Persistencia explica el 68% de la Decisión de Persistir o Continuar en el siguiente semestre. En términos del proceso de gestión universitaria, este modelo indica que solamente las acciones a realizar que impacten en las variables que conforman el Submodelo de Persistencia tendrán el impacto buscado en la Decisión de Continuar el siguiente semestre. Si se amplía el modelo de correlación bivariable considerando en forma explícita todas las variables que conforman el Subtotal Modelo Integrado se halla que todas las variables consideradas tienen una correlación con la Decisión de Continuar que oscila entre .25 y .82. Si se focaliza el análisis en las variables que tienen una correlación igual o superior a .6 se halla que las variables de mayor peso en la Decisión de Continuar el siguiente semestre están definidas por el compromiso personal del estudiante con obtener un título universitario (X18 y X19), la imagen en la comunidad de la FRM como centro de formación (X1, X8 y X17) y la empleabilidad al graduarse (X10) como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1: Principales variables que definen la Decisión de Continuar en el siguiente semestre**

Variable	Factor	Decisión de continuar el siguiente semestre	Operador
Decisión de continuar el siguiente semestre	Pearson Correlation	1	Es probable que decida continuar estudiando el siguiente semestre
Compromiso con los objetivos X18 - Integration	Pearson Correlation	.814(**)	Es muy importante para mí el obtener un título universitario
Compromiso con los objetivos X19 - Integration	Pearson Correlation	.789(**)	Es muy importante para mí el completar mis estudios en esta universidad (mi programa de estudios)
Aprobación de los padres X1 - Attrition	Pearson Correlation	.671(**)	Mi familia aprueba que estudie en la Facultad Regional Mendoza de la UTN
Calidad Institucional y Adaptación a la Institución X8 - Attrition	Pearson Correlation	.631(**)	Es muy importante para mí el graduarme en esta universidad y no en otra
Compromiso Institucional X17 - Integration	Pearson Correlation	.615(**)	Yo estoy seguro que he decidido correctamente cuando decidí estudiar en la UTN
Calidad Institucional y Adaptación a la Institución X10 - Attrition	Pearson Correlation	.606(**)	Mi educación en esta universidad me ayudará a asegurarme un empleo futuro

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

## Conclusiones

El personal en cargos de gestión debe poseer nuevas destrezas o habilidades adicionales a las tradicionales para cumplir con las distintas funciones y asumir múltiples roles en forma efectiva frente al problema de incrementar la retención de los estudiantes que cursan carreras de ingeniería. El análisis de la Decisión de Continuar en el siguiente semestre de los alumnos que se inscribieron a asignaturas de 1er y 2do año en marzo de 2010 utilizando 13 diferentes modelos matemáticos revela que las principales variables que impactan en dicha decisión son el compromiso personal del estudiante con obtener un título universitario (X18 y X19), la imagen en la comunidad de la FRM como centro de formación (X1, X8 y X17) y la empleabilidad al graduarse (X10). En consecuencia, desde el punto de vista del rol decisional del personal en los puestos en gestión, las decisiones a nivel de gestión universitaria que tengan impacto en la Decisión de Continuar son acciones de corrección de una situación como la no continuación de los estudios que tendrán efecto en el mediano y largo plazo dado que implican asignar recursos y desarrollar nuevas ideas para fortalecer la imagen de la UTN como centro de formación y garantía de empleabilidad de los graduados. Para ello es posible identificar la necesidad de destrezas o habilidades adicionales tales como conocimiento de técnicas estadísticas (habilidades técnicas); dotes para interactuar en forma efectiva con la comunidad para fortalecer la imagen de la UTN (habilidades humanas); la comprensión de relaciones abstractas como modelos sociales y la solución creativa de problemas (habilidades conceptuales).

Este análisis preliminar del impacto del tipo de modelo matemático utilizado en el rol decisional del personal en los puestos en gestión permite abrir nuevos interrogantes sobre la relación existente entre los diversos esfuerzos que se realizan para poder mejorar la retención de los alumnos en la FRM – UTN y la Decisión de Continuar. Entre dichos esfuerzos que se realizan actualmente se puede mencionar programas de becas para ayuda económica; programa de mejora de enseñanza de ingeniería; asistencia médica y psicofísica; programa de



deportes; sistema de tutorías; mejora en el equipamiento informático y mejora en la seguridad en los laboratorios.

Surgen de igual modo interrogantes relacionados con el propio modelo y la capacidad de predecir la situación del estudiante en los siguientes semestres. Esta pregunta lleva a la necesidad de implementar estudios longitudinales focalizados inicialmente en el 1er y 2do año de la carrera para determinar la validez de las variables consideradas por carrera y año de estudio, la identificación de variables adicionales que mejoren la correlación del actual modelo, y la identificación de relaciones entre la Decisión de Continuar y las acciones *ad-hoc* realizadas a nivel institucional.

Finalmente, los puntos de aprendizaje del modelado matemático del problema de persistencia de los alumnos de 1er y 2do año permitirá redefinir las destrezas o habilidades técnicas (conocimiento de técnica o procesos); habilidades humanas (para interactuar en forma efectiva con la gente) y habilidades conceptuales (la comprensión de relaciones abstractas, el desarrollo de ideas y la solución creativa de problemas) que debe desarrollar el personal en cargos de gestión para cumplir con las distintas funciones y asumir múltiples roles.

## **Bibliografía**

- ACT. (2010). *2010 Retention/Completion Summary Tables: ACT*.
- Adair, J. (1997). *Leadership Skills*. London: Chartered Institute of Personnel Development.
- Araoz, A. (1968). Comentarios sobre el trabajo del Dr. Julio Olivera: La Universidad como unidad de producción. *Revista Económica*, XIV(1-2).
- Bean, J. P. (1980). Dropouts and turnover: The synthesis and test of a causal model of student attrition. *Research in Higher Education*, 12(2), 155-187.

- Cabrera, A. F., Nora, A., & Castaneda, M. B. (1992). College persistence: structural equations modeling test of integrated model of student retention. *Journal of Higher Education*, 64(2), 123-139.
- Díaz, C. J. (2009). Factores de Deserción Estudiantil en Ingeniería: Una Aplicación de Modelos de Duración [Student Dropout Factors in Engineering: An Application of Duration Models]. *Información Tecnológica*, 20(5), 129-145
- Dill, D. D. (1984). The Nature of Administrative Behavior in Higher Education. *Educational Administration Quarterly*, 20(Summer), 69-99.
- Fernández de Morgado, N. (2009). Retención y persistencia estudiantil en instituciones de educación superior: una revisión de la literatura. *Paradigma*, 30(2).
- Giovagnoli, P. I. (2002). *Determinantes de la deserción y graduación universitaria: Una aplicación utilizando modelos de duración*. La Plata, Provincia de Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata
- Katz, R. L. (2009). Skills of an Effective Administrator. In *Harvard business review classics*: Harvard Business Press.
- Koontz, H. (2008). *Administración. Una perspectiva global y empresarial* (13th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Mech, T. (1997). The Managerial Roles of Chief Academic Officers. *The Journal of Higher Education*, 68(3), 282-298.
- Medina, N. O. (2009). *Perspectaiva del fracaso académico en la Universidad Nacional de Formosa*. Paper presented at the Conference Name|. Retrieved Access Date|. from URL|.

- Ministerio de Educación de la Nación. (2009). *Estadísticas Universitarias. Anuario 2008* (No. ISSN 1850-7514). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Coordinación de Investigaciones e Información Estadística (CIIE) - Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) - Ministerio de Educación de la Nación.
- Mintzberg, H. (1980). *The Nature of Managerial Work* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ortiz de Guevara, E., Gerioni, L., Donnini, N., & Morresi, S. (2000). La deserción en la Universidad Nacional del Sur. In G. Tiramonti (Ed.), *Indicadores universitarios : tendencias y experiencias internacionales* (pp. 191-214). Buenos Aires: EUDEBA.
- Seara, S., Tomas, L., & Albarracín, S. (2009). *Causas de deserción en ingresantes a la FOLP*. Paper presented at the Conference Name|. Retrieved Access Date|. from URL|.
- Tinto, V. (1993). *Leaving college: Rethinking the causes and cures of student attrition* (2nd ed ed.). Chicago: The University of Chicago Press.
- Tonconi Quispe, J. (2010). Factores que influyen en el rendimiento académico y la deserción de los estudiantes de la facultad de ingeniería económica de la Una-puno, periodo 2009. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 2(11).
- Wehrich, H., & Koontz, H. (1993). *Management: A Global Perspective* (10th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.

\*\*\*