

## **FACTORES DETERMINANTES EN LA MORTALIDAD ACADÉMICA PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍAS EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA ENTRE LOS AÑOS 2004 Y 2009**

### **Mortality Factors In The Academic To The Faculty Of Engineering And University Of Technology Pereira Between The Years 2004 And 2009**

#### **RESUMEN**

La presente investigación pretende identificar las variables que tienen mayor influencia en la mortalidad estudiantil en las materias Matemáticas I, Matemáticas II, Matemáticas III, Matemáticas IV y Algebra Lineal en los programas de Ingeniería Física, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería en Sistemas y Computación, esto con el propósito de tomar decisiones que permitan intervenir adecuada y oportunamente el fenómeno.

Para la realización de este estudio se tomó como base la información con la que cuenta el Observatorio Académico adscrito a la Facultad de Ingeniería Industrial, la base de datos sobre información de los estudiantes de la Universidad Tecnológica de Pereira la cual es manejada por división de sistemas, y además fue necesaria la recopilación de datos primarios y personales mediante una encuesta diseñada por los investigadores.

Finalmente, con la información recopilada se procedió a realizar un tratamiento estadístico descriptivo para evidenciar el fenómeno objeto de investigación, posteriormente se hizo uso de la técnica estadística Regresión Logística Multinomial para así poder identificar los factores (variables) objeto de estudio.

**PALABRAS CLAVES:** Análisis Descriptivo, Análisis Multivariado, Materias Críticas, Regresión Logística.

#### **ABSTRACT**

This research aims to identify the variables that have the greatest influence on student death in matters Mathematics I, Mathematics II, Mathematics III, Mathematics and Linear Algebra IV programs in Engineering Physics, Electrical Engineering and Computer Systems Engineering, this in order to make decisions that appropriate and timely action can the phenomenon.

To carry out this study was based on the information that has attached to the Academic Centre, Faculty of Industrial Engineering, the information database of students from the Technological University of Pereira which is managed by Systems Division, and it was necessary primary data collection and personal with a questionnaire by the researchers.

Finally, the collected information is carried out a descriptive statistical analysis to demonstrate the phenomenon under investigation, subsequently took the Multinomial Logistic Regression statistical technique in order to identify the factors (variables) under study.

**KEYWORDS:** Critical materials, descriptive analysis, multivariate analysis, logistic regression.

#### **SANTIAGO VÁSQUEZ ARTUNDUAGA**

Licenciado en Matemáticas y Física  
Especialista en Docencia Universitaria  
Magíster en Investigación Operativa y Estadística.  
Profesor Cátedra Auxiliar  
Universidad Tecnológica de Pereira  
[s\\_vasqueza@utp.edu.co](mailto:s_vasqueza@utp.edu.co)

#### **JHON ALEXANDER GALVEZ LOPEZ**

Tecnólogo en Mecánica  
Ingeniero Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira  
[alexpi8967@hotmail.com](mailto:alexpi8967@hotmail.com)

#### **LINA MARCELA ANGEL GIRALDO**

Tecnóloga en Química  
Ingeniera Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira  
[linaangel@utp.edu.co](mailto:linaangel@utp.edu.co)

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del proyecto presentado a continuación, pretende identificar las principales variables que son causantes de mortalidad académica en materias de la Facultad de Ingenierías que a través del tiempo, de registros históricos y de estudios previos, han sido catalogadas como críticas y con niveles altos de mortalidad en los últimos cinco años, (Desde 2004 hasta el año 2009).

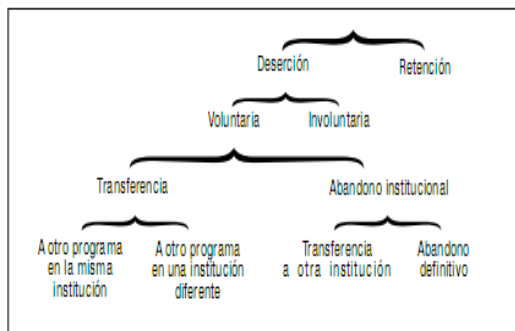
El estudio comprende desde las principales definiciones y conceptos teóricos, pasando por la depuración de bases de datos hasta llegar al análisis descriptivo y luego la aplicación de la técnica multivariada: Regresión Logística Multivariada, para la posterior presentación de los resultados, conclusiones y recomendaciones, esto con el fin de permitir la elaboración de futuros trabajos y así tomar acciones preventivas más que correctivas en el acompañamiento a los estudiantes.

## 2. CONCEPTOS BÁSICOS

### 2.1. DESERCIÓN ESTUDIANTIL

“El retiro estudiantil puede presentarse en dos modalidades, por egreso o graduación, cuando el estudiante termina sus estudios o finalmente recibe su título académico y por deserción que es el abandono de los estudios sin haberlos terminado” [1]. Dado este concepto puede definirse entonces la deserción académica como el abandono de los estudios por influencias positivas o negativas de aspectos internos o externos y la cual puede ser forzosa o involuntaria y voluntaria.

Dentro de la deserción se pueden además diferenciar dos aspectos, esto es que la deserción se dé en la carrera que se está cursando o en general para la universidad. En la siguiente figura se ilustra la clasificación de la deserción y los posibles caminos que puede tener.



**Figura 1.** Clasificación de la deserción Tomada de “Modelos de análisis de la deserción estudiantil en la educación superior”.

### 2.2. REPITENCIA

“La repitencia se entiende como la acción de cursar reiterativamente una actividad docente, sea por mal rendimiento del estudiante o por causas ajenas al ámbito académico. La repitencia en la educación superior puede presentarse de varias formas de acuerdo al régimen curricular. Puede estar referida a todas las actividades académicas de un período determinado (año, semestre o trimestre), o bien, a cada asignatura para el caso de currículo flexible“[3]

### 2.3. REZAGO

Entiéndase el rezago como el hecho de estar cursando un semestre inferior al que por tiempo de matrículas en la Universidad debería estarse cursando, este rezago puede ser parcial (una materia) o total (todo un semestre). El rezago es ocasionado por la mortalidad en las materias, esto conlleva a repetirla haciendo que el estudiante empiece a presentar atraso en su currículo.

El rezago en las universidades puede verse potencializado por materias que se consideran críticas y que son el requisito para cursar otras materias en los semestres siguientes, es por eso que se deben identificar estas materias y realizar toda clase de actividades y estrategias para disminuir la mortalidad en las mismas.

### 2.4. MORTALIDAD ACADÉMICA.

La mortalidad en las universidades puede estar enfocada en dos aspectos, el primero mortalidad en las materias y el otro la mortalidad en el semestre.

El primero es la acción de obtener como nota definitiva después de cursar la materia 2,9 o notas inferiores a ella, esta es la clase de mortalidad que se aborda en la presente investigación. La segunda tiene que ver con obtener un promedio inferior a 3,0 después de haber terminado el semestre.

En la mortalidad académica existen factores o variables que potencializan la ocurrencia de este fenómeno en los estudiantes, es necesario identificar estas variables o factores para así atacarlos.

“Estos factores pueden ser internos y asociados al rendimiento académico en la Universidad, como externos y asociados al nivel académico de la formación pre-Universitaria y a condiciones sociales variadas como el nivel socio económico, la vida familiar, etc.” [1]

Los factores internos pueden clasificarse en académicos y extra-académicos, dado que los estudiantes deben cumplir con un rendimiento académico y con unas exigencias mínimas para cursar las materias. Es claro que los factores académicos dentro de los internos son probablemente los que más afecten en la mortalidad,

inciden entonces las variables que afectan la capacidad de los estudiantes para responder a dichas exigencias.

Estas exigencias tienen que ver por ejemplo con el número de materias por semestre dentro de la carrera, número de horas a la semana y composición del plan de estudios por áreas del conocimiento.

Los factores externos para la mortalidad tienen que ver más con la formación preuniversitaria de los estudiantes, para esto entonces es necesario contar con información de los colegios de los cuales provienen los estudiantes ahora universitarios.

## 2.5. REGRESIÓN LOGÍSTICA. [5]

Un modelo de regresión con variable dependiente binomial será un modelo que permita estudiar si dicha variable discreta depende o no de otra u otras variables. Si una variable binomial de parámetro  $p$  es independiente de otra variable  $X$ . Por consiguiente, un modelo de regresión de pendiente binomial y una única variable independiente  $X$  se materializa en una función en la que  $p$  aparece dependiendo de  $X$  y de unos coeficientes de investigación que permiten abordar la relación de dependencia.

Para una única variable independiente  $X$ , el modelo de regresión logística toma la forma que se presenta en la ecuación 1.

$$\ln\left(\frac{p}{q} \setminus X = x\right) = \alpha_0 + \alpha_1 X \quad (1)$$

O de forma simplificada como se muestra en la ecuación 2.

$$\ln\left(\frac{p}{q}\right) = \alpha_0 + \alpha_1 X \quad (2)$$

Donde  $\ln$  es el logaritmo neperiano,  $\alpha_0$  y  $\alpha_1$  son constantes y  $X$  una variable que puede ser aleatoria o no, continua o discreta. Este modelo se puede generalizar fácilmente para  $k$  variables independientes, dando lugar al modelo logístico múltiple que se expresa en la ecuación 3.

$$\ln\left[\frac{p}{q}\right] = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \dots + \alpha_k X_k \quad (3)$$

El objetivo primordial que resuelve esta técnica es el de modelar cómo influye en la probabilidad de aparición de un suceso, habitualmente dicotómico, la presencia o no de diversos factores y el valor o nivel de los mismos. También puede ser usada para estimar la probabilidad de aparición de cada una de las posibilidades de un suceso con más de dos categorías (politómico).

## 2.6. REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTINOMIAL

La regresión logística multinomial resulta útil en aquellas situaciones en las que se desee poder clasificar a los sujetos según los valores de un conjunto de variables predictoras. Este tipo de regresión es similar a la

regresión logística, pero más general, ya que la variable dependiente no está restringida a dos categorías.

“De igual forma se conoce como análisis de regresión multivariante al método estadístico que permite establecer una relación matemática entre un conjunto de variables  $X_1, X_2, \dots, X_k$  (covariantes o factores) y una variable dependiente  $Y$ .

Los objetivos de un modelo de regresión pueden ser dos:

- Obtener una ecuación que nos permita "predecir" el valor de  $Y$  una vez conocidos los valores de  $X_1, X_2, \dots, X_k$ . Se conocen como modelos predictivos.
- Cuantificar la relación entre  $X_1, X_2, \dots, X_k$  y la variable  $Y$  con el fin de conocer o explicar mejor los mecanismos de esa relación. Se trata de modelos explicativos, muy utilizados cuando se busca encontrar qué variables afectan a los valores de un parámetro. [4]

## 3. RESULTADOS

### 3.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Para el presente análisis descriptivo y la investigación en general se determinaron como críticas las siguientes materias en la Facultad de Ingenierías<sup>1</sup>:

Matemáticas I, dictada en primer semestre en los tres programas de la facultad, Matemáticas II dictada en segundo semestre para los tres programas, Matemáticas III perteneciente al tercer semestre en todos los programas, Matemáticas IV perteneciente a cuarto semestre y Algebra Lineal dictada en segundo semestre en todos los programas, todas las materias mencionadas anteriormente son pertenecientes a la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Vale la pena aclarar que el análisis descriptivo se realizó para cada uno de los programas objeto de estudio, para la Facultad de Ingenierías, en cada una de las materias consideradas como críticas y en cada uno de los semestres relacionados (I-2004 hasta II-2009).

El objetivo de dicho análisis era el de evidenciar los altos índices de mortalidad que se presentan en las materias críticas de estos programas, relacionando el Índice de Mortalidad (IM), obtenido de la relación entre el número de estudiantes que inscribieron la materia (EI) y el número de estudiantes que la perdieron o reprobaron (EP).

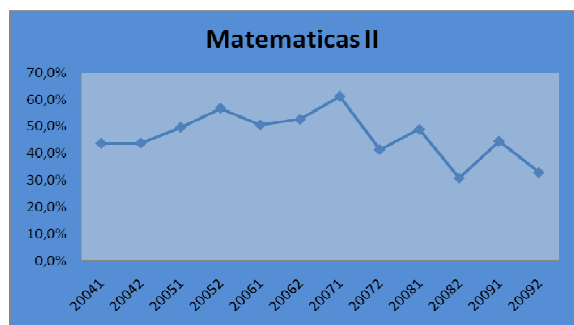
A continuación se presenta un ejemplo de lo obtenido en el análisis descriptivo para la Facultad de Ingenierías en la tabla 1 y figura 2, en estas se evidencian los altos

<sup>1</sup> La facultad de Ingenierías en su jornada diurna comprende los programas de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Sistemas y Computación e Ingeniería Física

índices de mortalidad académica en esta facultad para la asignatura MATEMATICAS II<sup>2</sup>

MATEMATICAS II			
Semestre	IM	E.P	E.I
20041	43,7%	80	183
20042	43,8%	85	194
20051	49,7%	71	143
20052	56,8%	88	155
20061	50,6%	87	172
20062	52,6%	111	211
20071	61,2%	104	170
20072	41,4%	65	157
20081	48,9%	67	137
20082	30,8%	36	117
20091	44,5%	61	137
20092	32,9%	49	149

**Tabla 1.** Datos para Matemáticas II en la Facultad de Ingenierías



**Figura 2.** Índices de mortalidad en Matemáticas II para Facultad de Ingenierías

## 3.2. ANÁLISIS MULTIVARIADO

### 3.2.1. Variables trabajadas

Con base a las referencias estudiadas y al criterio de los mismos investigadores, se definieron ciertas variables, dado que fue imposible contar con información de todas ellas, se trabajaron en el análisis multivariado las siguientes:

Variables de tipo Académico:

1. Resultados pruebas de estado
2. Número de Créditos vistos durante el último semestre.
3. Número de Créditos aprobados durante el último semestre

4. Promedio obtenido en el último semestre
5. Estado de la matricula
6. Materias pérdidas durante la carrera
7. Materias aprobadas durante la carrera
8. Profesor Clasificación
9. Profesor Original

Variables de tipo Socioeconómico:

1. Género
2. Estrato socio económico
3. Departamento de procedencia
4. Municipio de procedencia
5. Género del colegio en el que estudio
6. Tipo de colegio en el que estudio
7. Estado civil
8. Edad

Variables de tipo Personal:

1. Aspectos que considera importantes para el buen desempeño académico
2. Motivación para cursar las materias del semestre
3. Materias con dificultad al inicio
4. Satisfacción con el programa
5. Conocimiento previo del programa
6. Esfuerzo para cursar el semestre
7. Apoyo familiar en los estudios
8. Actividades extra clase

### 3.2.2. Regresión Logística Multinomial

Se tuvieron en cuenta varios aspectos para seleccionar como técnica estadística para el análisis multivariado la Regresión Logística Multinomial, el primero de ellos tiene que ver con que la variable dependiente contiene tres categorías como respuesta, desempeño alto, desempeño medio y desempeño bajo, esto hace que se imposibilite trabajar la regresión logística binaria, la cual solo admite dos categorías en la variable dependiente. Así mismo las variables a trabajar puede que no sigan una distribución normal, es allí donde este modelo es fundamental ya que es flexible y poco riguroso con estas variables y permite operacionalizarlas sin problemas ni rigurosas pruebas de normalidad.

De igual forma el análisis por medio de la regresión logística multinomial es un método fácil de ejecutar el cual brinda unos resultados confiables y de calidad.

### 3.2.3. Metodología Análisis Multivariado (Regresión Logística Multinomial)

El procedimiento seguido fue correr en el programa<sup>3</sup> en el modulo de Regresión Logística, todas las variables que

<sup>2</sup> MATEMATICAS II, es una de las asignaturas relacionadas como críticas por el observatorio de Deserción Académica de la Universidad Tecnológica de Pereira.

<sup>3</sup> El programa utilizado para el Análisis de Regresión Logística fue el SPSS versión 17 en español.

se consideraron, tomando como referencia la categoría de desempeño bajo para cualquiera que sea el programa, una vez se tienen los resultados de esta primera corrida se analiza el ajuste de bondad del modelo el cual deberá de ir aumentando y tendiendo a uno con cada una de las filtraciones, esto indica que las variables que se seleccionan se ajustan al modelo y que este cada vez es mejor. Se debe analizar además la significancia del modelo, la cual debe ir disminuyendo y acercarse cada vez a cero. Estos dos parámetros indican que el ajuste está mejorando y que las variables que quedan tienen mayor peso en el modelo logístico múltiple. De igual manera se analiza en la tabla de estimación de los parámetros, el error típico y nuevamente la significancia de cada variable ahora para cada una de las categorías.

Esta significancia debe tener valores cercanos a cero para que la variable se considere como importante en el modelo. El error típico debe ser inferior a uno, cuando esto no pasa se analiza la significancia, pero de ser necesario se seleccionan como importantes aquellas que tengan los errores más bajos.

Una vez obtenidos los primeros resultados, se realizó entonces una primera filtración corriendo el programa sin las variables que no cumplieran con las condiciones de significancia, error típico y ajuste de bondad, así mismo se revisan los parámetros nuevamente y se procede a realizar una nueva filtración para disminuir el número de variables y llegar a tener las que son verdaderamente importantes en el modelo.

Este procedimiento se repite las veces que sea necesario hasta tener variables con una significancia baja y error típico también muy bajo. Una vez terminado el análisis con la categoría de desempeño bajo como categoría de referencia, se intercambia dicha característica por desempeño alto y se procede con el mismo proceso hasta tener las variables de peso para cada categoría y para el modelo en general.

**3.2.4. Resultados**

A continuación se presenta la tabla 2 que nos indica el ajuste de bondad y la significancia del modelo para el programa de Ingeniería Física referencia alto desempeño cuando este es corrido con todas las variables.

Modelo	Criterio de ajuste modelo	Contrastes de la razón de verosimilitud		
	-2 log verosimilitud	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Sólo intersección	61.027			
Final	.000	61.027	74	.860

**Tabla 2.** Información del ajuste del modelo

Como se puede observar el valor de significancia es alto (.860), es por eso que se filtran las variables que presenten mayor error y se obtienen los resultados evidenciados en la tabla 3.

Modelo	Criterio de ajuste modelo	Contrastes de la razón de verosimilitud		
	-2 log verosimilitud	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Sólo intersección	61.027			
Final	.62	61.026	14	.000

**Tabla 3.** Información del ajuste del modelo

Como se observa en la tabla 3 el valor de significancia disminuye a cero, es por eso que las variables que se presentan en la tabla 4 son consideradas importantes para el presente modelo.

Efecto	Criterio de ajuste modelo	Contrastes de la razón de verosimilitud		
	-2 log verosimilitud modelo	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Intersección	.002 <sup>a</sup>	.000	0	.
Icfes	25.536	25.535	2	.000
Edad	34.840	34.838	2	.000
Créditos Aprobados último semestre	22.367	22.365	2	.000
Materias aprobadas en carrera	36.619	36.617	2	.000
Satisfacción	31.202	31.200	2	.000
Apoyo familiar	41.430	41.428	4	.000

**Tabla 4.** Contraste de razón de verosimilitud.

Este procedimiento se realizó también para la facultad de Ingenierías y para todos los programas por separados.

Se obtuvieron entonces como resultado las siguientes variables, estas son consideradas importantes (variables de mayor peso) en los desempeños académicos que se relacionan a continuación:

Alto desempeño

Ingeniería Física: Icfes, edad, créditos aprobados en el último semestre, materias aprobadas en la carrera, satisfacción con la carrera, apoyo familiar.

Ingeniería de sistemas: número de créditos vistos durante el último semestre, número de materias aprobadas durante la carrera, Icfes.

Ingeniería eléctrica: número de materias aprobadas en la carrera, número de materias perdidas en la carrera.

Facultad de Ingenierías: número de créditos vistos en el último semestre, promedio último semestre, materias perdidas y aprobadas durante la carrera, género, satisfacción con la carrera.

#### Bajo desempeño

Ingeniería Física: promedio en el último semestre, edad, número de créditos vistos en el último semestre, materias perdidas y aprobadas en la carrera, profesor original.

Ingeniería de Sistemas: materias perdidas, materias aprobadas en la carrera.

Ingeniería Eléctrica: materias perdidas, materias aprobadas durante toda la carrera, número de créditos vistos en el último semestre, promedio último semestre.

Facultad de Ingenierías: número de créditos vistos en el último semestre, promedio último semestre, materias perdidas y aprobadas durante la carrera, género.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los niveles de mortalidad más altos se dieron en el primer semestre del estudio (I 2004) y el más bajo se dio en el último (II 2009), esto para la facultad de Ingenierías, lo cual indica una tendencia decreciente adjudicada precisamente a las distintas estrategias que lleva a cabo la Universidad a través de organismos como el Observatorio Académico.
2. Aun así los niveles de mortalidad de estas materias son demasiado altos, esta problemática finalmente se ve reflejada en la deserción estudiantil, es por eso fundamental identificar qué es lo que ocasiona los altos índices de mortalidad para así tomar medidas y disminuir dichos índices.
3. Los índices de mortalidad más altos se presentan en las materias que se dictan en los primeros semestres de cada programa, esto puede estar ligado a cierto grado de irresponsabilidad por parte de los estudiantes en el momento de ingresar a la Universidad, así como a deficiencias de carácter académico en la formación de los estudiantes por parte de los colegios de los que provienen.

4. La tendencia del problema es a disminuir sin embargo siguen siendo altos los indicadores de mortalidad en la educación, se deben tomar medidas apropiadas.
5. Se concluye que son las variables de tipo académico las que más influyen en el desempeño que los estudiantes tienen en la Universidad, es por eso que es allí donde deben concentrarse las medidas preventivas.
6. Se concluye además que variables de tipo socioeconómico y de tipo personal no presentaron mucha importancia en el desarrollo del presente trabajo.
7. Las diferencias entre las categorías de desempeño alto y bajo encontradas en esta investigación están marcadas sobre todo por las variables de tipo cuantitativo y en especial de tipo académico.
8. Es recomendable mantener las ayudas extra docentes como lo son la elaboración de cartillas con ejercicios, las tutorías pares, los monitores y toda clase de apoyo que se le brinde a los estudiantes.
9. La restricción de materias a matricular es una medida buena con el fin de que los estudiantes de bajo desempeño no sigan perteneciendo a esta categoría controlando su carga académica.
10. Si bien la variable **docente**, no tuvo mayor importancia en la mortalidad académica para la presente investigación, no significa que para estudios similares tenga el mismo comportamiento, por lo que es recomendable tenerse en cuenta.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Estudio sobre La deserción estudiantil Universidad Nacional de Medellín
- [2] <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestr eo.pdf>
- [3] <http://www.google.com> "Variables que inciden en la repitencia en las Universidades". Estudio sobre la repitencia y la deserción en la educación superior Chilena. Julio de 2009.
- [4] <http://www.seh-lilha.org/regresion1.htm>
- [5] PEREZ L Cesar, Técnicas de análisis de datos con SPSS 15. Pearson Educación, S.A. España. Pág. 488. 2009