

## **El rendimiento estudiantil: Una metodología para su medición**

*Students performance:  
A methodology for its measurement*

**Elsy Garnica Olmos\***

### **Resumen**

El rendimiento estudiantil es una característica compleja cuya evaluación involucra un gran número variables, observables o no. Se han realizado numerosas investigaciones acerca del rendimiento y se concluye que la nota, a la que el conglomerado universitario alude como signo del “rendimiento”, es sólo una pequeña parte de esta definición. Existen diversas opiniones acerca de las innumerables causas que pueden afectar al rendimiento estudiantil, pero en esta investigación no se hace alusión a las causas sino que se propone el estudio de varias dimensiones para medir el rendimiento, éstas son: la calidad, la cantidad, el abandono y la velocidad en los estudios. En este trabajo se propone una metodología, que la autora ya ha aplicado y comprobado en anteriores trabajos de asesoría, acerca del rendimiento estudiantil. El camino a seguir es: Análisis de Componentes Principales, cálculo de una ecuación matemática y, si existen grupos comparativos de estudiantes, un Análisis Unifactorial de Varianza.

### **1. Introducción**

La calidad de la educación venezolana se ha deteriorado. Aunque existen planteles educativos eficaces, donde se logra que los alumnos aprendan y tengan éxito en sus estudios (López, 1994), los diagnósticos, sobre el proceso educativo, coinciden en esta afirmación. Actualmente, en el país, existen desigualdades abismales en la calidad del servicio prestado en los planteles públicos y privados. En general, en ambos tipos de plantel, se ha producido un detrimento en la calidad, pero en los públicos

---

\* Universidad de Los Andes, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales

es notable este deterioro. Los analistas de la temática coinciden en afirmar que la alfabetización y el dominio de razonamiento abstracto es indispensable para una distribución democrática del patrimonio cultural y científico nacional e internacional. Numerosos son los factores que afectan la calidad de la educación: organización del sistema educativo, organización y selección de los currícula, la formación docente, los materiales didácticos y los libros de texto, son algunos de ellos. Los diagnósticos sobre la calidad de la educación son alarmantes; algunos especialistas en ese campo del conocimiento, coinciden en señalar, en forma muy general, tres de ellas: (a) ineficiencia gerencial, (b) mala organización del sistema educativo y (c) las condiciones sociales que afectan a la población (Herrera, 1995).

Actualmente, en Venezuela, son contados los alumnos que llegan a las universidades con una buena preparación integral, pero también son contados los buenos profesores con preparación pedagógica para motivar a los alumnos hacia temas difíciles y/o poco atractivos. En todos los niveles –de educación básica, diversificada, universitaria y posgrados–, el profesor tiene el deber de darle al alumno una información básica para el desarrollo del aprendizaje; pero, algunos docentes ignoran este deber –o no tienen idea de que así debe ser–, y someten al alumno a presiones y angustias en la entrega de trabajos difíciles sin darle al alumno una base de conocimientos para que éste desarrolle la investigación propuesta. Cuando una asesoría no es bien dirigida, por lo general causa traumas al alumnado, deserción escolar o fobia a la materia respectiva. El alumnado también debe buscar la excelencia; reclamar una buena educación y exigir una buena preparación de sus docentes. Tanto alumnos como profesores tienen que reconocer las fallas y enmendarlas. Aspirar y esperar, con un proyecto líder, una mejor educación venezolana, es el punto de partida para salir del abismo en que se encuentra la educación venezolana (Herrera, 1995).

La única forma de iniciar un camino hacia la eficiencia educativa es conocer, en primer lugar, las deficiencias y los errores, después se tomarán las previsiones necesarias para rectificar el camino hacia la excelencia. Si algunos planteles públicos, con los pocos recursos que tienen, han calificado de eficientes, según el estudio de López (1994),

¿por qué las universidades nacionales no pueden aspirar a lograr este calificativo?

Evaluar la calidad de la educación se ha convertido en un problema complejo porque la definición involucra una gran cantidad de factores. Numerosos estudios concluyen que se necesita la observación de una serie de variables personales, sociales, económicas, ergológicas, motivacionales y políticas, entre otras. Un problema es definir todas las causas del rendimiento, y otro, distinto, es el de evaluarlo. Aún no se presenta una metodología universal y definitiva para medir la variable multidimensional del rendimiento estudiantil. Algunas investigaciones han hecho aportes que pueden dilucidar esta variable, algunas de ellas son las de Álvarez (1974), Universidad Simón Bolívar (1978), Bastidas (1980), Morales de Romero (1980), Salom (1981), Romero (1981, 1980 y 1977), González (1982), González (1989), González y otros (1994), Garnica y otros (1991) y Díaz (1995); los cinco últimos nombrados atacan el problema de definición del rendimiento, desde el punto de vista multivariante y proponen nuevas –o corroboradas– dimensiones al rendimiento estudiantil, para convertirlo en una variable latente.

Proponer una metodología para medir el rendimiento estudiantil universitario, es el objetivo de la investigación. Esta proposición está apoyada por trabajos de investigación aplicados al área del rendimiento (González, 1982; Garnica y otros, 1991; Díaz, 1995 y Betancourt, 1996). En todos estos trabajos, –y sobre todo en los dos últimos con la propuesta y el asesoramiento de la autora de este artículo–, se inicia la consecución del “rendimiento” a través de la técnica estadística multivariante: Análisis de Componentes Principales (ACP); una vez lograda la identificación de los componentes básicos del rendimiento, se procede a realizar un simple cálculo matemático del rendimiento en función de las coordenadas de los individuos en el ACP; por último, si el análisis del rendimiento establece comparación entre varios grupos, se propone un Análisis Unifactorial de Varianza (ANOVA) para comprobar si el rendimiento produce diferencias significativas entre esos grupos. Así, al ACP y el ANOVA se convierten en técnicas estadísticas indispensables en la consecución –y en la comparación– de esa variable compleja denominada: rendimiento estudiantil.

Se sabe que, además de variables observadas propuestas en esta investigación, existen otros factores que inciden en el rendimiento (tales como la inteligencia individual, entorno socio-cultural, facilidades socioeconómicas, etc.), pero aquí no se pretende realizar un estudio exhaustivo de las causas del rendimiento sino más bien lograr una medición objetiva, con variables viables, y, si el caso lo requiere, que ese resultado de la medición, pueda ser utilizado con fines comparativos.

El trabajo se desarrolla en tres secciones. En la Sección 1, se comentan algunas conclusiones de trabajos anteriores acerca del rendimiento estudiantil. En la Sección 2 se describe el procedimiento de análisis; esta sección presenta varias divisiones: en la primera (2.1) se describen las variables y estadísticos usuales para lograr un resumen descriptivo de las observaciones, en las divisiones siguientes (2.2, 2.3 y 2.4), se presentan, a grandes rasgos, las técnicas utilizadas. En la Sección 3 se establece la conclusión de la investigación y las recomendaciones para la realización de trabajos aplicados en el campo.

## **2. Algunas investigaciones acerca del rendimiento estudiantil**

Una característica que no debe dejar de llamar la atención es aquella que los estudios simplistas del rendimiento ofrecen: evaluar tan sólo las notas promedios de los estudiantes, para concluir si el mal llamado “rendimiento”, en este tipo de investigaciones, es alto o bajo. Las investigaciones realizadas en los últimos años tratan de evaluar una serie de factores que, en su conjunto, forman el *rendimiento estudiantil*. Actualmente, ya se tiene una opinión común: el rendimiento es una variable latente formada por un conjunto de características observables –las calificaciones, entre otras– y algunos otros rasgos que pueden englobarse, por los momentos, en lo que se denomina error aleatorio. Como el rendimiento estudiantil es una variable compleja de obtener, para facilitar su “aproximación”, usualmente los profesores sólo toman la nota de los exámenes como un indicador de ese rendimiento. Cuando un estudiante se convierte en profesional, también es usual que las empresas captadoras de esos profesionales pidan el *récord* académico que

no es otra cosa que sus notas durante el tiempo de estudios. Así, la nota se ha convertido en la medición simplista del rendimiento estudiantil.

Un estudio pionero en el análisis multivariante sobre el rendimiento estudiantil es el de González (1982), realizado con alumnos graduados en varias carreras universitarias de la ULA. En la investigación de González se definen, para medir el rendimiento universitario, tres variables latentes: (1) Rendimiento general, (2) Consistencia y (3) Motivación en la carrera. Además, González encuentra que el rendimiento en bachillerato es un buen predictor del rendimiento universitario: los alumnos con buenos promedios en bachillerato obtienen buenos promedios en la universidad, aunque su ritmo de estudios sea lento; lo contrario sucede con los alumnos con promedios bajos en bachillerato: promedios bajos en la universidad, pero tratan de sacar la carrera en el menor tiempo posible. También la edad es un factor de interés: aunque no se demuestra estadísticamente, pareciera que a mayor edad, el alumno universitario tiende a promedios altos en sus notas, aunque el ritmo en los estudios sea lento, debido, principalmente a la doble función que ejercen las personas de más edad: Trabajo *versus* Estudios.

Años atrás, Garnica y otros (1991) realizaron, con datos de una de las facultades de la ULA, un Análisis Factorial Discriminante, con la nota promedio como variable “grupo” y concluyeron que la “nota frontera” entre los alumnos de bajo y alto rendimiento no eran los 10 puntos, como se suponía hasta entonces, sino los 12 puntos. ¿Por qué 12 y no 10? Por lo general los profesores que están indecisos entre aplazar o no a un alumno, toman la decisión o de aplazarlo con ocho o menos puntos o aprobarlo con sólo los 10 puntos, que es la nota académicamente aceptada en la ULA como aprobatoria. Esos alumnos de 10 puntos –y los de 11 puntos, inclusive–, evaluados a la luz de un gran conjunto de variables académicas, no tienen buenos rendimientos académicos estudiantiles. Según esa investigación estos alumnos, con notas entre 10 y 11, deberían estar aplazados y no aprobados.

Del estudio anterior puede deducirse que los profesores que practican el juego de aprobar a un alumno, utilizando la “nota frontera” (diez u once puntos), le están haciendo un daño a ese alumno y a la propia institución porque deja avanzar, con graves deficiencias, al “alumno

frontera”, hacia niveles superiores, lugar donde seguramente éste encontrará profesores que siguen el mismo juego. Por lo general, los graduados con “notas frontera” llevarán sus deficiencias académicas a sus lugares de trabajo, quedando en entredicho la institución que los graduó.

Algunos trabajos acerca del rendimiento universitario, –evaluado a la luz de varias características académicas, estudiadas en forma univariante–, han hecho valiosos aportes al tema. Uno de estos, realizado específicamente en la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la ULA, por los profesores Maldonado y Álvarez (1995). En la primera parte de su trabajo se describen los resultados del estudio con cohortes de estudiantes que ya cumplieron el tiempo normal de la carrera, en el cual se concluye que en la Escuela de Economía se tiene: (a) una tasa global de graduación, de los grupos que inician un semestre determinado, entre el 24 y el 37% y un caso extremo, positivo, con una tasa del 55%, (b) el tiempo promedio de permanencia en la carrera ha ido descendiendo, siendo de 16 semestres para la primera de las cohortes tomadas (A-85) y de 10 semestres, para la última (B-88), (c) el promedio general de notas en la carrera oscila entre los 9 y los 12 puntos, con considerable número de materias reprobadas, (d) el promedio aprobatorio oscila entre 12 y 14 puntos.

En la segunda parte del trabajo, Maldonado y Álvarez (1995) se observan estudiantes no graduados, y las conclusiones son alarmantes: (a) el 80% de los estudiantes tiene un promedio global inferior a los 10 puntos y un promedio aprobatorio entre los 10 y 13 puntos, (b) el porcentaje de materias reprobadas es aproximadamente del 51%, lo que hace que se alargue el tiempo promedio de permanencia en la Escuela de Economía, (c) el porcentaje de desertores es superior al 58%, (d) más del 60% de los estudiantes no se inscriben durante algunos semestres y además, no formalizan este retiro, así, la disponibilidad teórica de cupo en las diferentes asignaturas de la carrera se hace más restringida que la disponibilidad real, (e) el porcentaje mayor de deserciones y repitencia se presentan en materias básicas de los primeros semestres de la carrera (matemáticas, estadísticas, Técnica de Investigación Científica, Contabilidad I e Introducción a la Economía), y en tres asignaturas de los semestres avanzados de la carrera: Investigación de Operaciones,

Matemáticas Financieras e Historia del Análisis Económico, (f) los promedios aprobatorios son inferiores a los 13 puntos, con excepción de los seminarios y pasantías cortas y (g) las notas en los cursos intensivos, presenta un raro “incremento” que se destaca en el *récord* académico de los estudiantes (Maldonado y Álvarez, 1995).

Un trabajo sobre rendimiento, evaluado a través de varios componentes, es el de Díaz (1995), también realizado en la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la ULA. En este trabajo se hace un análisis comparativo acerca de dos grupos de estudiantes: los que tienen beca y usan el servicio del comedor universitario y aquellos que no tienen ninguna de las dos características. Se concluye, con un Análisis Factorial Discriminante, que sí existen sutiles diferencias si se examina el conjunto de variables académicas, entre estos dos grupos de estudiantes. De hecho, se determinó, con el Análisis Multivariante MANOVA, que del conjunto de veintiún (21) variables numéricas relacionadas al rendimiento, once (11) de ellas producían diferencias significativas; adicionalmente, con el Análisis de Componentes Principales se establecieron cuatro dimensiones del rendimiento: 1. calidad, 2. cantidad y retardo, 3. abandono y 4. velocidad. En la investigación de Díaz se concluye que el grupo que tiene beca y usa el comedor universitario tiene mayor rendimiento estudiantil.

Actualmente está en desarrollo otro trabajo acerca del rendimiento estudiantil (Betancourt, 1996) en el cual se corroboran, a través de técnicas estadísticas multivariantes, los componentes del rendimiento y se hace un análisis comparativo del rendimiento, definido en el trabajo, entre los estudiantes de las escuelas de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la ULA.

En la presente investigación se propone la metodología, ya comprobada a través de asesorías en los trabajos de Díaz (1995) y Betancourt (1996), para medir la característica de los estudiantes. No se espera que sea una metodología definitiva, porque aún falta mucho por investigar acerca del tema, pero constituye un paso adelante en la consecución de una variable tan compleja como lo es el rendimiento estudiantil.

### 3. Procedimiento

El procedimiento para lograr evaluar el rendimiento estudiantil, formado por varias dimensiones importantes, es el siguiente:

1. *Análisis descriptivo* de las variables estudiadas. Se refiere a las interpretaciones de las usuales medidas de resumen tales como medias, desviaciones típicas, gráficos, etc.
2. *Análisis de Componentes Principales* (ACP), para resumir la información y “agrupar” variables que tengan una dimensión común. De aquí se espera obtener las dimensiones principales del rendimiento estudiantil (primer componente: calidad en los estudios, segundo componente: cantidad en los estudios, tercer componente: abandono en los estudios y tercer componente: velocidad en los estudios). Estos componentes serán las variables ortogonales utilizadas en el próximo paso.
3. *Cómputo de la nueva variable*: rendimiento estudiantil que viene dado por la combinación lineal de los cuatro primeros componentes del ACP anterior. Las ponderaciones de estas cuatro variables o componentes son las proporciones de variación total que conlleva cada uno de los cuatro componentes principales, donde la suma de las ponderaciones se hace igual a la unidad. Este cómputo origina la variable rendimiento estudiantil con media cero y varianza variable.
4. *Análisis Unifactorial de Varianza* (ANOVA), para probar si existe diferencia significativa en el rendimiento de los grupos a ser analizados. Este tercer análisis se hace sólo cuando se requiere un análisis comparativo entre grupos.

#### 3.1. Variables y estadísticos usuales

Al iniciar una investigación acerca del rendimiento, el primer paso es buscar un conjunto de variables relacionadas a esa variable latente. Las variables comúnmente utilizadas en las oficinas de registros estudiantiles pueden ser clasificadas en cuatro grupos:



*Grupo 1.* Variables obtenidas directamente de los registros estudiantiles del plantel. Las básicas son diez (10): unidades cursadas, unidades aprobadas, materias cursadas, materias aprobadas, promedio global, promedio aprobatorio, semestres cursados, número de semestres intensivos cursados, materias retiradas y número de semestres en que se hace retiros de materias.

*Grupo 2.* Variables indicadores calculadas por el investigador. Las básicas son tres (3): indicador de materias aprobadas ( $[(\text{número de materias aprobadas}) / (\text{número de materias cursadas})] = \text{IMA}$ ), indicador de unidades aprobadas ( $[(\text{unidades aprobadas}) / (\text{unidades cursadas})] = \text{IUA}$ ) e indicador de materias retiradas ( $[(\text{número de materias retiradas}) / (\text{número de materias cursadas})] = \text{IMR}$ ).

*Grupo 3.* Variables promedios calculados por el investigador. Las básicas son cuatro (4): promedio de materias aprobadas ( $[(\text{número de materias aprobadas}) / (\text{número de semestres cursados})] = \text{PMA}$ ), promedio de unidades cursadas ( $[(\text{unidades cursadas}) / (\text{número de semestres cursados})] = \text{PUC}$ ), promedio de unidades aprobadas ( $[(\text{unidades aprobadas}) / (\text{número de semestres cursados})] = \text{PUA}$ ) y promedio de materias retiradas ( $[(\text{número de materias retiradas}) / (\text{número de semestres cursados})] = \text{PMR}$ ).

*Grupo 4.* Variables de tiempo de retardo en los estudios, calculadas por el investigador. La básica es una (1): tiempo de retardo 1. Para los estudiantes que aún no tienen los diez semestres teóricos de duración de la carrera, se calcula su tiempo igual a cero (no se cuentan los semestres intensivos). Para aquellos que han pasado de los diez semestres regulares estudiando la carrera, se calcula la diferencia entre el número de semestres que tiene en la carrera y 10, esta diferencia es la variable bajo estudio: tiempo de retardo en los estudios. Existen otras variables de tiempo, como por ejemplo el tiempo de retardo 2, que es calculado como se mencionó anteriormente, pero restándole el número de semestres en que el alumno estuvo retirado (por reglamentos o por causas personales). Si en la carrera, tradicionalmente, se ofrecen semestres intensivos, y la mayoría de los estudiantes los toman, entonces el investigador debe evaluar la situación para determinar el número máximo de semestres (regulares más intensivos) que un alumno tipo tarda en graduarse.

Una vez obtenidas todas estas variables, algunas de ellas correlacionadas entre sí, se procede al cálculo de las medidas de resumen mínimas: medias aritméticas, desviaciones típicas, máximos, mínimos y gráficos unidimensionales para observar la forma en que están distribuidas. Los valores resultantes se llevan a un cuadro resumen. Las medias pueden constituir una aproximación al perfil académico del grupo bajo estudio. Si el trabajo consiste en hacer análisis comparativos entre grupos, entonces se procede a calcular los perfiles académicos de cada grupo que no es más que la interpretación de las medias muestrales de cada grupo.

Debe destacarse que existe otro grupo de variables importantes en estos análisis: las características personales, sociales, económicas, ergológicas, de vivienda, variables académicas anteriores (las del bachillerato, si se examina el rendimiento universitario) y otras que pueden usarse para ilustrar el análisis. En realidad, con la metodología aquí propuesta, pueden utilizarse, como ilustrativas, todas aquellas otras variables cuantitativas que se consideren causas del rendimiento estudiantil.

### **3.2. Análisis de Componentes Principales (ACP)**

Esta técnica multivariante desarrollada por Benzécri (1980) permite reducir el conjunto de variables observadas en otro conjunto, por lo general, más pequeño de “componentes” incorrelacionados entre sí. Se acostumbra a proyectar los puntos-variables y los puntos-individuos en los planos principales del ACP, por lo general se resume la información a uno, dos o tres planos.

El ACP, sus propiedades, características y la forma de interpretar los resultados pueden estudiarse en diversos trabajos como los de Garnica (1996), Tomassone (1990), Márquez (1989), Batista y Martínez (1989) y Pla (1986); además, pueden consultarse a Anderson (1984), Johnson y Wichern (1982), Afifi y Azen (1979), Mardia y otros (1979), Gnanadesikan (1977) y Morrison (1967), entre otros, los cuales son textos clásicos del análisis multivariante. Dos artículos recomendables en los cuales se estudia el proceso de descarte de variables en el ACP son los de Jolliffe (1972a y 1972b).

Los requerimientos para una utilización adecuada del ACP son dos: (1) las variables deben ser continuas y (2) el número de individuos observados debe ser mayor que el número de variables activas del análisis. El análisis no es riguroso acerca de la normalidad o la homoscedasticidad.

El objetivo de utilizar el ACP, sobre la matriz de correlaciones, en los estudios sobre rendimiento, es descubrir las interrelaciones entre todas las variables bajo análisis, reducir la información a unos pocos componentes del rendimiento e ilustrar este hallazgo con unos gráficos o planos. Luego, en el siguiente análisis (cómputo del rendimiento estudiantil) se hará uso de esos componentes del ACP.

Si el investigador introduce otras variables (denominadas ilustrativas porque éstas no participarán en la obtención de los componentes principales), puede observar en los planos, la ubicación de éstas y determinar si algunas de ellas –o todas– pueden estar asociadas a algún componente en particular. Esta introducción de variables ilustrativas es conveniente en la definición o nombramiento de los ejes.

Las coordenadas de los individuos, en cada uno de los componentes, son las dimensiones del rendimiento estudiantil. Según estudios aplicados en el tema se tiene que los primeros componentes del ACP, evaluado a la luz de las variables propuestas en la investigación, son, para las primeras coordenadas, el factor *calidad* en los estudios; para las segundas coordenadas, el factor *cantidad* de horas cursadas y *retardo* en los estudios; para las terceras coordenadas, el factor *abandono* y, para las cuartas coordenadas, el factor *velocidad* en los estudios.

El paquete sugerido por la autora, para realizar esta aplicación, es el Statitcf (ITCF, 1988). Pero, existen otros que pueden ser utilizados, entre ellos, el SPSS (1992) y el SAS (1988).

### **3.3. Cómputo de la variable rendimiento estudiantil**

Antes de pasar a los cálculos de la variable rendimiento, es preciso analizar los signos que presentan las coordenadas en las salidas de los programas de computación. Por lo general los programas asignan, aleatoriamente, las direcciones de los ejes; éstas pueden cambiar de una sesión de trabajo

a otra. El sentido lógico de la dirección de las coordenadas lo debe dar el investigador y, si el caso lo requiere, algunas o todas las coordenadas se multiplicarán por (-1) para otorgar el sentido correcto –y lógico– a la salida computacional.

Si el investigador tuviese dudas acerca del sentido que presentan los ejes del análisis –que pueden ser contrapuestos al sentido lógico de la información– una sugerencia es observar las correlaciones lineales simples entre cada una de las variables originales importantes para cada eje y el rendimiento estudiantil; esto le dará un sentido de la orientación de cada eje del ACP.

El rendimiento se relaciona directamente con la *calidad* en los estudios y la *velocidad* de los mismos; por eso los coeficientes de estas dos variables deben llevar signos positivos. Adicionalmente, el rendimiento se relaciona inversamente con la *cantidad-retardo* y *abandono* en los estudios; es por ello que los coeficientes relacionados con estas dos variables deben presentar signos negativos (respecto a la cantidad, se supone que tiene, en promedio, más horas cursadas aquel estudiante que tarda más en sacar su carrera). Se propone el cómputo de la variable rendimiento mediante la ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \beta_1 (\text{calidad}) - \beta_2 (\text{cantidad y retardo}) - \beta_3 (\text{abandono}) + \beta_4 (\text{velocidad})$$

Las variables señaladas como *calidad*, *cantidad-retardo*, *abandono* y *velocidad* son las primeras, segundas, terceras y cuartas coordenadas de los individuos, respectivamente, en el ACP. Las ponderaciones ( $\beta_i$ ), no son otra cosa que las proporciones de variación explicada respecto al total (rendimiento). Evidentemente, la suma de estas proporciones debe ser ajustada a la unidad puesto que sólo cuatro de los componentes principales son tomados en cuenta.

Una vez realizados los cálculos del rendimiento estudiantil, es necesario observar los coeficientes de las correlaciones lineales simples existentes entre la variable calculada (rendimiento) y las variables exógenas o componentes principales. El coeficiente de correlación más elevado corresponderá al primero de los componentes (calidad); el siguiente, al segundo componente (cantidad y retardo) y así sucesivamente. El

cuarto componente (velocidad), por lo general, no presentará un grado de asociación significativo y esto se valora en su justa dimensión cuando en la ecuación propuesta se observará, en los trabajos aplicados, un coeficiente ( $\beta_4$ ) muy cercano a cero.

Los signos de las correlaciones indican el sentido de la asociación (directa o inversa) que existe entre cada una de las dimensiones y el rendimiento estudiantil.

Esta ecuación propuesta garantiza la obtención de una variable unidimensional, rendimiento, función de cuatro dimensiones del mismo: cantidad, calidad-retardo, abandono y velocidad en los estudios, si se utilizan las variables sugeridas en la Sección 2.1.

### **3.4. Análisis Unifactorial de Varianza (ANOVA)**

Si uno de los objetivos del estudio es realizar análisis comparativo del rendimiento en varios grupos observados, se procede a utilizar la variable unidimensional, rendimiento, como variable dependiente (Y), y, como factor, la variable categórica “grupo”, formada por dos o más niveles.

Este análisis estadístico requiere de supuestos básicos: la distribución de la variable Y, en cada nivel, debe seguir una Ley Normal; sus varianzas debe ser iguales y las observaciones, en cada nivel, deben ser aleatorias e independientes de las observaciones de otros niveles. Estos supuestos deben ser probados antes de efectuar el Análisis unifactorial de Varianza (ANOVA).

Se conoce que la variable rendimiento (Y), para la totalidad de las observaciones, tiene media cero, porque cada componente del total de observaciones es de media cero, pero las coordenadas en cada grupo, no necesariamente poseen este valor cero en sus promedios. Precisamente, esta característica es la que va a definir la posición que toma el rendimiento promedio de cada grupo.

Con el ANOVA se prueba si hay diferencias significativas en el rendimiento entre los grupos bajo estudio. De hecho, las hipótesis planteadas para la prueba son: la Hipótesis Nula (“No existen diferencias significativas en el rendimiento promedio entre los grupos”) y la Hipótesis Alternativa (“Existe entre los grupos, al menos una

diferencia significativa, en el rendimiento promedio”). De ser rechazada la Hipótesis Nula, se establecen intervalos de confianza, por el método de Scheffé o algún otro adecuado procedimiento a posteriori (Neter y otros, 1985), y se ubica dónde se encuentran las diferencias. De existir diferencias significativas, se precisan los grupos con máximo y mínimo rendimiento promedio.

La técnica general del ANOVA puede ser estudiada en libros especializados en diseños experimentales, tales como: Cochran y Cox (1978) y Ching (1969) o en textos de estadística básica como los de Ostle (1974) Runyon y Haber (1987), Berenson y Levine (1984) y el de Neter y otros (1985), por nombrar algunos. Un folleto didáctico recomendable para los investigadores que se inician en el conocimiento acerca de las características, aplicaciones e interpretación de los resultados del ANOVA, es el de Chacón y Rodríguez (1995).

#### **4. Conclusión y recomendaciones**

El rendimiento estudiantil cuantificado a través del procedimiento indicado en esta investigación es el resultado de la adición de cuatro (4) variables con medias iguales a cero (que es la esperanza de cada componente, determinado a través de un ACP, basado en la matriz de correlaciones). Por lo tanto, el rendimiento es una variable con media igual a cero. Además, el rendimiento presenta un mínimo y un máximo (observados), esos dos valores extremos de la muestra dan una idea, aproximada, acerca del rango de la variable. Con el conocimiento de un rango aproximado y de la media de la variable, se puede determinar, en una investigación, con la metodología propuesta aquí, cómo es el rendimiento académico en determinados grupos de estudiantes.

Esta metodología ya ha sido probada y evaluada en otros trabajos, en los cuales se utiliza el mismo conjunto de variables, observadas y calculadas (véase Sección 2.1). Inicialmente, la aleatoriedad en el muestreo garantiza la objetividad de una investigación. Luego, el procedimiento, con la aplicación de los métodos estadísticos (ACP y ANOVA) se evalúan los resultados obtenidos.

Dentro del conjunto de variables propuestas, en la Sección 2.1, existen estrechas correlaciones. El ACP y un simple Análisis de Correlaciones pueden servir para “escoger” sólo aquellas variables representativas de un componente. Se recomienda, en principio, dejar todas las propuestas porque mientras mayor sea el número de variables observadas, mayor será la seguridad que se tenga sobre la nominación de cada componente.

La investigación sobre el rendimiento continúa. Otros estudios deben realizarse para la consecución de variables idóneas. Las propuestas en esta investigación sólo indican el punto de partida de un camino que se dirige hacia la obtención de un rasgo latente: el rendimiento estudiantil. Si se escoge otro grupo de variables relacionadas de alguna otra forma con el rendimiento estudiantil, otros serán los componentes. La metodología propuesta aquí, para medir el rendimiento, parece ser la que resume un gran número de investigaciones sobre el tópico. De todas formas aún queda un largo camino que recorrer y hay que seguir investigando y evaluando cualquier otra vía alterna en esta área del conocimiento.

Una alternativa, en el análisis comparativo del rendimiento entre varios grupos de estudiantes, para detectar variables originales, no latentes o componentes, que puedan usarse para obtener el rendimiento estudiantil aproximado, es el Análisis Multivariante de Varianza (MANOVA), en el cual las variables descritas en la Sección 1.2 serán las variables dependientes y los grupos de estudiantes, el factor. Con el MANOVA y los intervalos de confianza podrá apreciarse en cuáles variables originales se producen diferencias significativas entre los grupos. Se escogen estas variables y se hace un estudio de correlaciones simples entre sólo las variables significativas, para determinar variables no correlacionadas entre sí. Luego, se realiza un Análisis de Regresión Múltiple con estas últimas variables y se propone una ecuación del rendimiento en función de variables observadas (no de componentes). Aquí, la variable dependiente (Y) es el rendimiento calculado en función de los cuatro primeros ejes principales del ACP, tal y como se propuso en esta investigación. El MANOVA puede ser consultado en los textos clásicos de estadística multivariante recomendados en la Sección 2.2.

A los investigadores noveles, no especializados en el campo estadístico, que deseen probar la metodología se recomienda: (1) que, inicialmente, el proceso de muestreo de las observaciones sea aleatorio, para garantizar la objetividad del método, (2) que se asesoren con las personas especializadas en el campo estadístico para garantizar un adecuado procedimiento e interpretación de los resultados y (3) hacer del conocimiento público sus resultados. Quizá, si se presentan resultados similares, se puedan tomar decisiones acerca de las variables que componen este rasgo latente: el rendimiento.

## 5. Referencias

- Afifi, A. and S. Azen (1979). *Statistical Analysis: a Computer Oriented Approach*, 2nd. ed. New York: Academic Press.
- Anderson, T. W. (1984). *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*, 2da. ed. New York. John Wiley & Sons.
- Álvarez, Gerardo (1974). "El rendimiento cuantitativo en la Universidad de Los Andes". Mérida, Venezuela. Universidad de Los Andes (mimeografía).
- Bastidas, Mérida (1980). "Los mecanismos de ingreso a la ULA y el rendimiento estudiantil en el Ciclo Básico". Mérida, Venezuela (mimeografía).
- Batista Foguet, Joan Manuel y María del Rosario Martínez Árias (1989). *Análisis Multivariante: Análisis de Componentes Principales*. Barcelona. +Editorial Hispano Europea, S.A.
- Benzécri, J. et collaborateurs (1980). *L'analyse des données*, 3rd ed. Vol I, París: Dunod.
- Berenson, M.L. y D. M. Levine (1984). *Estadística para administración y economía*. México, D.F. Interamericana.
- Betancourt de R., Evilexis (1996). "Rendimiento estudiantil: análisis comparativo en las cuatro Escuelas de FACES". Mimeo, inédito.
- Chacón, Alicia O. de, Carmen M. de Rodríguez (1995). *Asignatura: Estadística II. Distribución F de Snedecor*. Mérida, Venezuela. Talleres de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Los Andes.
- Ching, Chun Li (1969): *Introducción a la estadística experimental*. Barcelona, España. Ediciones Omega, S.A.



- Cochran, William G. y Gertrude M. Cox (1978). *Diseños experimentales*. México, D.F. Editorial Trillas.
- Díaz, Magali (1995). “Estudio comparativo del rendimiento estudiantil en FACES: usuarios de comedor y becarios”. Mérida: Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales de FACES, ULA. Mimeografía.
- Draper, N.R. and H. Smith (1966). *Applied Regression Analysis*. New York. John Wiley & Sons, Inc.
- Galton, F. (1889). *Natural Inheritance*. London. Macmillan.
- Garnica, Elsy (1996). “Análisis de Componentes Principales en los presupuestos familiares”. *Economía* 11:55-91.
- \_\_\_\_\_. (1993). “Análisis multivariante de los presupuestos familiares”
- Garnica, Elsy, Pilar González, Amelia Díaz de Pascual y Enrique Torres L. (1991). “Análisis discriminante: estudio del rendimiento estudiantil”. *Economía* 6:63-94.
- Gnanadesikan, R. (1977). *Methods for Statistical Data Analysis of Multivariate Observations*. New York: John Wiley.
- González M., Pilar (1989). “Aplicación del Lisrel al análisis del rendimiento estudiantil”. *Economía* 4:73-96.
- \_\_\_\_\_. (1982). “Análisis estadístico del rendimiento estudiantil en la universidad de Los Andes”. Merida, Venezuela. Facultad de Ciencias, ULA (mimeografía).
- González M., Pilar, Amelia Díaz de Pascual, Enrique Torres L. y Elsy Garnica O. (1994). “Una aplicación del Análisis de Componentes Principales en el área educativa”. *Economía* 9:55-72.
- Gujarati, Damodar (1981). *Econometría básica*. Bogotá. McGraw-Hill.
- Herrera, Mariano (1995). “Volver a la escuela”. *Puntal*. Año 3, Número 5, Octubre, 29-31. (Publicación periódica de la Fundación Polar).
- Hotelling, H. (1933). “Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components”. *J. Educ. Psychol.*, 24:417-441 and 498-520.
- ITCF (Instituto Technique des Céréales et des Fourrages), (1988). *Manual del Statitcf*, V. 4. París, ITCF (paquete estadístico de computación).
- Johnson, Richard A. y Dean W. Wichern (1982). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall, Inc.
- Jolliffe, I.T. (1972a). “Discartig Variables in a Principal Component Analysis. I: Artificial Data”. *Appl. Statist.*, 21: 160-173.

- \_\_\_\_\_. (1972b). "Discartig Variables in a Principal Component Analysis. II: Real Data". *Appl. Statist.* 22: 21-31.
- López, Marisela (1994). "La construcción del éxito escolar". *Enfoques*. IPR, el Mácaro. Año 1, Número 1, julio-diciembre, pp. 24-44.
- Maldonado, Eva de R. y Aquiles S. Álvarez V (1995). "Diagnóstico del rendimiento estudiantil en la Escuela de Economía (1983-1989)". Mérida, Venezuela. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, ULA.
- Mardia, K.V., J.T. Kent and J.M. Bibby (1979). *Multivariate Analysis*. London. Academic Press, Inc.
- Márquez M., Víctor (1989). "Apuntes sobre análisis multivariante", Vol I. Mérida, Venezuela. Instituto de Estadística Aplicada y Computación, Universidad de Los Andes.
- Morales de Romero, María (1980). "Variables socio-lingüísticas y rendimiento académico de estudiantes universitarios". Mérida, Venezuela. Laboratorio de Psicología, Universidad de Los Andes (mimeografía).
- Morrison, Donal F (1967). *Multivariate Statistical Methods*, 2nd. ed. Tokyo. McGraw-Hill/ Kogakusha Ltd.
- Neter, John, William Wasserman and Michael H. Kutner (1985). *Applied Linear Statistical Models*. Homewood, Ill. Richard D. Irwin, Inc.
- Ostle, Bernard (1974). *Estadística Aplicada, técnicas de la estadística moderna, cuándo y dónde aplicarlas*. México, D.F. Editorial Limusa.
- Pla, Laura E. (1986). *Análisis multivariado: método de Componentes Principales*. Coro, Falcón. Departamento de Producción Vegetal, Área de Ciencias del Agro y del Mar, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda / Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, D.C.
- Pearson, Karl (1901). "On Lines and Planes of Closed Fit to System of Print in Space". *Phil. Mag.*, 6:559-572.
- Pearson, K. and A. Lee (1903). *Biometrika* 2:357.
- Romero G., Oswaldo (1981). "Crecimiento de la internalidad y rendimiento académico". Mérida, Venezuela. Laboratorio de Psicología, Universidad de Los Andes (mimeografía).

- \_\_\_\_\_. (1980). "Locus de control, inteligencia, estatus socioeconómico y rendimiento académico". Mérida, Venezuela. Laboratorio de Psicología, Universidad de Los Andes (mimeografía).
- \_\_\_\_\_. (1977). "Efectos de cambio en locus de control sobre el rendimiento académico". Mérida, Venezuela. Laboratorio de Psicología, Universidad de Los Andes (mimeografía).
- Runyon, Richard y Audrey Haber (1987). *Estadística para las ciencias sociales*, 4ta ed. Argentina. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Salom de Bustamante, Colombia (1981). "Necesidad de logro y rendimiento académico". Mérida, Venezuela. Laboratorio de Psicología (mimeografía).
- SAS, Institute Inc. (1988). *SAS/STAT, User's Guide*. Release 6.03 Edition. USA.
- SPSS/Marketing Department (1992). *SPSS/PC+ Versión 5.0*. Marijá J. Norusis (compilador). Chicago. Marketing Department, SPSS, Inc.
- Tomassone, R. (1990). *Cómo interpretar los resultados de un Análisis Factorial Discriminante?* A. Tomassone y T. Johnson-Alvarez (traductores al español). París: ITCE.
- Universidad Simón Bolívar (1978). *El rendimiento estudiantil universitario*. Caracas. Equinocio.