

Análisis multivariado para determinar los factores más relevantes de deserción estudiantil presentes en el programa de Ingeniería Industrial de una Universidad del Caribe colombiano

Multivariate analysis to determine the most relevant factors present in the dropout at the Industrial Engineering program of a colombian Caribbean University

Winston Fontalvo Cerpa¹, Milena Paola Castillo González², Steven Polo Cantillo³

¹*Mg en Educación, Profesor Titular, Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla, Colombia.*

^{2,3}*Ingeniera Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla, Colombia.*

E-mail: winston.fontalvo@uac.edu.co

Recibido 18/05/14, Aceptado 15/12/2014

Cite this article as: W. Fontalvo, M.Castillo, S. Polo, "Multivariate analysis to determine the most relevant factors present in the dropout at the Industrial Engineering program of a Colombian Caribbean University", Prospect, Vol 13, N° 1, 86-99, 2015.

RESUMEN

El análisis del fenómeno de la deserción es una preocupación creciente en las instituciones de educación superior, debido a sus altos índices, pero también a su impacto socioeconómico. El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Caribe, siendo consecuente con esta realidad, y buscando generar alternativas que permitan disminuir la deserción ha realizado estudios sobre sus características. El presente artículo es el resultado del proyecto de investigación cuyo propósito fue efectuar un análisis multivariado para determinar los factores más relevantes de deserción estudiantil, realizado en dos etapas: una exploratoria que analizó las poblaciones actual y desertora del programa y la segunda descriptiva – explicativa, que correlacionó sus variables. Como conclusión dentro de las variables que más influyen en la primera dimensión se encuentran los niveles de satisfacción de los estudiantes, seguido de los factores académicos, financiación externa y la toma de ayudas. En la segunda dimensión, las variables con mayor peso son factor de elección de la universidad, la vida universitaria, el ambiente educativo y las razones económicas.

Palabras clave: Deserción académica, Análisis multivariado, Análisis de clústers, Análisis de correspondencia múltiple, Análisis discriminante.

ABSTRACT

The analysis of the phenomenon of desertion is a growing concern in institutions of higher education, because of their high rates, but also their socioeconomic impact. The Industrial Engineering program at the Autonomous University of the Caribbean, being consistent with this reality, and seeking to create alternatives to reduce the dropout rate has studied its characteristics. This article is the result of a research project whose purpose was to perform a multivariate analysis to determine the most important factors of dropout, carried out in two stages: an exploratory who analyzed the current populations and deserting the program and the second descriptive - explanatory, which correlated its variables. Conclusion within the variables that influence the first dimension are the students satisfaction levels, followed by the academic factors, external funding and decision aids. In the second dimension, the variables with higher weight are factor of choice college, college life, the educational environment and economic reasons.

Keywords: Dropout, Multivariate analysis, Cluster analysis, Multiple correspondence analysis, Discriminant analysis.

1. INTRODUCCIÓN

La deserción se ha constituido en un fenómeno cuyo estudio ha tenido auge en los últimos años, en medio de un panorama educativo que muestra un importante aumento de la cobertura en la educación superior, esfuerzo que sólo tendrá el impacto suficiente en la medida que los estudiantes logren culminar con éxito su ciclo de estudios, incidiendo de forma negativa sobre el desarrollo socioeconómico y científico de los países a nivel mundial, esta tendencia de los estudiantes por abandonar estudios en curso o cambiar de facultad de forma precoz, temprana o tardía se ha convertido en objeto de estudio fundamental de las instituciones debido a que su comportamiento, habla de un claro crecimiento estadístico durante los últimos años queriendo así lograr identificar de forma correcta cuales son aquellos factores causantes de la aparición de dicho fenómeno para con esto generar las estrategias necesarias capaces de disminuir los casos que se generan periódicamente.

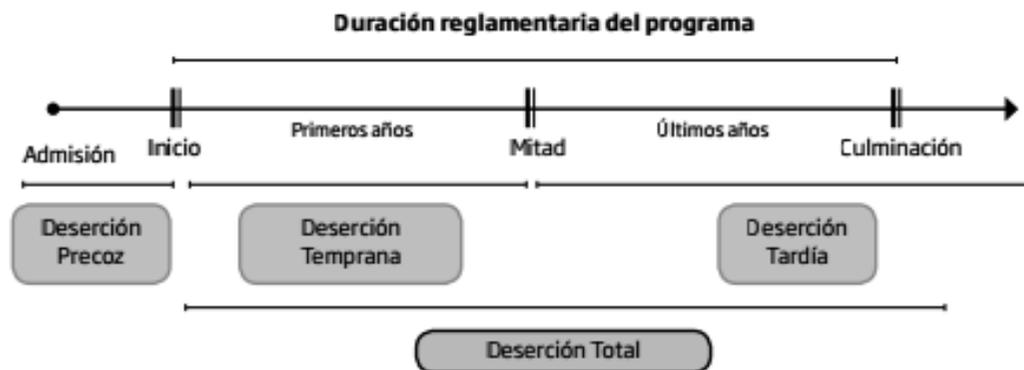
Uno de los principales problemas que enfrenta el sistema de educación superior colombiano concierne a los altos niveles de deserción académica en el pregrado. Pese a que los últimos años se han caracterizado por aumentos de cobertura e ingreso de estudiantes nuevos, el número de alumnos que logra culminar sus estudios superiores no es alto, dejando entrever que una gran parte de éstos abandona sus estudios, principalmente en los primeros semestres. Según estadísticas del Ministerio de Educación Nacional, de cada cien estudiantes que ingresan a una institución de educación superior cerca de la mitad no logra culminar su ciclo académico y obtener la graduación.

Según se contempla en el documento visión Colombia 2009, se presenta en un 47% para el periodo 2002 – 2007, aunque cercana al promedio latinoamericano (50%), constituye un reto para el sistema de educación superior, el cual tiene el propósito de disminuirla a un 40% para el año 2010, y al 25% en 2019 [1].

En este mismo sentido, la tendencia de los estudiantes por abandonar estudios en curso o cambiar de facultad de forma precoz, temprana o tardía (véase Figura 1) se ha convertido en objeto de estudio fundamental de las instituciones debido a que su comportamiento, habla de un claro crecimiento estadístico durante los últimos años por lo que se quiere identificar de forma correcta cuales son aquellos factores relevantes de la aparición de dicho fenómeno con el propósito de generar el análisis estadístico multivariado más adecuado el cual sea capaz de disminuir los casos que se generan periódicamente [2].

La Universidad Autónoma del Caribe por medio de su programa de ingeniería industrial plantea un aporte con su experiencia en el fenómeno de deserción, desarrollando una propuesta investigativa capaz de dar claridad mediante la aplicación de un análisis multivariado, sobre cuáles son los principales factores relevante de deserción estudiantil específicamente en el programa de Ingeniería Industrial y la población desertora tomando como referencia el periodo 2011 – 2012, pretendiendo, mediante investigación realizada, evaluar los factores críticos de deserción estudiantil presente en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Caribe mediante un análisis estadístico multivariado, para diseñar estrategias que permitan incrementar la permanencia.

Figura 1. Clasificación de la deserción de acuerdo al tiempo [3]
Figure 1. Ranking defection according to time



Fuente: Castaño, E., Gallón, K. Gómez y J. Vásquez [3]

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Deserción estudiantil

A través de los análisis de los diferentes estudios que se han hecho en Colombia sobre el rendimiento de los distintos programas académicos universitarios, encontramos que el éxito académico en las universidades está supeditado a una serie de factores internos y externos que afectan notoriamente el rendimiento general de la misma en sus distintos programas. Por lo tanto, las causas que determinan la deserción se pueden atribuir a varios problemas externos e internos a la universidad, problemas intrínsecos al estudiante.

La deserción estudiantil se ha tornado unas de la problemáticas más estudiadas en referente a la educación superior, por motivo del alto grado en el cual están situadas. La ma-

yoría de las investigaciones dan fe de la inmensa cantidad de estudiantes universitarios que no finiquitan con éxitos sus estudios de pre-grado principalmente; por tal razón mundialmente en los países europeos, latinos americanos y en América del norte, entre otros se ha iniciado un análisis del tema, con un buen grado de profundidad. (Véase tabla 1).

Para Salcedo la deserción universitaria es la causa principal del bajo rendimiento en los programas académicos, a partir de la identificación de las causas que motivan la deserción de los estudiantes que ingresan a las carreras universitarias, para lo cual se es necesario tener en cuenta los elementos que determinan el abandono de los estudios [5].

Si se acepta que la deserción es la comparación numérica entre la matrícula inicial menos el número de egresados de último año, se tiene un concepto cuantitativo de

Tabla 1. Estudios sobre la deserción estudiantil en Colombia [3, 4]
Table 1. Dropout studies in Colombia

Institución	Estudio y año	Población	Metodología	Resultados
Universidad Nacional de Colombia	1. Estudio de la deserción estudiantil en la educación superior en Colombia. Universidad Nacional de Colombia e ICFES. 2002. 2. Caracterización de la deserción estudiantil en la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2006.	El primero fue un trabajo teórico y el segundo estudio cerca del 100% de la población desertora entre 2001 y 2005.	Revisión bibliográfica y construcción de indicadores.	De la primera investigación se obtiene un buen desarrollo conceptual y metodológico, estado del arte y diseño de encuestas. Con el segundo trabajo se identificó el peso que cada indicador construido tuvo en la deserción.
Universidad de Antioquia	1. Determinantes de la deserción estudiantil. 2003. 2. Determinantes de la deserción y graduación estudiantil. 2005.	Estudiantes de las Facultades de Ingeniería y Ciencias Económicas. Cohorte de 1996.	Encuesta a estudiantes desertores y aplicación de modelos de duración.	Actualización teórica. Aplicación de técnicas recientes en la modelación.
Ministerio de Educación Nacional	Deserción en las instituciones de educación superior en Colombia. Con el apoyo de la Universidad de los Andes. 2005.	239 instituciones de educación superior, más de 2.800.000 estudiantes seguidos de las cohortes 1998 a 2009.	Aplicación de modelos de supervivencia y generación de herramienta informática.	SPADIES: Software que permite a cada institución de educación superior hacer seguimiento a sus estudiantes en función del riesgo de deserción.
Universidad de los Llanos	Estudio de la deserción estudiantil en la Universidad de los Llanos. 2006.	Estudiantes desertores entre 1998 y 2004.	Construcción de indicadores y caracterización de los desertores.	Identificación de estrategias que pudieran disminuir el número de desertores.
Universidad del Atlántico	Causas e indicadores de la deserción en el programa de Economía de la Universidad del Atlántico aplicando modelos de duración y macroeconómico. 2006.	Estudiantes del programa de Economía cohortes desde 1997 hasta 2005.	Construcción de indicadores. Aplicación de modelos de duración.	
Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas Y Ambientales U.D.C.A.	Clasificación de las causas de deserción. 2004.	Estudiantes del segundo semestre de 2003 al primer semestre de 2004.	Construcción de tasas de deserción por programa y porcentaje de causas de deserción.	Identificación de programas con mayores niveles de deserción.

Fuente: Diversos estudios sobre deserción [1, 3, 4]

ella. Estudios recientes han concluido que el tema de la deserción universitaria se presenta principalmente en los primeros años de la carrera. Para tal efecto se han desarrollado investigaciones sobre la deserción y mortalidad estudiantil, bajo análisis cuantitativo y cualitativo, algunas de las cuales se referenciaron en la tabla 1. En el caso del programa de ingeniería industrial de la Universidad Autónoma del Caribe, se han realizado estudios de deserción en diferentes periodos, con el fin de generar alternativas que permitan afrontarla de mejor manera [6, 7].

Las primeras investigaciones en el tema de la deserción estudiantil tomaron como base conceptual la teoría del suicidio y los análisis costo-beneficio de la educación desde una perspectiva económica. En la primera aproximación se toma a la deserción como análoga al suicidio en la sociedad, de ahí que los centros de educación superior se consideren como un sistema que tiene sus propios valores y estructura social, donde es razonable esperar que bajos niveles de integración social aumenten la probabilidad de desertar. Sin embargo, estas investigaciones no pasaron de ser estudios longitudinales y cualitativos que abordaron el problema desde una perspectiva individual de integración social y algunos factores externos que pudieran afectarla [1].

De ahí en adelante, los desarrollos en el tema de la deserción estudiantil dividieron la investigación en aquellos estudios que apuntaban a la profundización teórica del problema y los interesados en encontrar las causas del fenómeno a través de la evidencia empírica. Aunque actualmente la definición de deserción estudiantil continúa en discusión, existe consenso en precisarla como un abandono que puede ser explicado por diferentes categorías de variables: socioeconómicas, individuales, institucionales y académicas. Sin embargo, la forma de operacionalizarlas depende del punto de vista desde el cual se haga el análisis; esto es, individual, institucional y estatal o nacional. Autores como Tinto, afirman que el estudio de la deserción en la educación superior es extremadamente complejo, ya que implica no sólo una variedad de perspectivas sino también una gama de diferentes tipos de abandono [8].

En este sentido se afirma que existen dos periodos críticos en los que el riesgo de deserción es más alto. El primero se da cuando el estudiante tiene el primer contacto con la institución y en el cual se forma las primeras impresiones sobre las características de la institución. Esta etapa hace referencia al proceso de admisión y, por ejemplo, la falta de información adecuada y veraz del programa académico y de la institución al estudiante puede conducir a su deserción precoz y el segundo se presenta durante los primeros semestres del programa cuando el estudiante inicia un proceso de adaptación social y académica al tener contacto directo con el ambiente universitario. En este momento,

algunos no logran una buena adaptación o simplemente deciden retirarse por razones diferentes a aquéllas en las que la institución puede intervenir, presentándose la deserción temprana [8].

2.2 Análisis multivariante

Hair afirma, el análisis multivariante es el conjunto de métodos estadísticos cuya finalidad es analizar simultáneamente conjuntos de datos multivariantes en el sentido de que hay varias variables medidas para cada individuo u objeto estudiado [9]. Su razón de ser radica en un mejor entendimiento del fenómeno objeto de estudio obteniendo información que los métodos estadísticos univariantes y bivariantes son incapaces de conseguir [9]. El análisis multivariante es una rama de la estadística que se centra en la investigación simultánea de dos o más características (variables) medidas en un conjunto de objetos (sujetos, individuos).

2.2.1. Tipos de técnicas multivariantes

Se pueden clasificar en tres grandes grupos [10]:

- **Métodos de dependencia**
Suponen que las variables analizadas están divididas en dos grupos: las variables dependientes y las variables independientes. El objetivo de los métodos de dependencia consiste en determinar si el conjunto de variables independientes afecta al conjunto de variables dependientes y de qué forma.
- **Métodos de interdependencia**
Estos métodos no distinguen entre variables dependientes e independientes y su objetivo consiste en identificar qué variables están relacionadas, cómo lo están y por qué.
- **Métodos estructurales**
Suponen que las variables están divididas en dos grupos: el de las variables dependientes y el de las independientes. El objetivo de estos métodos es analizar, no sólo como las variables independientes afectan a las variables dependientes, sino también cómo están relacionadas las variables de los dos grupos entre sí.

2.2.2. Análisis de Clúster

Análisis de clúster es una herramienta de exploración diseñada para descubrir las agrupaciones naturales (o conglomerados) dentro de un conjunto de datos. Es muy útil cuando se desea agrupar un número pequeño de objetos [11]. Los métodos jerárquicos se subdividen en aglomerativos y disociativos. Cada una de estas categorías presenta una gran diversidad de variantes.

1. Los métodos aglomerativos, también conocidos como ascendentes, comienzan el análisis con tantos grupos como individuos haya. A partir de estas unidades iniciales se van formando grupos, de forma ascendente, hasta que al final del proceso todos los casos tratados están englobados en un mismo conglomerado [12].
2. Los métodos disociativos, también llamados descendentes, constituyen el proceso inverso al anterior. Comienzan con un conglomerado que engloba a todos los casos tratados y, a partir de este grupo inicial, a través de sucesivas divisiones, se van formando grupos cada vez más pequeños. Al final del proceso se tienen tantas agrupaciones como casos han sido tratados. Los objetos de análisis de agrupamiento jerárquico pueden ser casos o variables, dependiendo de si desea clasificar los casos o examinar las relaciones entre las variables [12].

2.2.3. Análisis de correspondencia múltiple

Como definición del análisis de correspondencias múltiple, es el método que cuantifica los datos nominales (categóricos) mediante la asignación de valores numéricos a los casos (objetos) y a las categorías, de manera que los objetos de la misma categoría estén cerca los unos de los otros y los objetos de categorías diferentes estén alejados los unos de los otros.

Cada objeto se encuentra lo más cerca posible de los puntos de categoría para las categorías que se aplican a dicho objeto. De esta manera, las categorías dividen los objetos en subgrupos homogéneos. Las variables se consideran homogéneas cuando clasifican objetos de las mismas categorías en los mismos subgrupos [13].

Este análisis se aplica a tablas de contingencias en las que por filas se tienen n individuos y por columnas s variables categóricas con p_i $i=1, \dots, s$ categorías mutuamente excluyentes y exhaustivas.

La tabla de datos tiene, por lo tanto, la forma:

$$Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_s]$$

con Z_i matriz $n \times p_i$ de forma que

$z_{ij} = 1$ si el individuo i -ésimo ha elegido la modalidad j

$z_{ij} = 0$ si el individuo i -ésimo no ha elegido la modalidad j

con $i=1, \dots, n$ y $j=1, \dots, p=p_1 + p_2 + \dots + p_s$

El Análisis de Correspondencias Múltiples se basa en realizar un Análisis de correspondencias sobre la llamada matriz de Burt: $B = Z'Z$

Dicha matriz se construye por superposición de cajas. En los bloques diagonales aparecen matrices diagonales conteniendo las frecuencias marginales de cada una de las variables analizadas. Fuera de la diagonal aparecen las tablas de fre-

cuencias cruzadas correspondientes a todas las combinaciones 2 a 2 de las variables analizadas. Se toman como dimensiones aquellas cuya contribución a la inercia supera $1/p$.

Distancias:

En este caso vienen dadas por las expresiones:

Ecuación 1. Distancia entre modalidades

$$d^2(j, j') = \sum_{i=1}^n n \left(\frac{z_{ij}}{z_{.j}} - \frac{z_{ij'}}{z_{.j'}} \right)^2$$

Ecuación 2. Distancia entre individuos

$$d^2(i, i') = \frac{1}{s} \sum_{j=1}^p \frac{n}{z_{.j}} (z_{ij} - z_{i'j})^2$$

Se verifica, en este caso particular, que:

Ecuación 3. Coordenadas baricéntricas.

$$b_{jk} = \frac{1}{z_{.j} \mu_k} \sum_{i \in p(1)} a_{ik}$$

Donde $I(j) = \{i \in \{1, \dots, n\} : z_{ij} = 1\}$, es decir, salvo un factor de dilatación, la modalidad j es el punto medio de la nube de individuos que la han elegido como respuesta.

Ecuación 4. Punto medio de la nube de individuos que han elegido una respuesta.

$$a_{ik} = \frac{1}{s \mu_k} \sum_{j \in p(1)} b_{jk}$$

Donde $p(i) = \{j \in \{1, \dots, p\} : z_{ij} = 1\}$ Es decir, salvo un factor de dilatación, el individuo i es el punto medio de la nube de modalidades que él ha elegido.

La representación obtenida es la mejor que satisface estas dos propiedades en el sentido de que el coeficiente de dilatación $1/u_k$ es el mínimo posible.

2.3.1. Reglas de interpretación

- 1) Dos individuos están próximos si han elegido globalmente las mismas modalidades.
- 2) Dos modalidades están próximas han sido elegidas globalmente por el mismo conjunto de individuos.

3) La interpretación de los factores se hace teniendo en cuenta las contribuciones totales de cada variable que vienen dadas por

Ecuación 5. Contribuciones totales de cada variable.

$$Ct_k(q) = \sum_{j \in p}^p Ct_k(j)$$

En su lugar, algunos paquetes (como, por ejemplo, SPSS) calculan

Ecuación 6. Medida de la discriminación de la variable.

$$\sum_{j=1}^{p_q} n_j b_{jk}^2 = \mu_k^2 Ct_k(q)$$

Que es la varianza de las puntuaciones de las modalidades de cada variable. A esta medida la llama medida de discriminación de la variable.

4) $d^2(j,0) = \frac{n}{z_j} - 1$ por lo que una modalidad estará más alejada del origen de coordenadas cuanto menor número de efectivos tenga.

Tabla 1. Resumen de procesamiento de los casos^a

Table 1. Summary of case processing

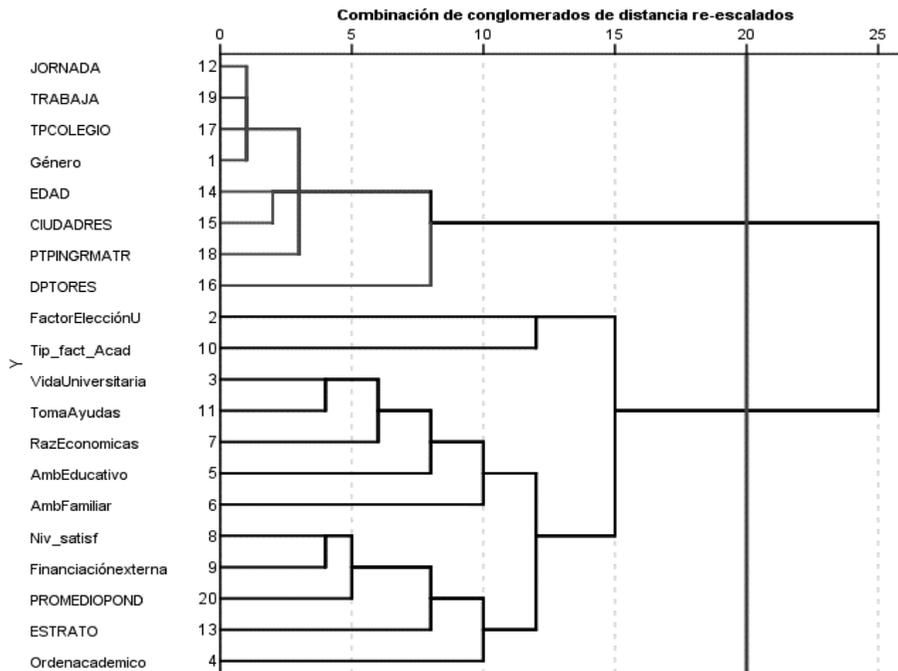
Casos					
Válidos		Perdidos		Total	
N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
268	99,3%	2	0,7%	270	100,0%

a. Distancia euclídea al cuadrado usada

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Dendrograma de variables de deserción

Figure 2. Dendrogram of dropout variables



Fuente: Elaboración propia

5) La inercia de una variable

$$I(q) = \sum_{j=1}^p I(j) = \frac{1}{s} (p_q - 1)$$

Es función creciente de su número de modalidades.

6) La inercia total vale $I = \frac{p}{s} - 1$ y no tiene ninguna significación estadística [14]^s

3. METODOLOGÍA

La investigación abarcó dos etapas: una exploratoria, a través de la cual se determina estadísticamente el estado de deserción estudiantil presente en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Caribe y la población desertora, y por otra parte descriptiva-explicativa, ya que se presenta un análisis de las variables relacionadas con el fenómeno de la deserción, a partir de instrumentos aplicados en los desertores de los años 2011 a 2013 y la población activa del programa en el periodo 2013-02, para determinar las que tienen mayor incidencia (consideradas relevantes) mediante un análisis estadístico multivariado y a su vez elaborar una propuesta de acciones a ejecutar para disminuir los casos de deserción.

4. RESULTADOS

Análisis estadístico: Métodos multivariados

Dentro del estudio de análisis que se trazó como objetivo de la deserción, se quiere buscar un método que ayuda a identificar las causales de deserción tanto para estudiantes activos y cuales fueron para los desertores reales dentro del programa de Ingeniería Industrial.

En este sentido no se escogieron todas las variables trazadas en la encuesta hecha a los estudiantes, ya que existen diferentes connotaciones que los diferencia a uno de los grupos tanto los que se encuentran por fuera del sistema como los que aún están activos. Es por ello que se escogieron las variables comunes para detectar, en el lapso de tiempo, dentro y fuera del sistema educativo, que los motivó a abandonar sus estudios y que esta influenciando a que se aumente el riesgo de que un estudiante pueda llegar a desertar en el corto y mediano plazo.

El análisis de los datos se realizó en el software estadístico SPSS 20 y se obtuvieron los siguientes resultados: Análisis de clúster: se presenta la tabla de resumen de procesamiento de los casos, en donde se aprecia que de los 270 datos ingresados o individuos analizados, 268 son válidos y 2 están perdidos debido a falta de información necesaria en la categorización de las variables tabuladas y codificadas.

Cuando se generó el primer clúster con todas las variables, se evidenció que las variables escolaridad del padre y semestre no se encontraban agrupadas razón por la cual fueron excluidas del análisis.

El dendrograma presentado en la figura 2, muestra dos grupos claramente definidos. En el primer grupo o clúster 1 (líneas oscuras) se agrupan 8 variables: Jornada en donde asisten a clase: diurna o nocturna, Trabaja o no, Tipo de colegio: público o privado, Género: femenino o masculino, Rango de edad: 15 a 19 años, 20 a 24 años y más de 25 años, Ciudades de residencia: categorizado en municipio o ciudad, Tipo de ingreso a las universidades: por primera vez, reingreso o transferencias y finalmente el Departamento

Tabla 2. Historial de iteraciones

Tabla 2. Iteration history

Número de iteraciones	Varianza explicada		Pérdida
	Total	Incremento	
17a	3,718358	,000008	11,281642

a. Se ha detenido el proceso de iteración debido a que se ha alcanzado el valor de la prueba para la convergencia.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Resumen del modelo

Tabla 3. Model summary

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada		
		Total (Autovalores)	Inercia	% Varianza explicada
1	0,810	4,100	0,273	27,3
2	0,750	3,337	0,222	22,2
Total		7,437	0,496	49,6
Media	0,783a	3,718	0,248	24,8

a. El Alfa de Cronbach Promedio está basado en los autovalores promedio.

Fuente: Elaboración propia

de residencia. De acuerdo a la naturaleza de las variables contenidas en este clúster se denominará factores personales del estudiante.

Para el segundo grupo o clúster 2 (líneas grises), se tienen 12 variables dentro de las cuales están: Factor de elección de la Universidad, Tipo de factores académicos, Vida universitaria, Toma ayudas de la institución, Razones económicas, Ambiente educativo, Ámbito familiar, Nivel de satisfacción, Financiación externa, Promedio ponderado, Estrato y Orden académico. Este conjunto de variables se pueden denominar como factores relacionados con la prestación del servicio universitario, ya que referencia asuntos académicos como el rendimiento académico; gestión de recursos financieros y demás servicios propios de la universidad.

Análisis de correspondencia múltiple Clúster 1.

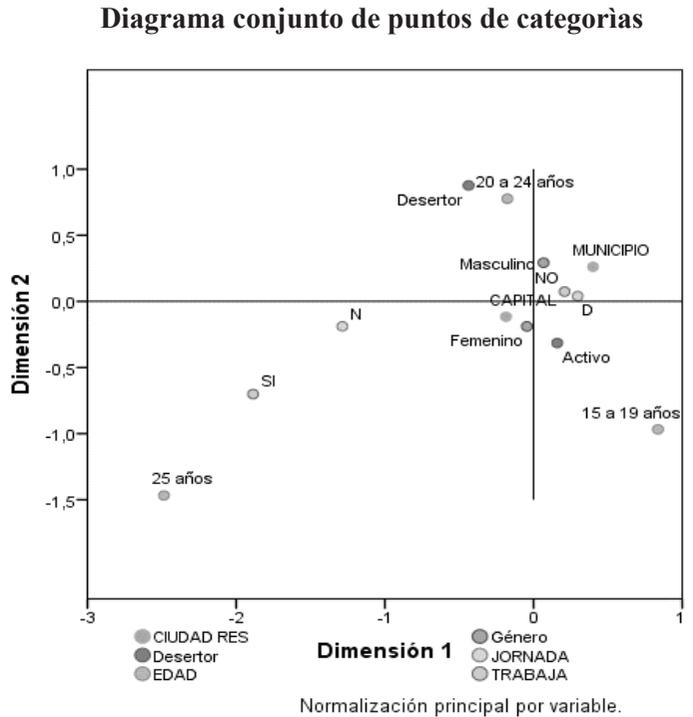
Para este análisis se emplearán como variables de análisis los dos clúster formados anteriormente. En este caso el primer análisis de correspondencia múltiple se elabora con el clúster de factores personales del estudiante y arroja las siguientes tablas de datos:

En el resumen del modelo se puede observar que la dimensión 1 explica el 27,3% de la variabilidad del modelo y la dimensión 2 el 22,2%, para un total del 49,65% de la varianza explicada.

Las dos dimensiones juntas proporcionan una interpretación en términos de distancias; al tener una alta varianza van a discriminar bien los objetos de estudio de la misma categoría que estarán más cerca uno del otro (es decir, deben tener resultados similares), y las categorías de las diferentes variables estarán cerca de si pertenecen a los mismos objetos (es decir, dos objetos que tienen calificaciones similares para una variable también debe anotar cerca uno del otro para el resto de las variables en la solución).

Figura 3. Diagrama de conjunto clúster 1.

Figura 3. Diagram set cluster 1.



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar la agrupación de las diferentes respuestas dadas por los estudiantes cerca a las categorías de la variable "desertor" identificada con los puntos más oscuros. La categoría desertor está estrechamente ligada a la variable edad en el rango de 20 a 24 años de edad, lo cual quiere decir que estudiantes desertores en su mayoría se encuentran con edades comprendidas entre este intervalo. Las otras variables guardan estrecha relación con el estatus estudiantil activo como es el caso de variables de género y ciudad o municipio de residencia; mientras que la jornada de estudio Diurna y el no trabajar favorecen la permanencia de los estudiantes en el programa, dado que tienen mayor tiempo de dedicación al estudio.

De acuerdo a la figura 4, las variables que más influyen en la dimensión 1 son la jornada, trabaja o no y la ciudad de residencia; mientras para la dimensión 2 las variables que más aportan son género y tipo de colegio. La variable edad tiene una pendiente de 45° lo cual sugiere que está haciendo aportes equitativos en las dos dimensiones.

Tabla 4. Correlaciones de las Variables transformadas

Tabla 4. Correlations of transformed variables

Dimensión: 1							
	JORNADA	TRABAJA	TP COLEGIO	Género	EDAD	CIUDAD RES	Desertor
JORNADA ^a	1,000	0,369	-0,018	-0,032	0,300	0,162	-0,064
TRABAJA ^a	0,369	1,000	-0,025	0,035	0,274	0,180	-0,007
TP COLEG ^a	-0,018	-0,025	1,000	0,109	0,094	0,206	0,043
Género	-0,032	0,035	0,109	1,000	0,042	0,048	-0,025
EDAD ^a	0,300	0,274	0,094	0,042	1,000	0,068	0,277
CIUDAD R ^a	0,162	0,180	0,206	0,048	0,068	1,000	-0,031
Desertor	-0,064	-0,007	0,043	-0,025	0,277	-0,031	1,000
Dimensión	1	2	3	4	5	6	7
Autovalores ^a	4,093	2,543	2,405	1,916	1,545	1,302	1,196

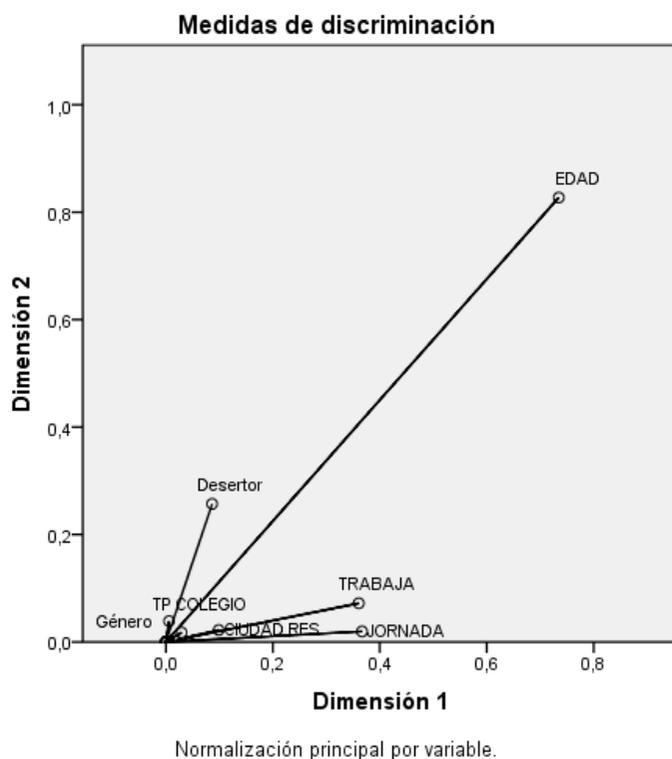
a. Se han imputado los valores perdidos con la moda de la variable cuantificada.

b. Los autovalores de la matriz de correlaciones ponderada con las ponderaciones de las variables.

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Medidas de discriminación.

Figure 4. Measures of discrimination.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Medidas de discriminación

Table 5. Measures of discrimination

	Ponderación de la variable	Dimensión		Media
		1	2	
JORNADA	2	,367	,020	,193
TRABAJA	2	,361	,072	,216
TP COLEGIO	2	,029	,018	,023
Género	2	,006	,039	,022
EDAD	3	,735	,827	,781
CIUDAD RES	2	,099	,022	,060
Desertor	2	,086	,257	,172
Total activo ^a		4,100	3,337	3,718

a. Las ponderaciones de las variables están incorporadas en los estadísticos de Total activo.

Fuente: Elaboración propia

Clúster 2

Para el análisis de correspondencia múltiple del clúster 2 referente a los factores de la prestación del servicio por parte de la universidad se muestran los resultados a continuación:

Tabla 6. Historial de iteraciones

Table 6. Iterations history

Número de iteraciones	Varianza explicada		Pérdida
	Total	Incremento	
29a	10,799990	,000008	34,200010

a. Se ha detenido el proceso de iteración debido a que se ha alcanzado el valor de la prueba para la convergencia.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de resumen del modelo se puede apreciar que con las variables del clúster 2, la varianza explicada por la dimensión 1 es del 27,2% y de la dimensión 2 es del 20,8%, para un total del 48% de variabilidad explicada por el modelo.

Tabla 7. Resumen del modelo

Table 7. Model summary

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada		
		Total (Autovalores)	Inercia	% Varianza Explicada
1	0,939	12,230	0,272	27,2
2	0,914	9,370	0,208	20,8
Total		21,600	0,480	48,0
Media	0,928 ^a	10,800	0,240	24,0

a. El Alfa de Cronbach Promedio está basado en los autovalores promedio.

Fuente: Elaboración propia

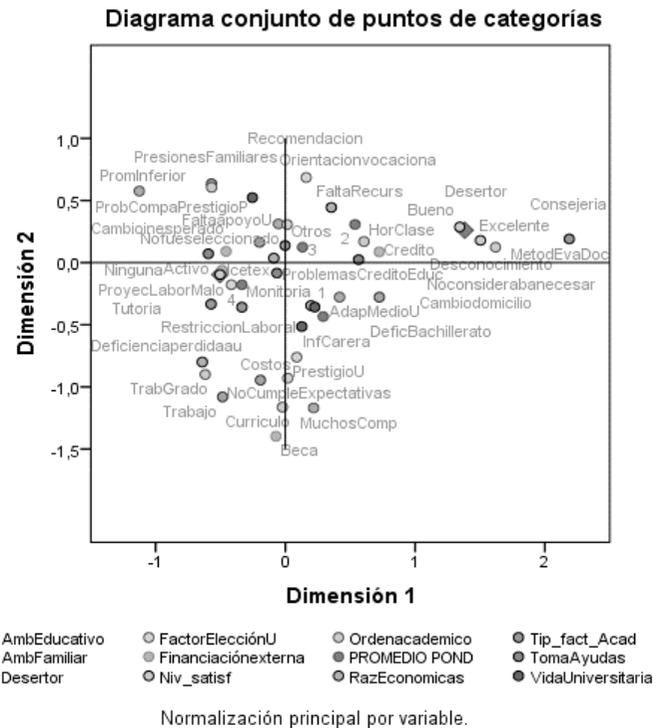
En la figura 5 se puede apreciar el agrupamiento de las variables reunidas en el clúster 2 referente a la prestación integral del servicio de educación por parte de la universidad hacia los estudiantes.

Los estudiantes desertores tienen una buena o excelente percepción a cerca del nivel de satisfacción de la Universi-

dad, han utilizado las monitorias como ayudas académicas y no están de acuerdo con la metodología y evaluación del docente.

Figura 5. Diagrama de conjunto clúster 2

Figure 5. Diagram set cluster 1



Fuente: Elaboración propia

Los estudiantes activos usan crédito estudiantil con ICETEX o costean sus estudios con recursos familiares, escogieron estudiar en la Universidad el programa de Ingeniería Industrial por la proyección laboral, asisten a tutorías y consejerías que brindan en la institución, no toman ayudas brindadas por la universidad ya sea por no haber sido seleccionado o desconocimiento de las mismas, dejarían de estudiar por problemas con el crédito, cambios inesperados en sus vidas, tienen en mal concepto a la universidad.

Finalmente dentro de las variables que más influyen en la dimensión 1 se encuentran los niveles de satisfacción de los estudiantes, seguidos de los factores académicos, financiación externa y la toma de ayudas. Mientras tanto, para la dimensión 2, las variables con mayor peso son factor de elección de la universidad, la vida universitaria, el ambiente educativo y las razones económicas. El orden familiar y ambiente familiar mantienen un equilibrio entre las dos dimensiones.

Tabla 8. Correlaciones de las Variables transformadas

Table 8. Correlations of transformed variables

Dimensión:1

	Vida Universitaria	Toma Ayudas	Raz Economicas	Amb Educativo	Amb Familiar	Niv_satisf	Financiación-externa	Tip_fact_Acad	Orden academico	Factor ElecciónU	Desertor
VidaUniversitaria	1,0	,119	-,11	,041	,090	,111	,171	,025	,272	,000	,107
TomaAyudas	,119	1,0	,107	-,00	,142	,368	,214	,154	,332	,098	,367
RazEconomicas	-,119	,107	1,0	,090	,030	,335	,115	,137	,074	,170	,339
AmbEducativo	,041	-,00	,090	1,0	,181	,170	,097	,080	,177	,048	,171
AmbFamiliar	,090	,142	,030	,181	1,0	,268	,202	,214	,267	,053	,269
Niv_satisf	,111	,368	,335	,170	,268	1,0	,411	,473	,472	,054	,999
Financiaciónexter	,171	,214	,115	,097	,202	,411	1,0	,224	,281	,136	,411
Tip_fact_Acad	,025	,154	,137	,080	,214	,473	,224	1,0	,158	,035	,469
Ordenacademico	,272	,332	,074	,177	,267	,472	,281	,158	1,0	,013	,471
FactorElecciónU	,000	,098	,170	,048	,053	,054	,136	,035	,013	1,0	,055
Desertor	,107	,367	,339	,171	,269	,999	,411	,469	,471	,055	1,0
Dimensión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Autovalores ^a	12,17	5,42	5,01	4,61	4,141	3,441	2,95	2,40	2,18	1,64	,002

a. Los autovalores de la matriz de correlaciones ponderada con las ponderaciones de las variables.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Medidas de discriminación

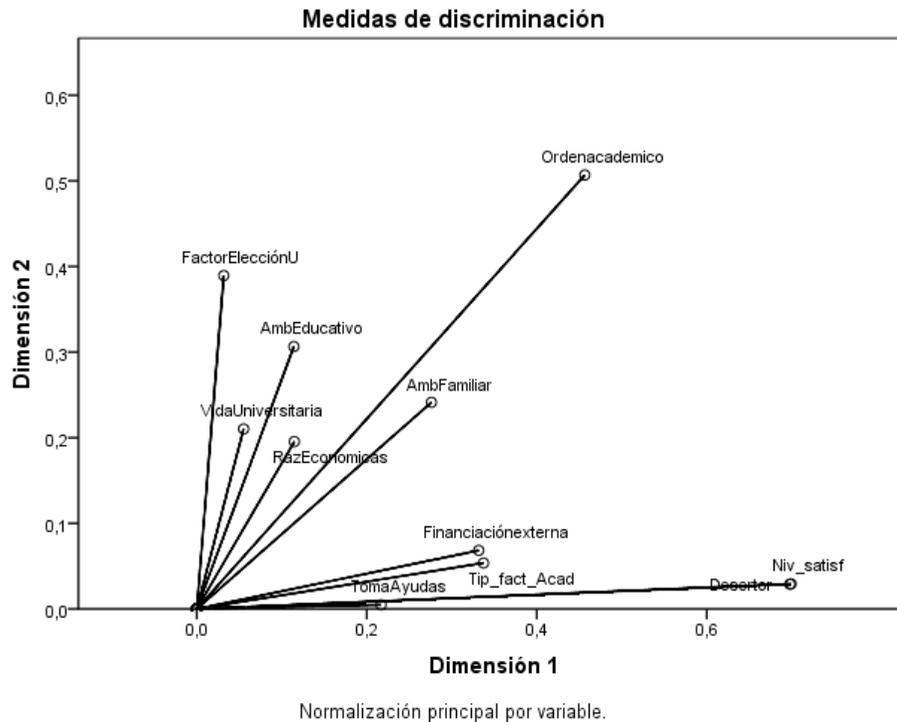
Table 9. Measures of discrimination

	Ponderación de la variable	Dimensión		Media
		1	2	
VidaUniversitaria	3	,055	,210	,133
TomaAyudas	3	,217	,005	,111
RazEconomicas	4	,115	,195	,155
AmbEducativo	5	,114	,306	,210
AmbFamiliar	5	,276	,241	,259
Niv_satisf	3	,699	,029	,364
Financiaciónexterna	4	,332	,068	,200
Tip_fact_Acad	5	,337	,054	,195
Ordenacademico	5	,457	,507	,482
FactorElecciónU	5	,032	,389	,211
Desertor	2	,698	,029	,363
Total activo ^a		12,173	9,334	10,753
% de la varianza		27,665	21,214	24,439

a. Las ponderaciones de las variables están incorporadas en los estadísticos de Total activo.

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Medidas de discriminación.
Figure 6. Measures of discrimination



Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio presenta como resultado dos grupos o clústeres claramente definidos, el primero agrupa 8 variables (jornada, tipo de colegio, género, rango de edad, ciudad de residencia, tipo de ingreso, departamento de residencia); estos factores fueron asociados con factores personales del estudiante. Lo anterior indica que están fuertemente ligados entre sí. El segundo grupo está compuesto de 12 variables: factor de elección de la universidad, factores académicos, vida universitaria, ayudas de la institución, factores económicos, ambiente educativo, ambiente familiar, financiación, promedio ponderado, orden académico, entre otros. Estos factores fueron asociados con el servicio educativo.

El análisis del primer clúster arrojó una alta varianza, lo que refleja que discrimina bien los objetos de estudio de la misma categoría que estarán más cerca uno del otro (es decir, deben tener resultados similares), y las categorías de las diferentes variables estarán cerca de si pertenecen a los mismos objetos (es decir, dos objetos que tienen calificaciones similares para una variable también debe anotar cerca uno del otro para el resto de las variables en la solución).

La categoría desertor está estrechamente ligada a la variable edad en el rango de 20 a 24 años de edad, lo cual quiere decir que estudiantes desertores en su mayoría se encuentran con edades comprendidas entre este intervalo. Las otras variables guardan estrecha relación con el estatus estudiantil activo como es el caso de variables de género y ciudad o municipio de residencia; mientras que la jornada de estudio Diurna y el no trabajar favorecen la permanencia de los estudiantes en el programa. Las otras variables que más influyen en la dimensión 1 son la jornada, trabaja o no y la ciudad de residencia, mientras para la dimensión 2 las variables que más aportan son género y tipo de colegio.

Para el análisis de correspondencia múltiple del clúster 2 los resultados muestran que los estudiantes desertores tienen una buena o excelente percepción a cerca del nivel de satisfacción de la Universidad, han utilizado las monitorias como ayudas académicas y no están de acuerdo con la metodología y evaluación del docente.

Los estudiantes activos usan crédito estudiantil o costean sus estudios con recursos familiares, escogieron estudiar en la Universidad el programa de Ingeniería Industrial por la proyección laboral, no toman ayudas brindadas por

la universidad ya sea por no haber sido seleccionado o desconocimiento de las mismas, dejarían de estudiar por problemas con el crédito, cambios inesperados en sus vidas, tienen en mal concepto a la universidad.

Entre las variables que más influyen en la dimensión 1 se encuentran los niveles de satisfacción de los estudiantes, seguido de los factores académicos, financiación externa y la toma de ayudas. Mientras tanto, para la dimensión 2, las variables con mayor peso son factor de elección de la universidad, la vida universitaria, el ambiente educativo y las razones económicas.

Otra estrategia que se propone para implementar es fortalecer los mecanismos mediante la fusión de las ayudas académicas y consejería, por medio de un plan padrino. Esto se implementaría a los estudiantes de primeros semestres, reuniendo a estudiantes que tengan excelente nivel académico y vocación hacia a la pedagogía de semestres avanzados que estén empoderados con el programa y la institución, para ayudar y aconsejar a los estudiantes que comienzan su carrera en el programa de ingeniería industrial para hacerles seguimiento académico durante los primeros semestres. Ayudándolos con temas que se les dificulte y aconsejarlos frente a los retos que le depara la vida y la universidad. Sabemos que entre jóvenes existe una mejor comunicación y más allá de tener un líder que los apoye, motiva al estudiante nuevo a seguir la senda de excelencia y acompañamiento por parte de los padrinos.

Una estrategia que ha dado excelentes resultados son los estímulos académicos por rendimiento académico como becas, posibilidad de ser monitor o asistente en una materia. Ventajas: los estudiantes refuerzan sus conocimientos y los compañeros sienten más confianza cuando un estudiante es el monitor para realizar las preguntas o solucionar sus inquietudes.

REFERENCIAS

[1] MEN, Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Elementos para su diagnóstico y tratamiento, Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, 2009.

[2] V. Tinto, Definir la deserción: una cuestión de perspectiva., *Revista de Educación Superior*, pp. 33-51, 1988.

[3] E. Castaño, S. Gallón, K. Gómez y J. Vásquez, Deserción estudiantil universitaria: una aplicación de modelos de duración., *Lecturas de economía*, pp. 39-65, 2004.

[4] Y. Sánchez, Caracterización de los estudiantes de pregrado de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia de las cohortes 2005-I a 2009-II. Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia, 2010.

[5] A. Salcedo, Deserción Universitaria en Colombia, *Revista Académica y Virtualidad*, vol. 3, n° 1, p. 51, 2010.

[6] W. Fontalvo, R. Paniagua, J. Ortiz y J. Torres, Caracterización comparativa de los factores determinantes de la deserción estudiantil en el ciclo básico de la Facultad de Ingenierías. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Caribe, 2012.

[7] E. Caicedo, K. Hidrobo y J. Santander, Diseño de un plan de alternativas a partir de un análisis de factores de deserción estudiantil para promover la permanencia y graduación de los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Caribe. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Caribe, 2011.

[8] V. Tinto, Stages of Student Departure: Reflections on the Longitudinal Character of Student Leaving, *Journal of Higher Education*, p. 438, 1988.

[9] J. Hair, R. Anderson, R. Tatham y W. Black, *Análisis Multivariante*. 5ª Edición, Madrid: Prentice Hall, 1999.

[10] M. Martínez, *El Análisis Multivariante en la Investigación Científica*, Madrid: Editorial La Muralla, 2008.

[11] S. De la Fuente, *Análisis conglomerados*, 2011. [En línea]. Available: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/SEGMENTACION/CONGLOMERADOS/conglomerados.pdf>. [Último acceso: 16 Abril 2013].

[12] M. Gallardo, *Métodos jerárquicos análisis de clúster*, 2011. [En línea]. Available: www.ugr.es/~gallardo/pdf/cluster-3.pdf. [Último acceso: 20 Abril 2013].

[13] S. De la Fuente, *Análisis correspondencias simples y múltiples*, 2011. [En línea]. Available: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/REDUCIR-DIMENSION/CORRESPONDENCIAS/correspondencias.pdf>. [Último acceso: 18 Abril 2013].

[14] S. Figueras, *Introducción al Análisis Multivariante*, 2000. [En línea]. Available: <http://www.5campus.com/leccion/anamu>. [Último acceso: 28 octubre 2012].

[15] DANE, *Estadísticas de educación superior*, Bogotá: DANE, 2000.

[16] D. Kember, A Longitudinal-process Model of Dropout From Distance Education, *Journal of Higher Education*, vol. 60, n° 3, pp. 278-301, 1989.