

## **Análisis Multivariante del Rendimiento Académico de Ingeniería en Estadística Informática**

José Wilmer Chungat Peláez<sup>1</sup>, John Alex Ramírez Figueroa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero en Estadística Informática 2001

<sup>2</sup>Director de Tesis. Matemático, Escuela Superior Politécnica Nacional, 1996, Profesor de ESPOL desde 1995.

### **RESUMEN**

El presente trabajo está orientado a encontrar los factores cuantitativos y cualitativos que determinan y explican el Rendimiento Académico del estudiante así como el análisis de dichos factores y la explicación de los mismos y también se intentará medirlo a través de un Índice Relativo y de Eficiencia.

En el primer capítulo se hará una explicación sobre lo que se entiende por Rendimiento Académico, algunos conceptos del mismo y técnicas para medirlo.

En el cuerpo del trabajo se incluirá las técnicas, entre ellas el análisis univariado y multivariado y el Índice Relativo y de Eficiencia, procedimientos y resultados con los que se realizó el estudio y con los que se sustentan las conclusiones.

### **INTRODUCCIÓN**

El estudio realizado es sobre el Análisis Multivariado del Rendimiento Académico de una carrera universitaria el cual tiene como objetivo principal encontrar los factores cuantitativos y cualitativos que determinan y explican el rendimiento académico del estudiante así como el análisis de dichos factores y la explicación de los mismos.

Para llevar a cabo este estudio se reunió la información correspondiente a las notas obtenidas por los estudiantes en las materias que han cursado para con estos datos tratar de medir su rendimiento.

Para lograr esto haremos uso de la estadística y la matemática, realizando un análisis univariado y multivariado de los datos con los que contamos; para el aspecto estadístico y utilizando un Índice relativo y de eficiencia para ubicar su nota en una escala nueva, esto por el método matemático.

### **CONTENIDO**

#### **1. Rendimiento académico.**

Antes de dar un concepto de “Rendimiento Académico” debe tenerse claro el rol que este desempeña dentro del sistema educativo. Para ello seguiremos el siguiente esquema y definiremos cada una de sus partes:

Resultados de la enseñanza.

Definición de los objetivos de la ejecución.

Evaluación de las ejecuciones realizadas por el estudiante.

##### **1.1 Resultados de la enseñanza.**

Planificar la enseñanza, de la mejor forma, es empezar por los resultados que esperan obtenerse, y luego proceder en orden inverso.

## **1.2 La enseñanza y los objetivos de la educación.**

Conseguir un conjunto de objetivos determinado es la razón fundamental de planificar la enseñanza. Los objetivos de la educación consisten en las actividades humanas que contribuyen al funcionamiento de la sociedad y que pueden adquirirse por aprendizaje.

*Las “materias de estudio”, son simplificaciones burdas para estructurar la educación en lugar de definirla en función de los objetivos educacionales que reflejen las actividades reales de los miembros de la sociedad.*

## **1.3 Evaluación de los conocimientos adquiridos por el estudiante.**

Los resultados de la planificación se ponen de manifiesto cuando las evaluaciones del estudiante demuestran que ha adquirido los conocimientos impartidos. El planificador del curso así como el maestro deben tener alguna manera de evaluar si se ha alcanzado los objetivos propuestos del curso con base en las demostraciones del estudiante. A más de esto se debe saber si el estudiante ha alcanzado o ha obtenido los conocimientos o capacidades descritas en los objetivos del curso.

*“La forma de evaluar el aprendizaje consiste en elaborar pruebas u otros procedimientos de evaluación que permitan medir directamente las acciones descritas en los objetivos del curso”.*

La clave para la planificación de la evaluación es el objetivo de la acción. Se debe tener en claro que es lo que se espera que realice el estudiante o la acción que debe tomar, al momento de realizar la prueba. Una pregunta que debe plantearse es: ¿es igual la acción que se requiere durante la evaluación a la expuesta en el objetivo?, si la respuesta es “sí”, entonces la prueba es válida.

La palabra prueba se utiliza para indicar cualquier procedimiento de evaluación de la acción descrita en un objetivo. El uso de la palabra prueba puede abarcar todas las formas de prueba, escritas y orales, así como los procedimientos para evaluar los trabajos del estudiante. El término evaluación, implica la medida de la acción del estudiante.

Existen varios planteamientos sobre lo que se considera Rendimiento Académico:

El Rendimiento Académico se mide a través de las diferentes pruebas y/o procedimientos que se realice al estudiante para su evaluación.

El Rendimiento Académico no es solo un concepto sino también una escala para medir el desempeño o la capacidad del estudiante para alcanzar los objetivos enunciados en el curso.

Existen diferentes maneras de medir el Rendimiento Académico las cuales se diferenciarán de acuerdo a la metodología de estudio y a los objetivos que se esperen obtener.

Con el Rendimiento Académico no solo se muestra el grado de captación del estudiante sino también el alcance de los objetivos que se ha obtenido.

En síntesis el “Rendimiento Académico es la representación, en una escala, de las capacidades o puesta en práctica de conocimientos alcanzadas por un estudiante al final de un curso”. Dichas capacidades estarán previamente definidas en los objetivos del curso.

## **2. Marco teórico.**

Una vez expuesto el concepto de “Rendimiento Académico”, se procederá a definir el marco dentro del cual se desarrollará nuestro análisis y los procedimientos con los cuales se realizará el mismo.

## **2.1 Definiciones.**

Nuestra población esta compuesta por las calificaciones obtenidas por los estudiantes de una carrera universitaria: el caso Ingeniería en Estadística Informática de la ESPOL, comprendidos entre los años 1995 al 2000 a los cuales se les medirá su rendimiento académico tomando como base su promedio de calificaciones en todas y cada una de las materias que hayan cursado durante el período establecido en esta carrera.

Para ello se trabajará solo con las materias que el estudiante curso en Ingeniería en Estadística Informática y no antes de su ingreso a la misma, además se considerará sólo las materias del pensum de esta carrera (contando con los cambios en el pensum vigentes a partir del I Término 2000) y no las que el estudiante cursará en otras carreras.

Todas estas restricciones se establecen con el fin de evaluar el Rendimiento Académico del estudiante durante su paso por Ingeniería en Estadística Informática, ya que de no ser así se podría incurrir en el error de incluir variables (o en este caso materias) que no pertenecen a nuestro estudio y que podrían hacer diferir los resultados.

Las variables ha considerarse en nuestra población estas definidas por las materias pertenecientes al pensum de Ingeniería en Estadística Informática, que desde 1995 I Término hasta 1999 II Término sumaban 46 pero por el cambio que se efectuó en el mismo y que esta vigente desde el 2000 I Término este número varió, ya que aunque el número de materias del pensum no cambió, durante la transición muchos estudiantes cursaron materias que luego fueron eliminadas y es por eso que si formarán parte de este estudio.

Aunque las dos primeras generaciones de graduados (1995 y 1996) no se vieron afectadas por estos cambios la generación 1997 tendrá variaciones en cuenta al pensum de materias con que se gradúen, pero debido al alcance que tiene este análisis el caso mencionado no será estudiado, pero si se hará un análisis de estas variaciones hasta el I Término 2000.

A continuación se enunciarán algunas generalidades de la carrera a estudiarse para así conocer de una mejor forma el esquema en el que se desarrolla la misma.

## **2.2 Generalidades.**

Esta carrera se desarrolla con régimen presencial en ocho períodos semestrales consecutivos. En cada se debe aprobar hasta seis materias con una carga horario total entre veinte y veintidós horas de clase semanal.

## **2.3 Componentes Principales.**

El análisis de componentes principales trata de explicar la estructura de varianza-covarianza de pocas combinaciones lineales de las variables originales. Sus objetivos generales son:

- a. La reducción de datos.
- b. La interpretación de los mismos.

Aunque  $p$  componentes se requieren para reproducir la variabilidad total del sistema mucha de esta variabilidad se puede representar a través de un pequeño número,  $k$ , de los componentes principales.

De ser así, hay tanta información en los  $k$  componentes como la hay en las  $p$  variables. Los  $k$  principales componentes pueden sustituir, por lo tanto, las  $p$  variables iniciales, y el conjunto de datos originales, consistente en  $n$  medidas sobre las  $p$  variables es reducido a uno consistente en  $n$  medidas de los  $k$  componentes principales.

Un análisis de los componentes principales a menudo muestra relaciones que no eran notorias anteriormente y por lo tanto permite interpretaciones nuevas de la información.

Un análisis de componentes principales es más bien un medio que un fin por sí mismo por que frecuentemente son utilizados como pasos intermedios en investigaciones más grandes.

## 2.4 Análisis Factorial.

El Análisis Factorial es una técnica que consiste en resumir la información contenida en una matriz de datos con  $V$  variables. Para ello se identifican un reducido número de factores  $F$ , siendo el número de factores menor que el número de variables. Los factores representan a las variables originales, con una pérdida mínima de información.

## 2.5 Índice Relativo.

El Índice Relativo tiene por objetivo evaluar el rendimiento académico del estudiante ubicando su nota relativa en una escala que es proporcionada por el valor máximo y mínimo de las notas obtenidas por los estudiantes en el paralelo en curso, para conseguir este propósito se calculará la nota relativa de un estudiante no en la escala de 0 a 10, como comúnmente se lo hace, sino entre la máxima y mínima nota obtenida por los estudiantes de ese curso.

Al hacer esto se podrá determinar la medida en la cual el estudiante cumplió con los objetivos que se esperaba al culminar con la materia y se lo mide en función del desempeño de todos los estudiantes. Esto nos da una medida más segura del nivel de captación del estudiante puesto que si nadie alcanzó el máximo, 10, entonces no sería representativo evaluar el rendimiento del estudiante con el máximo establecido sino con el alcanzado por el curso, igual con el mínimo.

El Índice Relativo (IR) con el cual se analizará el rendimiento académico del estudiante se calculará de acuerdo a la fórmula:

$$NR_i = (N_i - NF_{ij}) / (NM_{ij} - NF_{ij}) \text{ donde:}$$

$NR_i$  = calificación relativa del estudiante en la asignatura  $i$

$N_i$  = calificación (base 100) obtenida por el estudiante en la asignatura

$N_{fij}$  = calificación mínima (base 100) de la asignatura  $i$  en la sección  $j$

$N_{mij}$  = calificación máxima (base 100) de la asignatura  $i$  en la sección  $j$

Rango de  $NR_i$  (0,1)

Importante

Para el cálculo correcto de  $NR_i$  se deben conocer las calificaciones máximas y mínimas de la sección, lo que daría una idea del percentil promedio en el cual se ha ubicado el estudiante en el semestre cursado y a más largo plazo a lo largo de su carrera.

Para efectos del cálculo de IR, la aprobación de una asignatura no “borra” una eventual nota reprobatoria anterior en dicha asignatura.

Además se incorpora un índice adicional de eficiencia (IE) que se define así:

$$IE = CA / CC \text{ donde:}$$

IE = índice de eficiencia      CA = número total de materias aprobadas

CC = número total de materias cursadas (no incluye las materias de las que se retiro)

### **3. Análisis univariado y multivariado.**

En este capítulo se procederá al análisis de los resultados obtenidos del procesamiento de los datos que son las notas de los estudiantes en las materias elegidas. Para el análisis tanto univariado como multivariado se hicieron consideraciones especiales debido a los datos con los que se contaba para que este estudio tenga una base sólida, dichas consideraciones se detallarán en cada análisis.

Hay 46 variables correspondientes a las materias del flujo actual de la carrera de Ingeniería en Estadística Informática, las materias a analizar corresponden a las dictadas entre el período 1995 al 2000 en el que hubo 3 flujos diferentes, por eso se trabajó solo con las materias vigentes hasta el flujo 1999 y no con las creadas a partir del nuevo flujo 2000, puesto que no habría suficientes datos para su análisis, por ello se trabajará con 46 variables y no con 48 como lo son en total, las notas de materias convalidadas no han sido tomadas en cuenta sino únicamente las dictadas por el Instituto de Ciencias Matemáticas en la carrera Ingeniería en Estadística Informática.

#### **3.1 Definición de variables**

En esta sección se presentará un perfil de las variables a analizarse, por lo extenso del estudio no se incluirá a todas las variables en lugar de eso se presentará a las dos más representativas.

##### **3.1.1 Cálculo I.**

Materia dictada en el nivel 100 I Término perteneciente al área Matemáticas y tiene por objetivos:

Capacitar al estudiante en el manejo de los conceptos de límites, continuidad, derivada e integral de funciones de una variable real a valores reales, proveyendo las bases para el planteamiento y resolución de las ecuaciones integro diferenciales, herramientas fundamentales para todo ingeniero.

Esta materia tiene por pre-requisito el examen de ingreso o curso pre-politécnico.

##### **3.1.2 Organización y Métodos.**

Materia perteneciente a la especialización Administración y Finanzas. Hasta 1997 se dictó en el nivel 300 I Término, entre 1998 y 1999 se dictó en el nivel 400 II Término, en el 2000 esta materia fue suprimida del flujo. Su pre-requisito hasta 1997 fue tener aprobado todas las materias del nivel 200, entre 1998 y 1999 su pre-requisito fue tener autorización de la Unidad Académica.

#### **3.2 Codificación de Variables.**

Una vez definidas nuestras variables de estudio se las codificó para su respectivo análisis.

#### **3.3 Análisis Univariado.**

En esta sección se procederá al análisis univariado de cada una de nuestras variables, se trabajará con la matriz de datos obtenida de las variables (materias) y las unidades de observación (estudiantes que tomaron las materias en cada año y término), los datos que se presentan en la matriz son las calificaciones o notas aprobatorias (mayores o iguales a 6 y menores o iguales a 10) de los individuos en cada una de las materias dictadas en el correspondiente Año y Término.

Por lo extenso del estudio solo se presentará el análisis de una de las variables más representativas.

##### **3.3.1 Cálculo I.**

Para esta variable se obtuvieron 651 casos que corresponden a las 16 ocasiones, la más alta al igual que Estructuras Algebraicas I y Fundamentos de Computación, en las que se dictó esta materia, en

la Tabla I se observa que el mínimo valor para esta variable es 6 y el máximo es 9.2, la mínima calificación con la que se aprobó esta materia fue 6, el valor más frecuente, correspondiente a 157 estudiantes que aprobaron con el mínimo necesario esto representa un 24.11% y 1 aprobó con 9.2 lo que representa el 0.15%. Se observaron 56 tipos diferentes de notas obtenidas por los estudiantes, notas entre 6 y 9.2.

De 1902 estudiantes que han cursado esta materia 651 la han aprobado con notas entre 6 y 9.2, que representan un 34.22%, el nivel de mortalidad de esta materia es 65.78% correspondiente a 1251 estudiantes que no la aprobaron, un porcentaje bastante considerable, la variable con el nivel de mortalidad más alto de todos.

El valor de la mediana es 6.3 esto indica que la mitad de los valores o calificaciones es superior a este valor y la otra mitad es inferior al mismo, un valor bastante bajo lo cual indica que la mitad de las notas es más baja que 6.3. El valor de la media fue 6.54 esta fue la nota en promedio con la que se aprobó esta materia en las 16 ocasiones en las que fue dictada, es igualmente baja.

El intervalo de confianza para la media, se encuentra entre 6.49 y 6.59, es decir que con un 95% de confianza se supone que la media se encontrará en el rango de [6.49, 6.59].

La desviación estándar de la media es 0.64 y nos muestra la variabilidad de los datos obtenidos con respecto a la media, esto significa que las notas con las que se aprobó la materia Cálculo I varían de su media en un promedio de 0.64, el cual es alto, como se ve en el Gráfico 3.1.

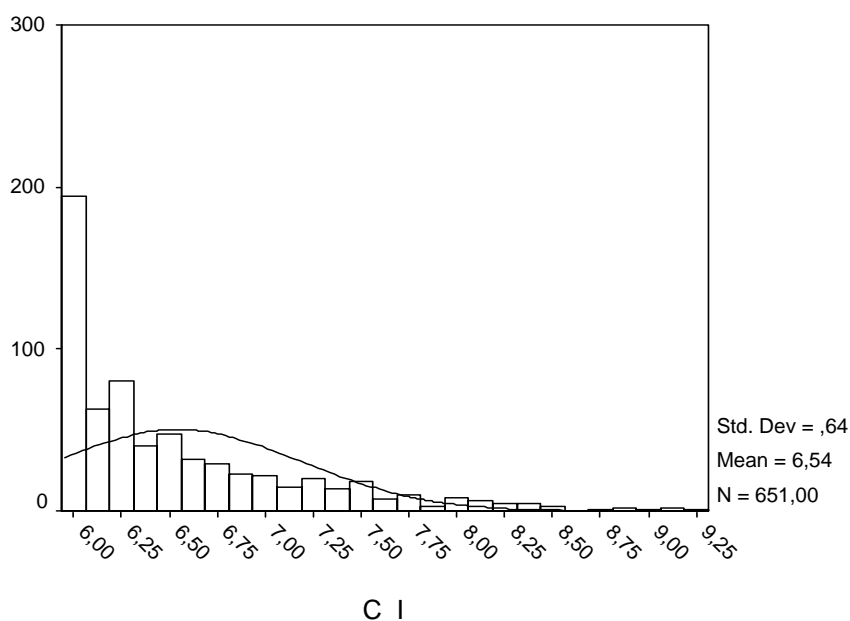
El valor de la varianza es 0.41 el cual indica la variedad de los datos la cual tiene un valor considerable debido a la variedad de datos obtenidos y a la cantidad de datos de la misma.

Finalmente la kurtosis es 2.08, la distribución es relativamente elevada con respecto Normal.

**Tabla I Estadísticas de la variable C\_I**

Stat	#	Min	Max	Mediana	Media	95% CI	95% CI -	Desviación Estándar	Varianza	Kurtosis
C_I	651	6	9.2	6.3	6.54	6.59	6.49	0.64	0.41	2.08

**Cálculo I**



**Gráfico 3.1. Histograma de frecuencias y distribución Normal de la variable C\_I**

El Gráfico 3.1 muestra el histograma de frecuencias conjuntamente con la distribución normal de la variable C\_I, en el se puede apreciar el histograma de frecuencias en donde el valor más alto alcanzado por esta variable esta en 6.00.

### 3.4 Análisis Multivariado.

Debido a lo extenso del estudio solo presentaremos el análisis de una de las áreas principales. Luego de hacer un enfoque de los datos con los que contábamos y los resultados que se podrían obtener y sobre todo no mezclar las observaciones de una variable obtenida en un determinado año y término con las de otro año y término, se decidió trabajar con una matriz de datos que tenía por variables las materias de estudio y por unidades de investigación el “Año” y “Término” en que se dictaron dichas materias.

Al sacar esta nueva matriz sabíamos que habría un problema y es que se tenían 16 filas y 46 columnas con ausencia de datos en algunas de sus componentes,  $M_{ij}$  de la matriz, es por ello que se decidió en lo que respecta al análisis multivariado, dividir esta matriz por grupos de especialización: Estadística, Administración y Finanzas, Matemáticas, Informática y Humanísticas, y dentro de cada especialización se considerará solo las materias más relevantes y con suficientes datos para realizar el análisis correspondiente (Análisis de Componentes Principales).

El área Humanísticas no será considerada en nuestro análisis puesto que apenas existen dos materias correspondientes a esta área, por esta razón un análisis de componentes principales no sería factible.

#### 3.4.1 Análisis Multivariado del área Estadística.

Para realizar este análisis previamente hubo que seleccionar las variables que serían incluidas puesto que no lo serían todas debido a la falta de datos, asimismo hubo que suprimir datos es decir no se comenzó desde el año 1995 Término I, que es desde donde comenzó la carrera, sino desde 1997 Término I, puesto que no todas las materias fueron dictadas desde 1995 Término I y para no trabajar con esa ausencia de datos se optó por comenzar desde 1997 Término I.

#### 3.4.2 Análisis de Componentes Principales del área Estadística.

Se trabajará con la matriz de correlaciones, en la Tabla II se presenta los valores propios, el porcentaje de varianza explicada por los mismos, y el porcentaje acumulado. En la Tabla III se presenta los vectores propios.

**Tabla II** Valores propios y porcentaje de explicación

Valor propio	Varianza explicada	Varianza acumulada
2.03744865	0.40748973	0.40748973
1.21229665	0.24245933	0.64994906
1.01565118	0.20313024	0.8530793
0.51228507	0.10245701	0.95553631
0.22231845	0.04446369	1

**Tabla III** Vectores propios

	1	2	3
I_O_II	-0.58924126	0.29981356	0.048725911
E_M_II	0.51719767	0.36590263	0.000396993
MUESTREO	0.49216833	0.19372734	0.592229413
T_E_D	0.29196629	-0.73567294	-0.279543279
E_M_I	-0.24047315	-0.44438963	0.754152177

Como se puede ver en la Tabla II con los dos primeros valores propios se puede explicar más del 60% de la información, es decir en la dos componentes generadas por estos valores se puede concentrar más del 60% de información en cambio que el último valor que genera la última componente no aporta con un porcentaje significativo de información.

En la Tabla III se presentan los vectores propios, estos vectores representan los nuevos ejes principales sobre los cuales se ubicarán las variables y los individuos, en donde para el primer vector se encuentra que la variable que mayor aporta positivamente es E\_M\_II y I\_O\_II seguida por E\_M\_I son quienes aportan negativamente. Estos vectores se interpretan como componentes del promedio general de un estudiante.

Por lo regular el promedio de un estudiante se presenta en una sola cifra sin que la persona que lo esta evaluando sepa ¿en qué materias se destacó? o ¿en cuáles tuvo bajo rendimiento?, es por esa razón que se da una respuesta a estas interrogantes con este análisis.

En el primer vector la variable más positiva es E\_M\_II, significa que quien evalúe el Rendimiento Académico de un estudiante y desee que tenga habilidades en la materia Estadística Matemática II deberá utilizar la información que aporta este vector, en contraste con esto la variable I\_O\_II es la que aporta en forma más negativa así, la materia Investigación de Operaciones II es la que disminuye el valor del promedio, entonces una persona con habilidades en Estadística Matemática II tendrá deficiencias en Investigación de Operaciones II principalmente y también las tendrá en Estadística Matemática I, con lo que se evidencia lo que se explicó en la matriz de correlaciones respecto a la relación inversa entre E\_M\_II con I\_O\_II y E\_M\_II con E\_M\_I.

En el primer vector MUESTREO y E\_M\_II tratan sobre teoría estadística incluso en I\_O\_II se utiliza elementos estadísticos-probabilísticos, y puesto que son estas las variables que más “peso”, en valor absoluto, tienen en este vector es por esta razón que se lo ha denominado Eje estadístico.

El segundo vector muestra que la mayor contribución positiva esta dada, al igual que en el primer vector, por la variable E\_M\_II, lo cual indica que si nos guiamos por la información del segundo vector la materia Estadística Matemática II es quien da mayor valor al promedio asimismo debe tomarse en cuenta que en este vector la variable T\_E\_D aporta negativamente al promedio del estudiante, entonces Tratamiento Estadístico de Datos es la materia en la cual un estudiante posee deficiencia al igual que en la materia Estadística Matemática I de acuerdo a la información aportada por este vector.

En el segundo vector T\_E\_D y E\_M\_I son materias de mayor contenido en teoría de probabilidades y ya que son las que pesan más en este vector, se lo denominó Eje probabilístico.

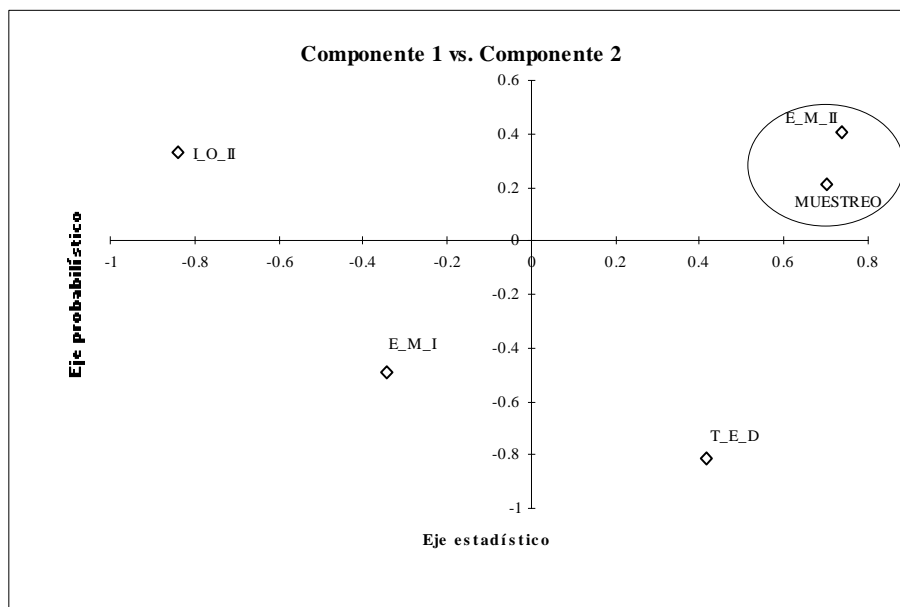
Para estos dos valores y vectores propios se generaron los dos factores de carga correspondientes, los factores de carga o “Factor loadings”, son quienes nos proporcionan las coordenadas de las variables en los nuevos ejes principales, estos se obtienen de la multiplicación de cada vector propio por su respectivo valor propio, son estos factores los que nos ayudarán a definir el agrupamiento de las variables de existir.

Los Factor loadings se presentan en la Tabla IV.

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>
I_O_II	-0.841078	0.3301078
E_M_II	0.7382439	0.4028747
MUESTREO	0.7025173	0.2133022
T_E_D	0.4167504	-0.810008
E_M_I	-0.34325	-0.489292



En el Gráfico 3.2 se presenta la Componente 1 vs. la Componente 2 en donde se puede apreciar la agrupación de las variables y su relación con cada factor.



**Gráfico 3.47. Componente 1 vs. Componente 2 del área Estadística**

En el gráfico se aprecia que las variables E\_M\_II y MUESTREO están más relacionadas en cuanto al Eje estadístico si se analiza su proyección en el mismo, del mismo modo las variables E\_M\_II, MUESTREO y I\_O\_II están más relacionadas con el Eje probabilístico en su proyección a este. De acuerdo a la posición contraria que tienen las variables E\_M\_II, MUESTREO y I\_O\_II con E\_M\_I y T\_E\_D en cuanto al Eje estadístico se deduce que se contraponen en cuanto a contenido pues las primeras tienen más de teoría de probabilidades y las segundas tienen más de teoría de estadística, como era de esperarse.

En el Eje estadístico la dirección de izquierda a derecha indica que la materia tiende más a contenidos estadísticos; entonces T\_E\_D tiene un contenido estadístico intermedio entre E\_M\_I y E\_M\_II mientras que I\_O\_II tiene el menor contenido estadístico.

Como se analizó previamente en los valores propios el valor negativo de las variables hace que el promedio de un estudiante baje sobretodo si la influencia negativa de estas variables es mayor que las positivas esto no solo disminuye el promedio sino que hace negativo el valor del mismo al realizar el cálculo de su Rendimiento Académico.

Para el Eje probabilístico las variables E\_M\_II, MUESTREO y T\_E\_D se contraponen con I\_O\_II y E\_M\_I, esto quiere decir que, E\_M\_II, MUESTREO y T\_E\_D tienen un mayor contenido estadístico en comparación con I\_O\_II y E\_M\_I puesto que se encuentra en el lado derecho. Ahora, como se generaron dos componentes en las que se reúne la mayor cantidad de información hay que definir el nuevo grupo de variables que se generaron llamados factores o "Factors", de acuerdo al gráfico se puede ver un agrupamiento de variables en estos dos ejes o componentes, las demás variables tienen un comportamiento indiferenciado, el que se nombró de la siguiente forma:

Factor 1: Materias Complementarias para el análisis univariado.

En donde el Factor 1 está compuesto por E\_M\_II y MUESTREO, estas son las variables con las que se puede captar la mayor cantidad de información en cuanto al área Estadística.

Este agrupamiento se da por cuanto las variables E\_M\_II y MUESTREO dan el soporte necesario para complementar las técnicas y el conocimiento necesario para el Análisis Univariado.

## Conclusiones

Entre los valores de “nivel de mortalidad” o “grado de dificultad” que se obtuvieron se destacan el de Cálculo I, Estructuras Algebraicas I y Fundamentos de Computación siendo 65.77%, 64.70% y 55.34, en contraste con las materias Investigación de Mercados, Organización y Métodos y Moneda y Banca con 0.68%, 0% y 0%, respectivamente, que son quienes registran el menor grado de dificultad y son materias del último nivel, el primer valor corresponde a 1 estudiante reprobado y los otros dos a 0. Esto tiene mucho sentido puesto que al ingresar las materias de primer nivel son nuevas y básicas y esto ocasiona un mayor grado de dificultad a los estudiantes para aprobarlas en tanto que las materias del último nivel tienen ya el respaldo de todo lo aprendido durante la carrera y esto hace menos difícil su aprobación.

Las materias que se deben estudiar para analizar más detalladamente el área Estadística son Estadística Matemática II y Muestreo quienes forman el factor denominado “Materias Complementarias para el análisis univariado”, es decir se debe analizar el desempeño de un estudiante en estas materias, el puntaje que alcanza y las materias que las contrastan o que hacen que el valor del promedio disminuya.

Se utilizó el índice relativo para medir el rendimiento académico de un estudiante de los resultados obtenidos, se puede concluir que los estudiantes al ser comparados con los valores altos y bajos obtenidos en el propio curso no alcanzan un rendimiento satisfactorio y su nota, en algunos casos no sería lo suficiente para aprobar aun cuando sus notas reales lo sean.

## Recomendaciones

Debe realizarse un análisis univariado por cada año y término ya que como un análisis multivariado de cada año y término son diferentes entre sí y se debe realizar un seguimiento de cada materia para determinar su grado de dificultad y el por que del mismo al igual que se debe realizar una comparación con los datos históricos.

Un análisis multivariado como el que se realizó es muy factible cuando se cuenta con los datos suficientes para hacerlo, muchas variables que fueron excluidas por falta de datos, Se recomienda realizar estudios anuales sino es por cada término de cada área aquí estudiada con la ventaja de que en los años venideros se podrá incluir más materias en el estudio.

## Referencias

- a) **Libro**  
CLIFF, N., Analyzing multivariate data, (Harcourt Brace Jovanovich, San Diego, 1987)
- b) **Libro con edición**  
3HAIR, ANDERSON, TATHAM, BLACK, Multivariate Data Analysis, (Quinta Edición, Prentice Hall, Upper Sadle River, New Jersey, 1998)
- c) **Artículo en Internet**  
<http://www.unimet.edu.ve/estud/inrend.htm>
- c) **Artículo en Internet.**  
<http://www.uniovi.es/UniOvi/Apartados/Departamento/Psicologia/metodos/tutor.1/fac1.html>
- e) **Tesis**  
J. Chungata, “Análisis Multivariado del Rendimiento Académico de Ingeniería en Estadística Informática” (Tesis, Instituto de Ciencias Matemáticas, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001)