

## INDICADORES SINTETICOS DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL

PARTE I: APLICACION DEL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

PARTE II: APLICACION DEL ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS MULTIPLES

Pilar González Martínez  
Facultad de Ciencias  
Universidad de los Andes

**RESUMEN.** La problemática del bajo rendimiento estudiantil en Venezuela afecta considerablemente la vida académica de nuestras máximas casas de estudio. La medida del rendimiento es limitada si éste es definido como una tasa de promoción, repitencia o deserción, ya que sólo se tiene en cuenta el éxito o fracaso prescindiendo del grado en que se consiga el aprendizaje y el ritmo en los estudios. Cuando el rendimiento se define en términos de notas también se tiene una medida insuficiente. En el **rendimiento, concepto no directamente medible**, influye una gran cantidad de variables. Así, el problema debe ser abordado en su totalidad para obtener aquellos rasgos subyacentes que son las causas de las variables medidas. Los **indicadores sintéticos** surgen como una medida de estos rasgos latentes y constituyen un informe científico en el análisis de los constructos o variables latentes. Unas técnicas adecuadas para sacar a flote tales indicadores sintéticos son: el Análisis de Componentes Principales (ACP) y el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM). Estas técnicas, siguiendo el enfoque francés, permiten dilucidar el problema desde dos perspectivas: el espacio de las variables y el espacio de los individuos, además, los resultados pueden ser representados simultáneamente en un mismo gráfico. Para la aplicación de las dos técnicas estadísticas, a un conjunto de alumnos graduados, participaron cinco aspectos medibles del rendimiento. Ambos análisis multivariantes sacaron a relucir tres indicadores que redujeron considerablemente la matriz de datos. Estos fueron los tres indicadores sintéticos escogidos para medir el rendimiento académico.

## INTRODUCCION

Entre los problemas internos que están viviendo las universidades del país se encuentra el **bajo rendimiento académico**. En el análisis de éste tiene gran importancia la medida de la variable **rendimiento estudiantil**. La primera etapa en el análisis de este problema es buscar indicadores que permitan medir efectivamente el rendimiento. Después se deben investigar las causas que hacen que el rendimiento sea tan bajo y, con base en este conocimiento, implementar políticas tendientes a mejorarlo.

En la investigación de las ciencias sociales es relativamente frecuente que aparezcan conceptos no medibles en forma directa como inteligencia, habilidad verbal, motivación, etc. A estos se les denomina **constructos o variables latentes**. No es posible tener una medida directa del **constructo**, pero si se puede medir las distintas manifestaciones del mismo.

El problema concreto de esta investigación es el rendimiento estudiantil, y éste es uno de esos conceptos no directamente medibles. La cuantificación del rendimiento, cuando éste se define a través de notas, tasa de promoción, repitencia o deserción, es muy limitada ya que con cada uno de ellos tan sólo se toma en cuenta el éxito o el fracaso, prescindiendo del grado en que se consigue el aprendizaje y el ritmo en los estudios. Los **indicadores sintéticos** surgen como una medida de esos rasgos latentes que son la causa de las variables medidas y constituyen un enfoque científico en el análisis de los **constructos**.

Las variables que miden los distintos aspectos del rendimiento tienden a covariar. Esto sugiere que ellas expresan la misma característica, pero de diferente forma y que sólo hay un pequeño número de rasgos centrales. En muchos estudios el interés se centra en la obtención de esos rasgos latentes, extrayendo variables no observables, a partir de variables medibles. A estas variables no observables e independientes entre sí, se les denomina **indicadores sintéticos**.

En este trabajo se describen dos aplicaciones del análisis multivariante para la obtención de esos indicadores: El Análisis de Componentes Principales (ACP) y el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM). El conocimiento de estos dos ejemplos puede ser de utilidad al investigador en este campo ya que ellos se convierten en dos posibles opciones en la elección de la técnica estadística adecuada a las características de los datos.

### PARTE I: APLICACION DEL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Cuando las variables son continuas, una técnica estadística adecuada para obtener indicadores sintéticos es la del Análisis de Componentes Principales (ACP). Este análisis se puede realizar en el espacio  $R^n$  de las variables, y en forma dual, en el espacio  $R^n$  de los individuos. Los resultados de ambos análisis se pueden representar en un mismo gráfico ofreciendo así una valiosa ayuda a la interpretación de los indicadores.

En la interpretación de los gráficos del ACP conviene tener en cuenta lo siguiente:

- i) Las proximidades entre individuos se interpretan como similitud de comportamiento de estos respecto a las variables.
- ii) Las proximidades entre variables indican el grado de correlación que existe entre ellas. Cuando la correlación es

igual a uno, los puntos coinciden.

- iii) Para interpretar los ejes se tienen en cuenta las variables que tienen mayor contribución en la formación de cada uno. La contribución de cada variable en la construcción de un eje viene dada por la abscisa de ese punto variable sobre el eje.

En la práctica es frecuente que se disponga de información adicional que amplía la matriz de datos originales. Se pueden tener otras medidas de los individuos de la muestra, o también nuevos individuos para los que se conocen las variables analizadas. A estos datos adicionales se les denomina **suplementarios o ilustrativos**. A ellos se les hace la misma transformación que a la matriz original y se calculan las coordenadas de todos esos puntos sobre los ejes de los nuevos espacios.

Aplicando esta técnica estadística se han obtenido indicadores sintéticos del rendimiento estudiantil en la Universidad de Los Andes. Se trabajó con 270 alumnos graduados en distintas carreras. Las variables medidas en esta muestra se especifican en la Tabla 1. Se han medido distintos aspectos del rendimiento estudiantil. Las variables 2 y 4 indican la calificación institucional del rendimiento. La variable 5, el tiempo que emplea en conseguir la meta. Las variables 1 y 3 indican el ritmo que lleva en sus estudios y detectan las dificultades encontradas ya que influyen sobre ellas las repitencias y las deserciones. Las repitencias también pesan sobre los promedios de notas, ya que se han promediado todas las notas obtenidas por el alumno, incluyendo las no aprobadas.

TABLA 1  
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL  
RENDIMIENTO ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO  
Relación de las variables

Nº	VARIABLES	CÓDIGO
1	INDICE MATERIAS APROBADAS, PRIMEROS SEMESTRES	MPS
2	PROMEDIO DE NOTAS, PRIMEROS SEMESTRES	PNP
3	INDICE MATERIAS APROBADAS, ÚLTIMOS SEMESTRES	MUS
4	PROMEDIO DE NOTAS, ÚLTIMOS SEMESTRES	PNU
5	INDICE DURACIÓN DE LA CARRERA	DUC

Con la finalidad de facilitar la interpretación de los ejes, se añadieron seis individuos. Se asignaron valores hipotéticos a las variables de estos individuos de modo que en cada uno de ellos apareciera muy acentuado un rasgo del rendimiento. En la Tabla 2 se describen cada uno de estos individuos.

En la Tabla 3 aparecen los resultados de este análisis. Los gráficos 1 y 2 son las proyecciones de las variables sobre los planos formados por los ejes 1 y 2 y por los ejes 3 y 4, respectivamente. A continuación se analiza cada uno de los ejes.

El **primer eje** explica el 78% de la varianza total. Las cinco variables bajo estudio contribuyen fuertemente, y en la misma dirección, de este primer eje. Esto se observa al analizar los valores de las coordenadas de las variables sobre el eje principal. Por lo tanto, puede decirse que este factor es un buen indicador del **rendimiento en general**. Separa los individuos, polarizando hacia la izquierda los de rendimiento alto y hacia la derecha los de rendimiento bajo.

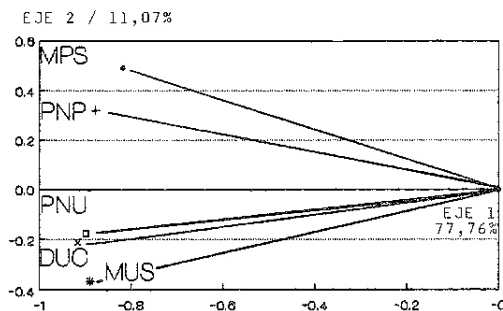
**TABLA 2**  
**ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL**  
**RENDIMIENTO ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO**  
**Descripción de los individuos suplementarios**

DESCRIPCION	V A R I A B L E S					CÓDIGO
	MPS	PNP	MUS	PNU	DUC	
PROMEDIO MALO-RITMO LENTO	0	7	47	8	44	ML
PROMEDIO MALO-RITMO RÁPIDO	100	8	100	8	100	MR
PROMEDIO BUENO-RITMO LENTO	50	15	50	15	50	BL
PROMEDIO BUENO-RITMO RÁPIDO	100	18	100	17	114	BR
PRIMEROS SEMESTRES BIEN - ÚTIMOS MAL	100	16	50	8	65	PB
ÚLTIMOS SEMESTRES BIEN - PRIMEROS MAL	50	8	100	16	65	UB

**TABLA 3**  
**ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL**  
**RENDIMIENTO ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO**  
**Valores propios y coordenadas de las**  
**variables en los tres primeros factores**

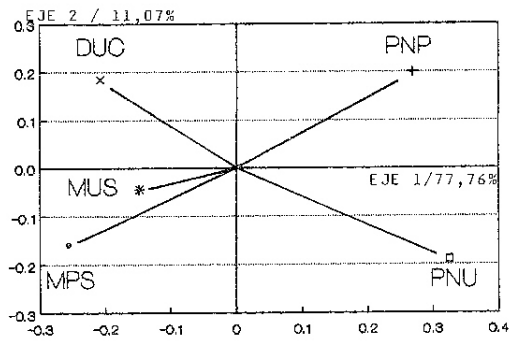
FACT	VALOR PROPIO	% DE VARIANZA EXPLICADA	% ACUMULADO	C O O R D E N A D A S				
				MPS	PNP	MUS	PNU	DUC
F1	3,89	77,76	77,76	-0,817	-0,879	-0,890	-0,90	-0,918
F2	0,55	11,07	88,83	0,490	0,320	-0,366	-0,178	-0,213
F3	0,31	6,15	94,98	-0,257	0,269	-0,148	0,325	-0,209

**GRAFICO 1** ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO. Muestra total, representación de las variables en el plano formado por los ejes 1 y 2.



Nota: Véase la Tabla 1 para referencias acerca de MPS, PNP, MUS, PNU y DUC.

**GRAFICO 2** ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO. Muestra total, representación de las variables en el plano formado por los ejes 3 y 4.



El **segundo eje** explica el 11% de la varianza total. Analizando los valores de las coordenadas y el gráfico se nota que se separan, hacia la parte positiva, las variables que hacen referencia a los primeros semestres y, hacia el extremo negativo, las variables correspondientes a los últimos semestres. Por lo tanto, polariza los individuos de la siguiente forma: hacia el extremo positivo los que tienen buen rendimiento en los primeros semestres de la carrera y no tan bueno en los siguientes; y hacia el extremo negativo los que tienen rendimiento bajo en los primeros semestres y altos en los últimos. Este factor indica la **falta de consistencia en el rendimiento**.

El **tercer eje** explica el 6% de la varianza total. El eje separa las variables que están relacionadas con el ritmo que lleva el alumno en sus estudios (MPS, MUS y DUC) de las que hacen referencia a los promedios de notas (PNP y PNU). Dispersa, hacia el extremo positivo, los individuos que tienen promedios altos y que van con lentitud, y hacia el negativo, los alumnos que tienen promedio bajo y ritmo rápido.

Con los tres primeros ejes se explica el 95% de la varianza total. En este ejemplo de aplicación sólo se consideran los tres primeros factores como los indicadores del **rendimiento universitario**.

Todo lo dicho anteriormente se visualiza mejor en los gráficos 3 y 4, en donde están representados, simultáneamente, las variables e individuos en los planos formados por los ejes 1 y 2 y por los ejes 3 y 4, respectivamente. Los individuos vienen representados por el código correspondiente a la variable CARRERA. A los alumnos de Humanidades se les asignó el código 1, a los de Ingeniería el 2, a los de Medicina el 3 y a los de otras carreras de Ciencias de la Salud 4.

En el Gráfico 3a (correspondiente a los ejes 1 y 2) se observa una mayor densidad de puntos "1" hacia la izquierda o sea, a la zona cercana a las cinco variables. Con esto se comprueba que los estudiantes de las carreras de Humanidades tienen valores altos en las variables que miden el rendimiento.

Los individuos suplementarios, cuyas coordenadas en los tres primeros ejes se especifican en la Tabla 4, aparecen en el gráfico 3a y 3b enmarcados en un semicírculo. Algunos de estos individuos aparecen en la línea marginal de los gráficos porque quedan fuera del campo representado.

TABLA 4  
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL  
RENDIMIENTO ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO  
Coordenadas de los individuos suplementarios  
en los tres primeros factores

INDIVIDUOS SUPLEMENTARIOS	CODIGO	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3
Promedio malo-ritmo lento	ML	2,238	-0,171	0,483
Promedio malo-ritmo rápido	MR	-0,039	-0,144	-1,250
Promedio bueno-ritmo lento	BL	0,315	0,600	1,685
Promedio bueno-ritmo rápido	BR	-2,026	0,071	0,781
Primeros sem. bien-último mal	PB	0,421	1,559	0,253
Últimos sem. bien-primeros mal	UB	-0,094	-0,927	0,605

**VARIABLES:**

Indice materias aprobadas primeros semestres MPS  
Promedio de notas primeros semestres PNP  
Promedio de notas últimos semestres PNU  
Indice duración de la carrera DUC

**INDIVIDUOS:**

Estudiantes de Humanidades 1  
Estudiantes de Ingeniería 2  
Estudiantes de Medicina 3  
Otras carr. C. de la Salud 4

**INDIVIDUOS SUPLEMENTARIOS**

Promedio malo-ritmo lento ML  
Promedio malo-ritmo rápido MR  
Promedio bueno-ritmo lento BL  
Promedio bueno-ritmo rápido BR  
Primeros semestres mal-últimos bien PB  
Últimos semestres bien-primeros mal UB

GRAFICO 3 ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO / Muestra total/ Representa-

ción simultánea de individuos y variables en el plano de los ejes 1 y 2 y en el plano de los ejes 3 y 4

La ubicación de los individuos suplementarios respecto a los tres ejes corrobora lo que se ha explicado acerca de la localización de las variables.

El **primer eje** polariza a los individuos suplementarios ML y BR. El individuo con valores bajos para todas las variables está en el extremo positivo y el individuo con valores altos en todas las variables está en el extremo negativo. El resto de individuos suplementarios, con valores altos para unas variables y bajos para otras, quedan en posiciones intermedias.

El **segundo eje** dispersa a los individuos PB y UB. En este eje se ubican hacia los extremos los que tienen distinto rendimiento en el ciclo profesional o en el básico. Los individuos que siempre tienen un rendimiento alto o bajo, quedan cerca del centro. Por lo tanto, el segundo factor está asociado a la **inconsistencia del rendimiento**.

El **tercer eje** polariza hacia el extremo positivo, al individuo que tiene promedio alto pero tarda más tiempo en graduarse (BL), y hacia el extremo negativo, al que tiene ritmo más rápido pero con promedio de notas bajo (MR). Este tercer factor indica en que sentido está orientada la **motivación** del alumno: tener buenas notas o terminar rápido.

Se han obtenido tres **variables latentes** que son indicadores válidos para medir el **rendimiento estudiantil**. Estas variables que manifiestan rasgos subyacentes pueden ser utilizadas en otros análisis y así poder detectar las influencias sobre estos rasgos latentes. A continuación se ofrece un resumen de los **indicadores sintéticos** hallados en esta investigación para así facilitar estudios posteriores de la misma naturaleza.

1. **RENDIMIENTO GENERAL UNIVERSITARIO:** Son las coordenadas de los individuos sobre el primer factor. Los cinco aspectos del rendimiento, tomados en cuenta en el trabajo, contribuyen por igual en su formación. Como en todos los gráficos aparecen los valores altos del rendimiento en la parte negativa del primer eje y los bajos en la positiva, se le ha cambiado el signo para así conseguir que haya correspondencia entre las coordenadas y los valores del rendimiento.
2. **CONSISTENCIA-INCONSISTENCIA EN EL RENDIMIENTO:** Esta variable latente se ha obtenido tomando el valor absoluto de las coordenadas de los individuos sobre el segundo factor. Cuanto mayor es el valor de esta variable, mayor es la inconsistencia en el rendimiento del estudiante.
3. **MOTIVACIÓN EN LA CARRERA (RAPIDEZ Vs. PROMEDIO):** Esta variable está formada por las coordenadas de los individuos sobre el tercer factor del Análisis de Componentes Principales. Cuanto mayor es el valor de esta variable hay una mayor motivación del estudiante a alcanzar promedios de notas altas con ritmo lento. En cambio, a medida que esta variable tiene un valor menor, la motivación se orienta hacia terminar los estudios rápidamente, a pesar de que las notas no sean tan altas.

## PARTE II: APLICACION DEL ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS MULTIPLES (ACM)

Cuando las variables son discretas (nominales u ordinales) se puede utilizar el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) para construir indicadores sintéticos. Esta técnica, al igual que la del ACP, es eminentemente descriptiva; visualiza lo esencial de la información y reduce la dimensionalidad de la matriz de datos, con el fin de eliminar la redundancia y manifestar las relaciones existentes entre las variables.

El ACM no exige ningún supuesto sobre la distribución de las variables y facilita un análisis simultáneo de todas ellas. Permite elegir un grupo de variables, denominadas activas, para construir los factores de un subespacio que dispersa a los individuos según ciertas características. Después, en este subespacio, se proyectan las otras variables que se llaman suplementarias o ilustrativas. La selección de las variables activas se hace de acuerdo a los objetivos del estudio que se va a realizar.

El ACM se realiza en los espacios de los individuos y de las variables. Esto se explica brevemente.

Se designa por  $X$  la matriz de datos, con  $n$  filas que corresponden a los individuos y  $p$  columnas que representan las variables,

$$(1) \quad X = (x_{ij}) \quad (i=1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, p).$$

Es posible hacer corresponder a cada individuo  $i$ , un punto en el espacio  $p$ -dimensional de las variables. Es decir, cada individuo  $i$  está caracterizado por el vector:

$$(2) \quad X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}),$$

los componentes de este vector son las coordenadas del punto en el espacio formado al tomar como ejes las  $p$  variables. Este conjunto de puntos forman una nube que es la representación de los individuos en el espacio  $R^p$ .

De forma dual, es posible representar la matriz de datos  $X$ , en el espacio  $n$ -dimensional de los individuos. A cada variable le corresponde el vector:

$$X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}), \quad (3)$$

y por consiguiente, un punto en el espacio  $R^n$ . El conjunto de puntos variables forman una nube que es la representación de las variables  $R^n$ .

El análisis de correspondencias múltiples se realiza en los espacios  $R^p$  y  $R^n$ . El criterio que se sigue para ajustar la nube de puntos a los ejes es el de los mínimos cuadrados.

Los resultados finales de este análisis son:

- i) Los ejes de un subespacio reducido (que son los factores construidos a partir de las variables activas)
- ii) Las coordenadas de los puntos-variables sobre los nuevos ejes, tanto para las variables activas como para las suplementarias.
- iii) Las contribuciones absolutas de las variables a los distintos ejes. Las cuales indican en que propor-



- ción contribuye cada variable en la formación de un determinado eje.
- iv) El programa computacional también proporciona valores "t" para contrastar las hipótesis de si las distintas opciones de respuesta de las variables suplementarias influyen significativamente en los ejes

obtenidos a partir de las variables activas.

Como ejemplo de aplicación de la técnica de correspondencias múltiples en la construcción de indicadores del rendimiento estudiantil se ha tomado una muestra de 270 alumnos graduados en distintas carreras en la Universidad de Los Andes. Las variables medidas en esta muestra están especificadas en la Tabla 5.

TABLA 5  
RESUMEN DE LAS VARIABLES INCLUIDAS EN EL ESTUDIO

VARIABLE	DESCRIPCION
1 CARRERA	Humanidades(1), Ingeniería (2), Medicina (3), otras carreras de Ciencias de la Salud(4)
2 SEXO	Masculino (1), Femenino (2).
3 EDAD	Media en los años cronológicos al iniciar los estudios universitarios
4 INGRESO FAMILIAR	Ingreso mensual del grupo familiar. Cinco clases: IG1, IG2, IG3, IG4 e IG5.
5 INSTRUCCION DEL PADRE	Ninguna (1), Primaria (2), Media (3), Superior (4).
6 INSTRUCCION DE LA MADRE	Ninguna (1), Primaria (2), Media (3) y Superior (4)
7 OCUPACION DEL JEFE DE FAMILIA	No identificada (1), Artesano (2), Comerciante (3), Agricultor (4) y Profesional (5).
8 BECA	No tiene beca (1) y Sí tiene beca (2).
9 TIPO DE LICEO	Oficial (1) y Privado (2).
10 TIEMPO PARA INGRESAR A LA UNIVERSIDAD	Años transcurridos desde la conclusión del bachillerato hasta el ingreso a la universidad. Uno (1), Dos (2) y Tres (3) ó más (3).
11 PROMEDIO DE CASTELLANO	Promedio de notas de Castellano en bachillerato. Ciclo diversificado
12 PROMEDIO EN MATEMÁTICAS	Promedio de notas de Matemáticas en bachillerato. Ciclo diversificado.
13 PROMEDIO EN LA ESPECIALIDAD	Promedio de notas en las materias relacionadas con la ocupación elegida en el ciclo diversificado.
14 MOTIVACIONES SOCIOECONOMICAS	No (1) y Sí (2).
15 MOTIVACION INTERES PERSONAL	No (1) y Sí (2).
16 INDICE DE MATERIAS APROBADAS PRIMEROS SEMESTRES	Porcentaje de las materias aprobadas respecto de las cursadas en los dos primeros semestres.

17	PROMEDIO DE NOTAS PRIMEROS SEMESTRES	Promedio de notas en los dos primeros semestres de la universidad.
18	INDICE DE MATERIAS APROBADAS ULTIMOS SEMESTRES	Porcentaje de materias aprobadas respecto a las cursadas del tercer semestre en adelante.
19	PROMEDIO DE NOTAS ULTIMOS SEMESTRES	Promedio de notas de las materias del tercer semestre en adelante.
20	INDICE DE DURACION DE LA CARRERA	Relación del número de semestres de la carrera y de los semestres que tarda, multiplicado por 100.

Para realizar el ACM ha sido necesario transformar las variables continuas en discretas, dividiéndolas en intervalos. Así se ha hecho posible utilizar todas las variables en el ACM que sólo es aplicable cuando las variables son nominales u ordinales.

Como el propósito de este trabajo es construir los indicadores del rendimiento estudiantil, se eligieron, como variables activas, aquellas que miden distintos aspectos del rendimiento universitario. Son éstas las cinco últimas de la Tabla 5. Las variables 17 y 19 indican la calificación institucional del rendimiento. La variable 20, el tiempo que emplea en conseguir la meta. Las variables 16 y 18 miden el ritmo con que realiza sus estudios y detectan las dificultades encontradas porque influyen sobre ellas las repitencias y deserciones. Las repitencias también pesan sobre los promedios de notas, ya que se han promediado todas las notas obtenidas por el alumno, incluyendo las no aprobadas. El resto de variables quedan como suplementarias.

#### RESULTADOS DEL ACM

Los resultados de este análisis se ofrecen en las tablas 6 y 7.

El **primer eje** explica el 26% de la varianza total. Es conveniente analizar el valor de este porcentaje comparándolo con el máximo valor posible, que para este caso concreto es de 33%. Por lo tanto, el poder explicativo del primer eje no es tan pequeño como podría parecer en una primera apreciación.

Los valores de las contribuciones absolutas acumuladas para las cinco variables, son muy cercanos. Las modalidades correspondientes a valores altos son las que tienen mayor peso (véase la Tabla 7).

El **segundo eje** explica el 16% de la varianza total. También tiene, como característica principal, que las cinco variables contribuyen de manera muy parecida. El peso es mayor en las modalidades intermedias (véase la Tabla 7).

Al hacer un análisis conjunto de las coordenadas de las cinco variables en los primeros ejes, se detecta que estos ejes dispersan a los individuos según su rendimiento. El primer eje separa los valores altos de rendimiento, de los valores intermedios. Esto se visualiza en el gráfico del plano formado por los dos primeros ejes (véase el Gráfico 4).

TABLA 6  
ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS MULTIPLES DEL RENDIMIENTO  
ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO / VALORES PROPIOS Y PORCENTAJE  
DE VARIANZA EXPLICADA POR LOS EJES

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Valores propios	0,78	0,48	0,30	0,22
% varianza explicada	25,93	16,10	9,87	7,49
Suma de los valores propios	3,00			
:				
Máximo valor de varianza que puede explicar un eje	33%			
:				

Puede decirse que **los dos primeros ejes son indicadores del rendimiento en general**, ya que los aspectos medios contribuyen por igual. En el Gráfico 4 se observa que los valores "1" de las cinco variables están situados en el segundo cuadrante, los valores "2" en el tercero, los valores "3" en el cuarto, y los valores "4" en el primero. Por lo tanto, estas zonas pueden definirse como un rendimiento malo, regular, bueno y muy bueno, respectivamente.

TABLA 7  
ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
COORDENADAS Y CONTRIBUCIONES DE LAS MODALIDADES ACTIVAS

Variables MODALIDAD	COORDENADAS				CONTRIBUCIONES ABSOLUTAS			
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
<i>Índice de materias primeros semestres</i>								
MP1	-1,13	0,76	0,09	-0,40	7,3	5,3	0,1	3,2
MP2	-0,46	-0,39	-	-0,33	1,4	1,6	2,7	2,5
			0,40					
MP3	0,15	-0,86	0,44	0,99	0,1	7,9	3,4	22,3
MP4	1,20	0,54	-	-0,30	10,1	3,3	0,3	2,1
			0,13					
	Contribución acumulada:				19,0	18,1	16,5	30,1
<i>Promedio de notas primeros semestres</i>								
PP1	-0,95	0,40	-	0,59	8,1	2,3	0,5	10,8
			0,14					
PP2	-0,14	-0,81	0,09	1,00	0,2	7,8	0,1	25,6
PP3	0,75	-0,20	0,52	-0,34	3,1	0,3	3,8	2,2
PP4	1,43	0,92	-	-0,07	7,8	5,2	3,5	0,1
			0,59					
	Contribución acumulada:				19,2	15,6	7,9	38,7
<i>Índice de materias últimos semestres</i>								
MU1	-1,06	0,80	0,52	0,51	7,1	6,5	4,5	5,7
MU2	-0,57	-0,43	-	-0,19	2,0	1,9	19,8	0,7
			1,10					
MU3	0,23	-0,91	0,75	-0,58	0,3	10,2	9,1	7,3
MU4	1,24	0,55	-	0,22	10,8	3,5	0,4	1,2

				0,15					
				Contribución acumulada:	20,2	22,0	33,9	14,9	
<i>Promedio de notas últimos semestres</i>									
PU1	-1,22	1,19	0,99	0,35	5,5	8,5	9,5	1,6	
PU2	-0,73	-0,25	-	0,16	3,9	0,7	15,1	0,6	
			0,89						
PU3	0,15	-0,85	0,52	-0,46	0,2	9,4	5,7	5,8	
PU4	1,30	0,64	-	0,18	11,2	4,4	0,7	0,8	
			0,20						
				Contribución acumulada:	20,8	23,0	31,1	8,8	
<i>Indice de duración de la carrera</i>									
DC1	-1,10	0,81	0,42	0,09	8,1	7,1	3,2	0,2	
DC2	-0,47	-0,49	-	0,31	1,2	2,2	15,2	1,9	
			1,02						
DC3	0,15	-1,01	0,35	-0,51	0,1	0,6	1,9	5,2	
DC4	1,23	0,44	0,10	0,09	11,3	2,3	0,2	0,2	
				Contribución acumulada:	20,8	21,3	20,6	7,5	

GRAFICO 4 ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS MULTIPLES DE LAS VARIABLES QUE MIDEN EL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO.

mente. De esta forma se ha obtenido una representación o mapa del rendimiento

En el **tercer eje** hay una mayor contribución absoluta de las variables correspondientes a los últimos semestres de la carrera. El mayor peso del **cuarto eje** corresponde a las variables de los primeros semestres. En estos ejes las contribuciones son más fuertes para las modalidades intermedias (codificadas 2 y 3). Los porcentajes de varianza explicados por el tercer y cuarto eje son

de 10% y 8%, respectivamente. Al analizar las coordenadas de las variables en estos dos ejes, se encuentra que la dispersión de los puntos no es fácil de interpretar. Realmente el estudio de estos ejes no añade nada nuevo a lo anteriormente explicado.

El análisis de las influencias de las variables suplementarias sobre los indicadores, se puede hacer mediante el test descrito previamente. En la tabla 8 aparecen las coordenadas y los valores t-Student de las variables suplementarias que tienen, por lo menos, una de las modalidades de respuesta con influencia significativa en alguno de los dos primeros ejes. En el Gráfico 5a se proyectan las modalidades activas (señaladas con un punto) conjuntamente con las modalidades suplementarias. Por otra parte, el Gráfico 5b es una imagen ampliada del sector donde se ubican estas modalidades ilustrativas en el plano principal.

En este gráfico se nota que tres modalidades de la variable CARRERA influyen en el rendimiento. La modalidad "Carrera de Humanidades" (HUM) está ubicada en la zona de valores altos del rendimiento. Por el contrario, la modalidad "Carrera de Ingeniería" (ING) se sitúa hacia los valores bajos del rendimiento.

TABLA 8  
ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES RENDIMIENTO ESTUDIANTIL  
COORDENADAS Y VALORES TEST DE MODALIDADES SUPLEMENTARIAS  
RESPECTO A LOS EJES 1 Y 2.

VARIABLE	MODALIDADES	Código	Coordenadas		Valores-test	
			F1	F2	F1	F2
<i>Carrera</i>	Humanidades	HUM	0,90	0,17	7,29	1,39
	Ingeniería	ING	-0,40	0,01	-3,16	0,06
	Medicina	MED	-0,18	-0,19	-1,74	-1,85
	Otras carr. C. de la Salud	OCS	-0,35	0,12	-2,48	0,82
<i>Grado de instrucción del padre</i>	Ningún grado de instrucc.	NGP	0,42	0,21	2,40	1,21
	Primaria	PRP	0,00	-0,05	-0,05	-0,73
	Secundaria	MDP	0,39	0,26	-2,29	1,54
	Superior	SPP	0,04	-0,42	0,17	-1,57
<i>Ingreso Familiar</i>	Ingreso Familiar 1	IG1	0,29	-0,01	2,27	-0,11
	Ingreso Familiar 2	IG2	-0,09	-0,03	-1,02	-0,31
	Ingreso Familiar 3	IG3	-0,12	0,05	-0,81	0,35
	Ingreso Familiar 4	IG4	-0,13	0,06	-0,61	0,30
	Ingreso Familiar 5	IG5	0,13	0,04	0,52	0,16
<i>Edad en Años</i>	Edad 1 (Edad 19)	ED1	0,00	-0,13	0,01	-1,37
	Edad 2 (19 Edad 21)	ED2	-0,25	0,09	-2,56	0,88
	Edad 3 (Edad 21)	ED3	0,43	0,10	0,10	0,73
<i>Promedio en Castellano en bachillerato</i>	Promedio Castellano 1	PC1	-0,27	-0,05	-2,23	-0,37
	Promedio Castellano 2	PC2	-0,28	-0,02	-2,06	0,15
	Promedio Castellano 3	PC3	0,05	-0,07	0,47	0,63
	Promedio Castellano 4	PC4	0,50	0,17	3,81	1,31
<i>Promedio Matemáticas en bachillerato</i>	Promedio Matemáticas 1	PM1	-0,30	0,21	-3,06	2,14
	Promedio Matemáticas 2	PM2	0,12	-0,12	0,89	-0,93
	Promedio Matemáticas 3	PM3	0,12	-0,29	1,02	-2,44
	Promedio Matemáticas 4	PM4	0,48	0,17	2,77	0,97
<i>Promedio especialidad en bachillerato</i>	Promedio Especialidad 1	PE1	-0,34	0,17	-3,41	1,69
	Promedio Especialidad 2	PE2	-0,12	-0,12	-1,03	-1,04
	Promedio Especialidad 3	PE3	0,17	-0,31	1,15	-2,11
	Promedio Especialidad 4	PE4	0,69	0,12	4,69	0,85

La influencia de la modalidad "Ningún grado de instrucción en el padre" (NGP) es positiva, igual que "Ingreso Familiar 1" (IG1). Es decir, los valores del rendimiento son mayores cuando el ingreso familiar es más bajo y el padre no tiene ningún grado de instrucción

También parece significativa la influencia de "Edad 2" (ED2) y "Edad 3" (ED3) sobre el primer factor. El rendimiento es más alto en los alumnos de mayor edad.

Se puede comprobar que existe una influencia de las notas de bachillerato sobre el rendimiento de la universidad.

GRÁFICO 5 ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS MULTIPLES SOBRE EL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO / VARIABLES SUPLEMENTARIAS.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ACM



Los resultados obtenidos en este análisis estadístico multivariante se pueden concretar como sigue:

- \* Los **promedios de notas del bachillerato tienen influencia positiva sobre rendimiento estudiantil universitario**. Por tanto se mejoraría el rendimiento en la universidad si el alumno llegara con una mayor preparación en bachillerato. En este sentido, la universidad podría mejorar el rendimiento docente a corto plazo, implementando un sistema de nivelación del alumno preinscrito antes de su entrada definitiva a la universidad. Y a largo plazo, promoviendo una mejor preparación de los profesores de bachillerato en la Facultad de Humanidades, Escuela de Educación, y colaborar con los planes de mejoramiento de los profesores en ejercicio.
- \* La variable **carrera influye en el rendimiento universitario**. En otro análisis realizado tomando como activas las notas de bachillerato, se vio que la variable **carrera** también influye en bachillerato pero en forma distinta. El rendimiento universitario tienen valores más altos para los alumnos de Humanidades, pero las notas de bachillerato son más altas en los alumnos de Ingeniería. De esta forma comprobamos que las carreras son distintas y tienen diferentes requerimientos. Esto no confirma la importancia que tienen el proceso de orientación del alumno antes de elegir la carrera, teniendo en cuenta sus aptitudes, motivaciones y el rendimiento anterior.
- \* Las modalidades **"Ningún grado de instrucción en el padre"** y el **"Más bajo nivel de ingreso familiar"** influyen en el rendimiento universitario. Es un resultado contrario de los que cabría esperar ya que los rendimientos más altos los presentan los niveles más bajos de Ingreso Familiar y Grado de Instrucción del Padre. Estos resultados pueden justificarse con el siguiente razonamiento: los alumnos que han logrado graduarse, procedentes de niveles socioculturales bajos, tienen que ser buenos alumnos para poder superar tantas dificultades.
- \* La **edad** de los alumnos que estudian **carreras de Humanidades** es **mayor** que la de los alumnos de otras carreras universitarias.

#### B I B L I O G R A F I A

- BENZECRI, J.P. et collaborateurs, (1980): *L'Analyse des Données*. Paris. Dunod.
- GONZALEZ, Pilar, (1982): *Análisis estadístico de rendimiento estudiantil en la Universidad de Los Andes*. Mérida: Universidad de Los Andes.
- LEBART L., Morineau A. y Tabard N, (1977): *Techniques de la description statistique*. Paris. Dunod.