

LA INCIDENCIA DE LA PREPARACIÓN EN CIENCIAS MATEMÁTICAS QUE SE IMPARTE EN EL CURSO PREPOLITÉCNICO CON EL RENDIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Reyes Baquerizo Tatiana¹, Zurita Herrera Gaudencio²

¹Reyes Baquerizo Tatiana, Ingeniera en Estadística Informática; (e-mail: treyes@espol.edu.ec);

²Zurita Herrera Gaudencio, M.Sc. en Estadística, Profesor de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Director del Centro de Estudios e Investigaciones Estadísticas ICM-ESPOL; (e-mail: gzurita@espol.edu.ec).

RESUMEN

Resumen. El presente trabajo analiza ciertas características de los estudiantes con el propósito de evaluar la preparación en Ciencias Matemáticas que se imparte en el Curso Prepolitécnico y como influye en su rendimiento académico. Para el análisis se cuenta con una población objetivo de doscientos sesenta y nueve estudiantes de las ingenierías tradicionales que ingresaron a la Escuela Superior Politécnica del Litoral en el primer semestre del año 2001.

En la primera parte se presenta una introducción acerca de la instrucción en Matemáticas. En la segunda parte se describe la población objetivo así como el diseño del cuestionario que es el medio por el cual se obtiene la información por parte de los estudiantes. La tercera parte se encuentra formada por el estudio univariado de cada una de las variables de estudio. Finalmente en la cuarta parte se presentan los estudios multivariados realizados como Análisis de Correlación Canónica y por Conglomerados.

Los resultados obtenidos, se reflejan en algunas conclusiones que se presentan en este trabajo.

Summary. The present work analyzes certain characteristics of the students with the purpose to evaluate the preparation in Mathematics science that to impart in the Prepolitecnic Course and how influence in your academic efficiency. For the analysis counts on two hundred sixty nine students of the traditions engineers that entered at the Escuela Superior Politécnica del Litoral in the first semester of the year 2001.

The first part shows a introduction about the instruction of Mathematics. In the second part to describe the objective population just as the design of the questionnaire that is fountain of the information. The third part shows the study univariado of each one of the study variables. Finally in the fourth part the studies multivariaded made like analysis of Canonical Correlation and Conglomerates.

The obtained results, are reflected in some conclusions that appear in this work.

1. INTRODUCCIÓN

Es conocimiento de todas las personas que la Matemática en tiempos previos y en la actualidad es considerada como una ciencia complicada por su extensión y por tener tópicos de gran complejidad.

Estas ideas han ocasionado que los estudiantes desde la escuela primaria en su mayoría, le hayan tomado cierto temor a esta ciencia ocasionándoles inclusive la pérdida del año escolar, en algunos casos, o la inclinación hacia carreras profesionales que no tengan mayor relación con lo que es cuantificación.

En el presente trabajo se plantean varias hipótesis con el fin de llegar a descubrir cuáles son las razones por las que los estudiantes ven a esta área del conocimiento científico con temor y las causas que llevan a reprobar Matemáticas en el colegio y que además la ven complicada al momento de realizar el curso Prepolitécnico en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Para la realización de este trabajo se tomará como referencia a los estudiantes que ingresaron a la ESPOL en el año 2001 Primer

Semestre (Mayo-Septiembre), los cuales constituyen la población objetivo de la presente investigación, para lo cual se utiliza un cuestionario que es el medio por el que se obtiene la información por parte del entrevistado.

La información acerca de estos estudiantes que representan la población objetivo fue proporcionada por el *Centro de Registros, Calificaciones y Estadísticas, ESPOL (CRECE)*, el cual facilitó el listado de estudiantes que ingresaron a la ESPOL en el año 2001 Primer Semestre.

1.1 LA INSTRUCCIÓN EN MATEMÁTICAS

Los registros en la oficina de ingreso de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) muestran que en los últimos años (desde año 2000), la cantidad de estudiantes que se registran en el curso Prepolitécnico sigue incrementándose pero de manera similar sucede con los alumnos que reprueban el curso.

En la actualidad es muy común escuchar a los estudiantes de manera frecuente su insatisfacción por la enseñanza de Matemáticas impartida en sus respectivos colegios, los cuales en su mayoría no cumplen con el programa establecido por el Ministerio de Educación y Cultura dejando grandes vacíos en los conocimientos de los estudiantes y trayendo como consecuencias grandes problemas al momento de querer ingresar a la ESPOL y tener que enfrentarse con temas desconocidos para ellos ya que el requisito fundamental es aprobar el Curso Prepolitécnico o un equivalente que es el Examen de Ingreso.

Se han establecido hipótesis para determinar a que se debe este hecho, donde se puede mencionar el tipo de colegio de donde provienen los estudiantes, la educación que recibieron por parte de la institución, entre otras.

El Ministerio de Educación y Cultura ha establecido los programas de estudio que deberían dictarse en los diversos colegios del país, es deseable que los establecimientos educativos cumplan con dicho programa de estudio, de esta manera se puede evitar que los alumnos mientras van avanzando con su educación secundaria no vean difícil esta ciencia, al mismo tiempo que les resultará sencillo aprobar el Curso Prepolitécnico para ingresar a la ESPOL.

Esto nos lleva a un problema grave ya que la falta de preparación de los estudiantes hace que siga incrementándose la lista de estudiantes que no han podido aprobar el curso Prepolitécnico o a su vez el Examen de Ingreso.

2. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO, DISEÑO DEL CUESTIONARIO.

Población

En forma conceptual, población es una característica medible en un universo estadístico, usando distribuciones de probabilidad si son poblaciones discretas o densidades en el caso de poblaciones continuas.

Población Objetivo

Población Objetivo es el conjunto de todos los entes, personas, animales o cosas, cuyas características estamos interesados en analizar.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO.

La población objetivo con la cual se trabaja en la actual investigación está conformada por la cohorte de estudiantes que ingresaron a Ingeniería de la ESPOL en el año 2001 primer semestre.

Buena parte de la información que se utiliza e este trabajo fue proporcionada por el Centro de Registros, Calificaciones y Estadísticas, ESPOL (CRECE) con la ayuda de listados en los que constan los alumnos que ingresaron en el año 2001 y que hasta la actualidad (enero 2005) se encuentran registrados en la ESPOL.

La información proporcionada muestra que en el año 2001 (mayo _ septiembre) ingresaron a la ESPOL trescientos sesenta y siete alumnos pero para el presente semestre (Octubre 2004 – Febrero 2005), el número de estudiantes ha disminuido debido a diferentes factores, ya sean éstos, retiro o cambio de carrera, o simplemente el estudiante no continuó registrándose.

Debido a que el número de estudiantes de la población se redujo a doscientos sesenta y nueve se prefirió tomar el universo, es decir a todos los estudiantes que ingresaron a Ingeniería en el año 2001 y se encuentran registrados actualmente.

2.2. DISEÑO DEL CUESTIONARIO.

Para obtener la información necesaria acerca de la preparación en Ciencias Matemáticas que se impartió tanto en el colegio como en el Curso Prepolitécnico y como influye en la actualidad en su rendimiento académico a los estudiantes de Ingeniería en la ESPOL, se utilizó un cuestionario aplicado a la población objetivo con temas relacionados con la metodología de enseñanza por parte de los profesores, nivel de conocimientos en Matemáticas adquiridos durante los estudios de secundaria así como también la apreciación de lo que es la enseñanza de Matemáticas en el Curso Prepolitécnico, y finalmente si los conocimientos adquiridos en esas dos etapas de su vida estudiantil (colegio y Prepolitécnico) fueron de utilidad en su vida como estudiante politécnico.

Las secciones en las cuales se encuentra particionado el cuestionario son las siguientes:

- I.- Características generales del entrevistado.
- II.- Acerca del Colegio.
- III.- Admisión a la ESPOL.
- IV.- Acerca de la ESPOL.

En la primera sección del cuestionario se indaga acerca de la Unidad Académica a la cual actualmente pertenece el estudiante en la ESPOL, además se investiga género, edad, estado civil y la carrera en la que se encuentra estudiando.

En la segunda sección se encuentran preguntas referentes al colegio de donde proviene el estudiante así como: tipo de colegio, ubicación geográfica y desde su perspectiva actual la opinión del estudiante acerca de la formación en Matemáticas que recibió por parte del colegio.

En la sección “Admisión a la ESPOL” se encuentran preguntas como el motivo por el cual el estudiante decide ingresar a la ESPOL, el número de veces que realizó el Curso Prepolitécnico así como el número de veces que rindió el Examen de Ingreso, si el estudiante necesitó tomar un curso de nivelación adicional; y, preguntas relacionadas con la opinión del estudiante con respecto a las ayudantías y el profesor del Curso Prepolitécnico, horarios de clases, tiempo de duración del examen, etc.

Por último la sección “Acerca de la ESPOL” contiene preguntas relacionadas con los conocimientos adquiridos en el Curso Prepolitécnico, entre otras cosas, si en los estudiantes ha aumentado la dificultad de algunas materias dentro de la ESPOL por no

tener claro los conocimientos relacionados con Matemáticas.

Este cuestionario fue previamente diseñado para pasar a la etapa de codificación de las variables que serán medidas y de esta forma obtener resultados confiables.

3. ANÁLISIS UNIVARIADO.

En esta sección se realiza el Análisis Univariado de cada una de las características consideradas en la población investigada. Se utilizarán tablas de frecuencias e histogramas; en el caso de las variables cuantitativas como son la edad y el número de materias aprobadas también se presentará ojivas la cual está representada por la curva de la frecuencia relativa acumulada, de igual manera se efectúan pruebas de bondad de ajuste.

La población objetivo considerada para este trabajo son los estudiantes de las ingenierías tradicionales que ingresaron en el primer semestre del año 2001.

La recolección de datos para la realización de este capítulo se la hizo en el Campus Prosperina de la ESPOL en los meses de Diciembre 2004 – Enero 2005. Para el análisis estadístico de las variables se utilizará los software: SPSS, SYSTAT y Microsoft Excel.

Género.- Aproximadamente el 82% de los estudiantes entrevistados son de género masculino y el restante 18% son de género femenino.

Estado Civil.- Apenas el 2% de los miembros de la población objetivo son casados.

Edad.- En el estudio realizado se determina que los estudiantes a los cuales fueron entrevistados tienen una edad promedio de 21.397 ± 0.066 años a Enero 25, 2005. Los coeficientes de kurtosis y sesgo presentados caracterizan a esta variable como una distribución leptocúrtica y sesgada hacia la izquierda; las edades se concentran alrededor de la media con una dispersión medida por la desviación estándar de 1.080 años.

Los valores, en años, que toma esta variable se encuentran agrupados en intervalos semiabiertos, donde éste no incluye el extremo superior, de donde podemos decir que aproximadamente el 54% de la población objetivo tienen actualmente entre 21 años y 22 años, el 10% de los estudiantes se encuentran en

los 23 y 24 años y que el 1.9% de los estudiantes son mayores de 25 años.

A continuación se desarrolla la prueba de Bondad de Ajuste (K-S) para constatar si la variable puede ser modelada mediante una distribución normal.

Como puede apreciarse en el Cuadro 1 el valor p de la prueba es pequeño (cero, con tres decimales de precisión), por lo que concluimos que no existe evidencia estadística para aceptar H_0 , es decir, la edad de los estudiantes no puede ser modelada como una distribución Normal con los parámetros establecidos en la Hipótesis Nula.

Cuadro 1

La incidencia de la preparación en Ciencias Matemáticas que se imparte en el Curso Prepolitécnico con el rendimiento de los estudiantes de Ingeniería

Prueba K-S: Edad de los Estudiantes

H_0 = La edad de los estudiantes puede ser modelada como N (21.397 , 1.166).
vs.

H_1 = No es verdad H_0

$$\text{Sup}_x \left| \hat{F}(x) - F_0(x) \right| = 0.302$$

Valor p= 0.000

Unidad Académica.- La Facultad de Ingeniería en Eléctrica y Computación (*FIEC*) es la Unidad Académica que cuenta con la mayor cantidad de estudiantes 58%, seguido de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (*FIMCP*) que cuenta con 28% de estudiantes, la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (*FICT*) con 11% de estudiantes; y, el restante 3% de los estudiantes se encuentran en la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (*FIMCM*).

El motivo por el cual decidió ingresar a la ESPOL: Los resultados muestran que el 80.3% de los estudiantes señalaron que el motivo de su ingreso a la ESPOL fue por “decisión propia”, el 7.8% por “influencia familiar”, el 4.1% por su “situación económica”, el 6.3% por su especialización y el 1.5% por otros motivos.

Número de veces que toman el Curso Prepolitécnico.- El 4.8% de los estudiantes entrevistados nunca tomaron el Curso Prepolitécnico, el 60.2 % hicieron una vez el curso, el 32.3% realizó dos veces el curso y un 2.6% hizo tres veces o más el Curso Prepolitécnico.

Proposición: “El Curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas”.

El 49.4% de los estudiantes investigados se encuentran en Total Acuerdo en que el Curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas. El coeficiente de Kurtosis positivo (2.129) y sesgo negativo (-1.713) determinan que la variable tiene una distribución leptocúrtica sesgada hacia la derecha.

Proposición: “Los conocimientos adquiridos en el Curso Prepolitécnico fueron suficientes para aprobar las materias relacionadas con Matemáticas”.

El 6.7% de los estudiantes investigados se encuentran en Total Desacuerdo con la proposición establecida, mientras que el 9.7% se encuentran en Parcial Acuerdo.

La Zona de Acuerdo muestra un 63.2% lo que significa que los estudiantes se encuentran en Parcial y Total Acuerdo con la proposición formulada.

4. ANÁLISIS MULTIVARIADO

Esta sección presenta el Análisis Multivariado de las variables de estudio, donde se consideran simultáneamente las medidas y relaciones de varias variables.

El Análisis Multivariado permite establecer a partir de datos numéricos ciertas relaciones y leyes operativas, investigar estructuras latentes y ensayar diversas maneras de organizar dichos datos en estructuras conocidas y fácilmente utilizables, por una parte, transformándolos y presentándolos bajo una nueva forma y por otra, reduciéndolos y notando de no perder información inicial, hasta constituir con ellos un resumen relativamente exhaustivo del conjunto de partida.

La sección 4.1 presenta el estudio de pares de variables, mediante el Análisis Bivariado, la sección 4.2 presenta el Análisis de Correlación Canónica donde se estudian las relaciones lineales entre grupos de variables; mientras que en la sección 4.3 se presenta el

Análisis por Conglomerados, en el que se efectúa agrupamientos por variables.

4.1. Análisis Bivariado

Se analiza de manera conjunta pares de variables (X, Y), en términos de lo que es su distribución conjunta $f(x, y)$, al mismo tiempo que se determina sus distribuciones marginales $f_x(x)$ y $f_y(y)$. Igualmente se determinan probabilidades condicionales.

“Género” con “El curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas”

Consideremos la distribución conjunta de la variable “Género” y “El curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas”. La probabilidad de que alguien en la población objetivo sea de género masculino es 0.829; mientras que la probabilidad de que sea hombre y esté en Total Acuerdo con la proporción en discusión es 0.420.

La probabilidad condicional de que esté en Total Desacuerdo con la proposición dado que es “hombre”, es igual a 0.036 mientras que la probabilidad de que le sea indiferente la proposición considerada dado que es hombre es 0.049; finalmente la probabilidad de estar en Parcial Acuerdo dado que el informante es de sexo femenino es 0.304.

Tabla 4.1.1
La incidencia de la preparación en Ciencias Matemáticas que se imparte en el Curso Prepolitécnico con el rendimiento de los estudiantes de Ingeniería
Análisis Bivariado: “Género” con “El curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas”

Curso Prepolitécnico nivela conocimientos	Género		Marginal "Curso nivela conocimientos"
	Masculino	Femenino	
No aplicable	0.097	0.007	0.104
Total Desacuerdo	0.030	0.015	0.045
Parcial Desacuerdo	0.030	0.007	0.037
Indiferente	0.041	0.015	0.056
Parcial Acuerdo	0.212	0.052	0.264
Total Acuerdo	0.420	0.074	0.494
Marginal Género	0.829	0.171	1.000

”Número de veces que el estudiante realizó el Curso Prepolitécnico” con “A más del Curso Prepolitécnico debió tomar un curso de nivelación adicional fuera de la ESPOL”.

Consideremos la distribución conjunta de la variable “Número de veces que el estudiante realizó el Curso Prepolitécnico (A)” con “A más del Curso Prepolitécnico debió tomar un curso de nivelación adicional fuera de la ESPOL (B)”. La probabilidad de que un estudiante de la población objetivo haya realizado por una ocasión el Curso Prepolitécnico es 0.621.

La probabilidad condicional de que el estudiante haya tomado un curso de nivelación adicional fuera de la ESPOL dado que realizó en una ocasión el Curso Prepolitécnico es 0.209, mientras que la probabilidad condicional de no haya tomado un curso adicional fuera de la ESPOL dado que realizó en una ocasión el Curso Prepolitécnico es 0.791. La probabilidad de que un estudiante sí debió tomar un curso de nivelación adicional que le ayudara en el aprendizaje de Matemáticas es 0.249.

Tabla 4.1.2
La incidencia de la preparación en Ciencias Matemáticas que se imparte en el Curso Prepolitécnico con el rendimiento de los estudiantes de Ingeniería
Análisis Bivariado: “# Veces que el estudiante realizó el Curso Prepolitécnico” con “A más del Curso Prepolitécnico debió tomar un curso de nivelación adicional fuera de la ESPOL”.

Factor A	Factor B		Marginal "Factor A"
	No	Sí	
Cero Veces	0.026	0.004	0.030
Una Vez	0.491	0.130	0.621
Dos Veces	0.219	0.104	0.323
Más de dos veces	0.015	0.011	0.026
Marginal "Factor B"	0.751	0.249	1.000

Factor A: # Veces que el estudiante realizó el Curso Prepolitécnico
Factor B: A más del Curso Prepolitécnico debió tomar un curso de nivelación adicional fuera de la ESPOL.

4.2. Correlación Canónica

Correlación Canónica es una técnica estadística multivariada que permite identificar y cuantificar la asociación lineal entre dos conjuntos $X^{(1)}$ y $X^{(2)}$ de variables, es decir mide la fuerza de dicha asociación lineal entre los grupos seleccionados. Las variables

canónicas son pares de combinaciones lineales de los vectores $\mathbf{X}^{(1)}$ y $\mathbf{X}^{(2)}$.

Se tiene al primer grupo de q variables representadas por el vector aleatorio $\mathbf{X}^{(1)}$ y el segundo grupo de $(p-q)$ variables representadas por el vector aleatorio $\mathbf{X}^{(2)}$, donde el primer grupo de variables tiene cuando más la misma cantidad de variables que el segundo, es decir, $q \leq p$.

Si consideramos a los vectores $\mathbf{X}^{(1)}$ y $\mathbf{X}^{(2)}$ en conjunto, tenemos:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_q \\ \vdots \\ X_{q-1} \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix} \left. \begin{array}{l} \text{ } \\ \text{ } \end{array} \right\} \begin{array}{l} q \\ \\ p-q \end{array} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}^{(1)} \\ \dots \\ \mathbf{X}^{(2)} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\mu} = E \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \vdots \\ \mu_q \\ \vdots \\ \mu_{q-1} \\ \vdots \\ \mu_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\mu}^{(1)} \\ \dots \\ \boldsymbol{\mu}^{(2)} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \dots & \sigma_{1q} & \sigma_{1,q+1} & \dots & \sigma_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{q1} & \dots & \sigma_{qq} & \sigma_{q,q+1} & \dots & \sigma_{qp} \\ \sigma_{q+1,1} & \dots & \sigma_{q+1,q} & \sigma_{q+1,q+1} & \dots & \sigma_{q+1,p} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \dots & \sigma_{pq} & \sigma_{p,q+1} & \dots & \sigma_{pp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{bmatrix}$$

Donde:

$Cov(\mathbf{X}^{(1)}) = \Sigma_{11}$ = Matriz de varianzas y covarianzas de $\mathbf{X}^{(1)}$

$Cov(\mathbf{X}^{(2)}) = \Sigma_{22}$ = Matriz de varianzas y covarianzas de $\mathbf{X}^{(2)}$

$Cov(\mathbf{X}^{(1)}, \mathbf{X}^{(2)}) = \Sigma_{12} = \Sigma_{21}^T =$

Matriz de covarianzas de $\mathbf{X}^{(1)}$ y $\mathbf{X}^{(2)}$

Sean U y V combinaciones lineales de las variables del primer y segundo vector respectivamente, es decir:

$$U = \mathbf{a}^T \mathbf{X}^{(1)} \quad ; \quad V = \mathbf{b}^T \mathbf{X}^{(2)}$$

donde \mathbf{a} es un vector de dimensión q , y \mathbf{b} es un vector con dimensión $p-q$, tales que maximizan la correlación entre el par U y V , sujetas a la restricción de que la varianza de U y V sean 1.

En base a esto definimos, el primer par de

variables canónicas, como el primer par de combinaciones U_1 y V_1 , que tienen varianza unitaria y máxima correlación (correlación canónica) entre ellas.

El segundo par de *variables canónicas*, como el par de combinaciones U_2 y V_2 , que tienen varianza unitaria y máxima correlación (correlación canónica) entre ellas, a excepción del primer par de variables canónicas.

El p -ésimo par de *variables canónicas*, como el par de combinaciones U_p y V_p , que tienen varianza unitaria y máxima correlación (correlación canónica) entre ellas, a excepción de los anteriores $(p-1)$ pares de variables canónicas anteriores.

Primer Grupo de proposiciones:

$\mathbf{X}^{(1)}$ está compuesto por las proposiciones de la sección del cuestionario referente a la "Admisión a la ESPOL".

Las Matemáticas que aprendí en el colegio fueron fundamentales para mi ingreso a la ESPOL.

Las ayudantías de Matemáticas en el Curso Prepolitécnico constituyen un factor importante para aprobar el Curso Prepolitécnico.

La planificación de los horarios de clases influye en el rendimiento de los estudiantes que toman el Curso Prepolitécnico

El Curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas.

En el Curso Prepolitécnico el profesor de Matemáticas es un factor importante para aprobar el curso.

Considera que el tiempo utilizado para la resolución de los exámenes es el adecuado.

Segundo Grupo de proposiciones:

$\mathbf{X}^{(2)}$ está compuesto por las variables del cuestionario referente a la sección "Acerca de la ESPOL".

Los conocimientos que adquirí en el Curso Prepolitécnico fueron suficientes para aprobar las materias relacionadas a Matemáticas.

Las ayudantías son importantes para aprobar los cursos regulares de Matemáticas en la ESPOL

El no tener claro los conocimientos básicos relacionados con Matemáticas ha aumentado la dificultad en algunas materias que he tomado en la ESPOL

En términos generales las preguntas de los exámenes son representativos de lo enseñado en clases o asignado para investigar

Es necesario la implantación de un sistema que guíe al estudiante en su vida académica (“Consejerías Académicas”).

Se procede a calcular los coeficientes de correlación canónica para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran en la *Tabla 3.2.1*.

Tabla 4.2.1
La incidencia de la preparación en Ciencias Matemáticas que se imparte en el Curso Prepolitécnico con el rendimiento de los estudiantes de Ingeniería.

Pares de Variables	Correlación Canónica
(U_1, V_1)	0.600
(U_2, V_2)	0.352
(U_3, V_3)	0.228
(U_4, V_4)	0.115
(U_5, V_5)	0.024

Como se puede observar existe solo una correlación canónica mayor a 0.5, lo cual se puede considerar como relevante, por esta razón se muestra el par de variables canónicas U_1 y V_1 , cuyos coeficientes aparecen en las Tablas 9 y 10.

Tabla 4.2.2
La incidencia de la preparación en Ciencias Matemáticas que se imparte en el Curso Prepolitécnico con el rendimiento de los estudiantes de Ingeniería.

Vector	Coefficientes
Proposiciones: Sección “Admisión a la ESPOL”	U_1
Las Matemáticas que aprendí en el colegio fueron fundamentales para mi ingreso a la ESPOL.	-0.122
Las ayudantías de Matemáticas en el Curso Prepolitécnico constituyen un factor importante para aprobar el Curso Prepolitécnico	-0.750
La planificación de los horarios de clases influye en el rendimiento de los estudiantes que toman el Curso Prepolitécnico	-0.230
El Curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas	-0.521
En el Curso Prepolitécnico el profesor de Matemáticas es un factor importante para aprobar el curso	-0.562
Considera que el tiempo utilizado para la resolución de los exámenes es el adecuado	-0.613

Tabla 4.2.3
La incidencia de la preparación en Ciencias Matemáticas que se imparte en el Curso Prepolitécnico con el rendimiento de los estudiantes de Ingeniería.

Vector	Coefficientes
Proposiciones: Sección “Acerca de la ESPOL”	V_1
Los conocimientos que adquirí en el Curso Prepolitécnico fueron suficientes para aprobar las materias relacionadas a Matemáticas.	-0.628
Las ayudantías son importantes para aprobar los cursos regulares de Matemáticas en la ESPOL	-0.679
El no tener claro los conocimientos básicos relacionados con Matemáticas ha aumentado la dificultad en algunas materias que he tomado en la ESPOL	-0.733
En términos generales las preguntas de los exámenes son representativos de lo enseñado en clases o asignado para investigar	-0.385
Es necesario la implantación de un sistema que guíe al estudiantes en su vida académica (“Consejerías Académicas”).	-0.305

4.3. ANÁLISIS POR CONGLOMERADOS

El Análisis de Clusters o Análisis por Conglomerados es una técnica que sirve para identificar grupos similares bajo ciertos criterios; tales grupos deben estar compuestos por elementos lo más parecidos que sea posible (homogeneidad interna) y a la vez lo más diferentes que sea posible entre grupos (heterogeneidad entre grupos).

Para medir la semejanza o parecido entre dos objetos se utilizan medidas de similitud o distancia; dos objetos son más parecidos cuanto más similares son; o cuanto más pequeña es la distancia entre ellos.

Para poder identificar conglomerados en una población o muestra es necesario hallar la distancia euclídea entre pares de observaciones estandarizadas; luego, mediante algún método de conglomerados y basados en las distancias calculadas se determinan progresivamente los conglomerados.

Para este trabajo se halla la distancia euclídea y además se utiliza el método aglomerativo de Ward, los cuales se las define de la siguiente manera:

Distancia euclídea

Es la distancia geométrica en un espacio de dimensión determinada. Con dos dimensiones es la hipotenusa del triángulo rectángulo, mientras que para i dimensiones la distancia entre dos elementos X e Y es la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado para cada dimensión:

$$d(X, Y) = \sqrt{\sum_i (X_i - Y_i)^2}$$

Además de esta distancia euclídea denominada "simple", se utiliza la distancia euclídea al cuadrado que es igual, pero sin hacer la raíz cuadrada $d^2(X, Y)$; o la distancia euclídea media que se obtiene dividiendo por el número de sumandos o variables sobre las que se calculan las diferencias $\bar{d}(X, Y)$.

En notación matricial la expresión de la distancia sería:

$$d^2(X, Y) = (X_i - Y_i)'(X_i - Y_i) = d'd$$

Método de Ward.

Forma parte de los denominados métodos de la varianza porque utiliza un análisis de la varianza para evaluar las distancias entre grupos. En este caso intenta minimizar la suma de los cuadrados de los grupos que se pueden formar en cada

paso, los grupos se van formando de manera que se produzca el menor aumento en las sumas de los cuadrados. Es un procedimiento que tiende a producir grupos pequeños y equilibrados en cuanto al número de elementos que los integran.

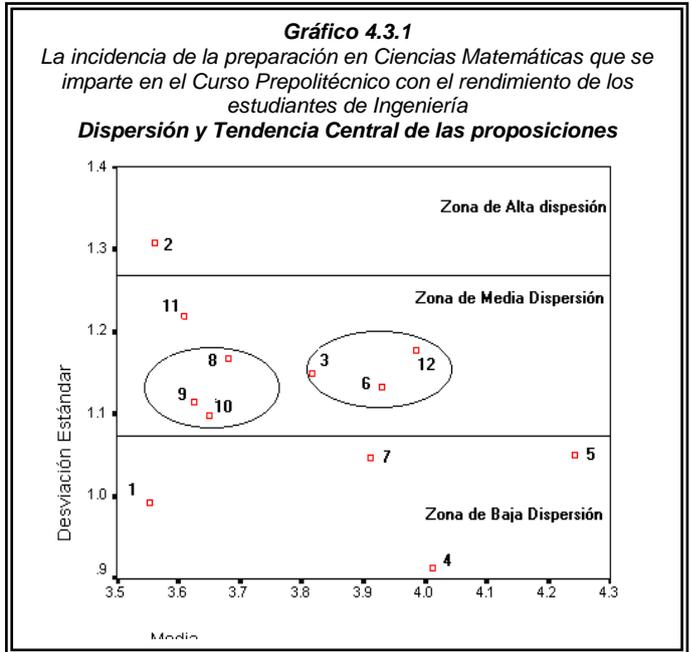


Tabla 4.3.1
La incidencia de la preparación en Ciencias Matemáticas que se imparte en el Curso Prepolitécnico con el rendimiento de los estudiantes de Ingeniería

Dispersión y Tendencia Central de las proposiciones

Proposiciones de la Secciones "Admisión a la Espol" y "Acerca de la Espol".	
1	La formación en Matemáticas que recibió en el colegio la considera
2	Las Matemáticas que aprendí en el colegio fueron fundamentales para mi ingreso a la ESPOL.
3	Las ayudantías de Matemáticas en el Curso Prepolitécnico constituyen un factor importante para aprobar el Curso Prepolitécnico
4	La planificación de los horarios de clases influye en el rendimiento de los estudiantes que toman el Curso Prepolitécnico
5	El Curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas
6	En el Curso Prepolitécnico el profesor de Matemáticas es un factor importante para aprobar el curso
7	Considera que el tiempo utilizado para la resolución de los exámenes es el adecuado
8	Los conocimientos que adquirí en el Curso Prepolitécnico fueron suficientes para aprobar las materias relacionadas a Matemáticas.
9	Las ayudantías son importantes para aprobar los cursos regulares de Matemáticas en la ESPOL
10	El no tener claro los conocimientos básicos relacionados con Matemáticas ha aumentado la dificultad en algunas materias que he tomado en la ESPOL
11	En términos generales las preguntas de los exámenes son representativos de lo enseñado en clases o asignado para investigar
12	Es necesario la implantación de un sistema que guíe al estudiante en su vida académica ("Consejerías Académicas").

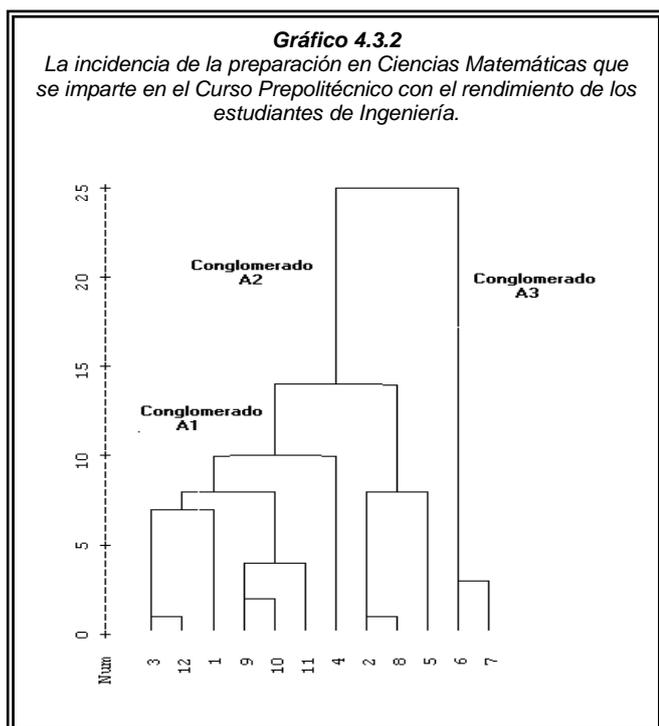
El *Gráfico 4.3.1* muestra una comparación entre la media y la desviación estándar de las variables del cuestionario.

Se distinguen dos grupos de variables o conglomerados que se ubican en la Zona de Dispersión Media.

El primer grupo está formado por las variables: “Los conocimientos que adquirí en el Curso Prepolitécnico fueron suficientes para aprobar las materias relacionadas a Matemáticas”, “Las ayudantías son importantes para aprobar los cursos regulares de Matemáticas en la ESPOL” y “El no tener claro los conocimientos básicos relacionados con Matemáticas ha aumentado la dificultad en algunas materias que he tomado en la ESPOL”.

El segundo grupo está formado por las variables: “Las ayudantías de Matemáticas en el Curso Prepolitécnico constituyen un factor importante para aprobar el Curso Prepolitécnico”, “En el Curso Prepolitécnico el profesor de Matemáticas es un factor importante para aprobar el curso” y “Es necesario la implantación de un sistema que guíe al estudiante en su vida académica (“Consejerías Académicas”)”.

Nótese que la proposición “Las Matemáticas que aprendí en el colegio fueron fundamentales para mi ingreso a la ESPOL” se encuentra en la Zona de Alta Dispersión y por el valor que toma la Media en dicha proposición se puede decir que ésta ha sido indiferente entre los estudiantes.



Como se muestra en el *Gráfico 3.3.2* con el grupo de proposiciones escogidas se obtuvieron tres conglomerados los cuales se encuentran representados por un 37.5%, 60.5% y 1.9% respectivamente.

Tabla 4.3.2
La incidencia de la preparación en Ciencias Matemáticas que se imparte en el Curso Prepolitécnico con el rendimiento de los estudiantes de Ingeniería

#	Proposición	Número de conglomerados	
1	Los conocimientos que adquirí en el Curso Prepolitécnico fueron suficientes para aprobar las materias relacionadas a Matemáticas.	Conglomerado A1, porcentaje que representa 37.5%	
3	El no tener claro los conocimientos básicos relacionados con Matemáticas ha aumentado la dificultad en algunas materias que he tomado en la ESPOL.		
4	En términos generales las preguntas de los exámenes son representativas de lo enseñado en clases o asignado para investigar.		
9	La planificación de los horarios de clases influye en el rendimiento de los estudiantes que toman el Curso Prepolitécnico.		
10	El Curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas.		
11	En el Curso Prepolitécnico el profesor de Matemáticas es un factor importante para aprobar el curso.		
12	Considera que el tiempo utilizado para la resolución de los exámenes es el adecuado.		
2	Las ayudantías son importantes para aprobar los cursos regulares de Matemáticas en la ESPOL.		Conglomerado A2, porcentaje que representa 60.5%
5	Es necesario la implantación de un sistema que guíe al estudiantes en su vida académica (“Consejerías Académicas”).		
8	Las ayudantías de Matemáticas en el Curso Prepolitécnico constituyen un factor importante para aprobar el Curso Prepolitécnico.		
6	La formación en Matemáticas que recibió en el colegio la considera.		Conglomerado A3, porcentaje que representa 1.9%
7	Las Matemáticas que aprendí en el colegio fueron fundamentales para mi ingreso a la ESPOL.		

Se puede observar que el tercer conglomerado lo conforman las proposiciones “La formación en Matemáticas recibida en el colegio la considera” y “Las Matemáticas aprendidas en el colegio fueron fundamentales para el ingreso a la ESPOL”, las cuales se encuentran relacionadas ya que dependiendo si fue buena o mala la calidad de educación recibida en el colegio el estudiante aprendió lo fundamental relacionado a Matemáticas que le ayudó para su ingreso a la ESPOL.

CONCLUSIONES:

1. De los doscientos sesenta y nueve estudiantes de ingeniería que ingresaron en el año 2001 primer semestre, aproximadamente el 82% son de género masculino.
2. De los estudiantes que ingresaron en el año 2001 primer semestre, hasta el mes de enero 25, que se realizaron las entrevistas el 58% estaban registrados en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación lo que representa más de la mitad de la población objetivo, seguida por la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción con un 27.9%.
3. Con relación a la opinión de los estudiantes acerca de que las Matemáticas aprendidas en el colegio fueron fundamentales para su ingreso a la ESPOL, encontramos que el 32.7% de los estudiantes se encuentran en Parcial Acuerdo y un 28.6% se encuentran en Total Acuerdo con la proposición formulada.
4. Los estudiantes se muestran en Total Acuerdo en un 49.4% con que el Curso Prepolitécnico sí sirve para nivelar conocimientos en lo que se refiere a Matemáticas, frente a un Total Desacuerdo representado con un 4.5% de la población objetivo.
5. También se encontró que las proposiciones relacionadas a la Admisión a la ESPOL se encuentra en una Zona de Dispersión Media, donde las repuestas a las proposiciones se concentran alrededor de la Zona de Indiferencia y la Zona de Acuerdo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Centro de Registros, Calificaciones y Estadísticas, ESPOL (CRECE).** (2004). *“Base de datos de los estudiantes registrados hasta el semestre (Octubre – Febrero, 2005)”*. Guayaquil – Ecuador.
- [2] **Oficina de Ingreso, ESPOL,** (2004). *“Aspirantes e Ingresantes a la ESPOL Curso Prepolitécnico 2001”*. Guayaquil – Ecuador.
- [3] **MEC,** (1994). *“Sistemas Educativos Nacionales del Ecuador”*. Editorial, Ministerio de Educación y Cultura. Quito – Ecuador.
- [4] **MENDENHALL W., WACKERLY D. Y SCHEAFFER.** (1994). *“Estadística*

Matemática con aplicaciones”, 2º Edición: Editorial Iberoamericana, México, México.

[5] **ESTÉVEZ, C. y ZURITA, G.** (2002). *“La graduación en la ESPOL”*, Centro del Estudios e Investigaciones ICM-ESPOL. Guayaquil – Ecuador.

[6] **MERA, E. y ZURITA, G.,** (2004). *“Algunas características de las Zonas Censales y los sectores municipales de la Ciudad de Guayaquil”*. Revista Matemática: Una publicación del ICM – ESPOL. Volumen 2, Número 2. Guayaquil – Ecuador.