



*Estudio comparativo de conocimientos para determinar el rendimiento en matemática básica en la facultad de ciencias utilizando el algoritmo del Test de Scheffé*

*Comparative study of knowledge to determine performance in basic mathematics in the Faculty of Sciences using the algorithm of the Scheffé Test*

*Comparative study of knowledge to determine performance in basic mathematics in the Faculty of Sciences using the algorithm of the Scheffé Test*

Juan Carlos Yungán-Cazar <sup>I</sup>  
[jyungan@epoch.edu.ec](mailto:jyungan@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-5682-0399>

Diego Alejandro Cáceres-Veintimilla <sup>II</sup>  
[diego.caceres@epoch.edu.ec](mailto:diego.caceres@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0498-1240>

Katherine Adriana Merino-Villa <sup>III</sup>  
[kathetine.merino@epoch.edu.ec](mailto:kathetine.merino@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0001-0616-9611>

Edgar Gualberto Salazar-Álvarez <sup>IV</sup>  
[edgar.salazar@epoch.edu.ec](mailto:edgar.salazar@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0988-0641>

**Correspondencia:** [jyungan@epoch.edu.ec](mailto:jyungan@epoch.edu.ec)

Ciencias de la Educación  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 10 de junio de 2023 \* **Aceptado:** 18 de julio de 2023 \* **Publicado:** 17 de agosto de 2023

- I. Magíster en Interconectividad de Redes, Ingeniero en Sistemas Informáticos, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Riobamba, Ecuador.
- II. Magister en Evaluación y Auditoría de Sistemas Tecnológicos, Ingeniero en Sistemas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Riobamba, Ecuador.
- III. Magíster en Seguridad Telemática. Máster Universitario en Dirección y Gestión de Tecnología de la Información, Ingeniera en Electrónica Telecomunicaciones y Redes Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Riobamba, Ecuador.
- IV. Magíster en Matemática Básica, Ingeniero en Sistemas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Riobamba, Ecuador.

## Resumen

La presente investigación tiene como propósito realizar un estudio comparativo de los conocimientos de matemática básica que tienen los estudiantes al iniciar estudios en las carreras de la Facultad de Ciencias. Para ello se utilizó un instrumento de evaluación ya validado en donde se evalúan los conocimientos de Aritmética, Álgebra, Geometría y Trigonometría. Según los resultados el rendimiento promedio de los conocimientos de las diferentes carreras para cada una de las áreas fue inferior al 50%, además se empleó un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor obteniéndose para cada una de las áreas un  $p$  valor = 0,000 menor al nivel de significancia (5%), lo cual indica que al menos una de las carreras tiene un promedio diferente de las otras. Por otra parte se realizó comparaciones múltiples con el Test de Scheffé donde se evidenció la formación de los subconjuntos homogéneos entre las diferentes carreras. Mediante los resultados del ANOVA y el test de Scheffé se concluye que el rendimiento de los estudiantes del primer semestre es muy inferior al deseado, lo cual es un factor preocupante en la formación académica de los mismos.

**Palabras clave:** Rendimiento académico; Matemáticas; ANOVA; Test de Scheffé; Ciencias.

## Abstract

The purpose of this research is to carry out a comparative study of the knowledge of basic mathematics that students have when they start studies in the careers of the Faculty of Sciences. For this, an already validated evaluation instrument was used where the knowledge of Arithmetic, Algebra, Geometry and Trigonometry are evaluated. According to the results, the average performance of the knowledge of the different careers for each one of the areas was less than 50%, in addition, an Analysis of Variance (ANOVA) of one factor was used, obtaining for each one of the areas a  $p$  value = 0.000. less than the level of significance (5%), which indicates that at least one of the races has a different average from the others. On the other hand, multiple comparisons were made with the Scheffé Test, where the formation of homogeneous subsets between the different careers was evidenced. Through the results of the ANOVA and the Scheffé test, it is concluded that the performance of the students in the first semester is much lower than desired, which is a worrying factor in their academic training.

**Keywords:** Academic performance; Math; ANOVA; Scheffé test; Sciences.

## Resumo

O objetivo desta pesquisa é realizar um estudo comparativo dos conhecimentos de matemática básica que os alunos possuem quando iniciam os estudos nas carreiras da Faculdade de Ciências. Para isso, foi utilizado um instrumento de avaliação já validado onde são avaliados os conhecimentos de Aritmética, Álgebra, Geometria e Trigonometria. De acordo com os resultados, o desempenho médio do conhecimento das diferentes carreiras para cada uma das áreas foi inferior a 50%, além disso, foi utilizada uma Análise de Variância (ANOVA) de um fator, obtendo para cada uma das áreas um valor de  $p = 0,000$ , menor que o nível de significância (5%), o que indica que pelo menos uma das raças tem média diferente das demais. Por outro lado, comparações múltiplas foram feitas com o Teste de Scheffé, onde foi evidenciada a formação de subconjuntos homogêneos entre as diferentes carreiras. Através dos resultados da ANOVA e do teste de Scheffé, conclui-se que o desempenho dos alunos no primeiro semestre está muito aquém do desejado, o que é um fator preocupante na sua formação acadêmica.

**Palavras-chave:** Desempenho acadêmico; Matemática; ANOVA; Teste de Scheffé; Ciências.

## Introducción

El rendimiento académico es una medida de las capacidades del estudiante, que expresa lo que ha aprendido a lo largo del proceso formativo, además de suponer su capacidad para responder a los estímulos educativos (Martínez y Salazar, 2014), que trasciende en el campo de la comprensión hallándose implícito en las habilidades, aptitudes y actitudes.

Rosario et al (2012, pp. 289-295), indica que las variables relacionadas con la motivación y el rendimiento (metas escolares, expectativas de rendimiento y tiempo de estudio), con el contexto (disrupción percibida) y con los aspectos socioeducativos (nivel socioeducativo familiar) no inciden de manera directa sobre el rendimiento académico en matemáticas, pero sí de un modo indirecto.

El conocimiento de las matemáticas se encuentra muy extendido entre el catedrático y el estudiante, a tal modo de verse relacionado con los niveles educativos ya sean en educación secundaria o la educación superior, donde se ven vinculadas la orientación profesional y los proyectos de titulación. Por consiguiente, las actitudes son consideradas un buen predictor de la asimilación de los contenidos, de la motivación, de la memoria y del futuro uso que se haga de la

asignatura, lo que en definitiva pueden impedir o facilitar el aprendizaje (Álvaro y Garrido, 2003).

Muchos alumnos no son sistemáticos en su estudio, confiando en métodos y procesos idiosincrásicos a los cuales se fueron habituando a lo largo de los años, pero que no siempre se ajustan a las crecientes exigencias escolares. Pajares (2008, pp. 111-141) señala que la autoeficacia académica de los alumnos es una variable predictora del nivel de implicación en el aprendizaje.

En la actualidad, el aprendizaje en matemáticas constituye una serie de percepciones cuando el docente observa actitudes negativas o apatías por parte del estudiante, aun así, el interés por que el estudiante se interese por la materia es notable. Andreas Schleicher, director de educación de la OCDE y coordinador de PISA (Wilby, 2003), asegura que quienes no reciben los fundamentos matemáticos están siendo abandonados y condenados a la marginación, porque entrarán al mercado de trabajo sin estar equipados con las herramientas que necesitan (Robles et al., 2018, pp. 71-80). Aunque, investigadores como Martínez (2017, pp. 7-10), Fernández-Cano (2016, p. 1) Pereira, Perales y Bakieva (2016, p.1), critican que el análisis se enfoca en los resultados, aseguran que su aprendizaje favorece el desarrollo del razonamiento.

Por otra parte, Geiser y Studley (2002, pp. 1-26) indican que el desempeño académico del estudiante antes de ingresar a una institución de educación superior es el mejor predictor de su rendimiento académico en este nivel educativo, en particular las notas obtenidas en la educación secundaria y, en segundo lugar, los resultados en pruebas estandarizadas de selección (Manzi et al., 2006).

Al aplicar el modelo causal (Vargas y Montero, 2016, p. 4) se determinó que las variables Inteligencia fluida, Hábitos de estudio y Actitudes negativas hacia la Matemáticas tienen un efecto causal directo sobre el Rendimiento Académico, el de las dos primeras es positivo en cambio el de la última es negativo, resultados que son consistentes con los planteados en los referentes teóricos.

Aguilar-Salinas (2020, pp. 5-26) apunta que los tópicos que predicen el éxito del alumno y cuentan con el mayor poder de discriminación en el instrumento de medición están fuertemente relacionados con habilidades que los estudiantes adquieren desde la primaria y secundaria, como es el caso de las operaciones con fracciones y las leyes de los exponentes. También logró

identificar que la mayor deficiencia en las habilidades algebraicas de los estudiantes pertenece al tema de racionalización, división de polinomios, factorización de suma y diferencia de cubos.

Mundialmente, señala García, Azcarate, & Moreno (2006, pp. 72-98) que el rendimiento académico en la disciplina de matemáticas ha sido históricamente bajo, existen numerosas investigaciones que abordan esta problemática en estudiantes universitarios en donde se identifican un conjunto de dimensiones inherentes a la personalidad del estudiante y su entorno, a las características y preparación académica del docente y a la naturaleza de la Universidad (Cervini, 2003; Montero et al., 2007; Rodríguez, 2007; Tejedor, 2003).

Los estudiantes de Ecuador en los resultados de la prueba PISA- D, tuvieron el mejor desempeño de todos los países participantes. En relación con matemáticas el 30% de los estudiantes alcanzaron el nivel 2, considerado como el mínimo de competencias (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2018).

Tratando de determinar el nivel de conocimiento de matemáticas que tienen los estudiantes al ingresar al primer semestre en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), se desarrolló un instrumento de evaluación estructurado en cuatro áreas: Aritmética, Álgebra, Geometría y Trigonometría (Carreras y Sivoli, 2020, pp. 253-269), para ser aplicado en las carreras de Matemática, Física, Química, Estadística, Ingeniería Química, Ingeniería Ambiental y Bioquímica y Farmacia. Existe evidencia que un instrumento puede ser implementado para cruzar variables asociadas a aspectos personales, contextuales y de rendimiento académico (Vermunt, 2005, pp. 205-212).

En este artículo se analizó la relación existente entre las carreras anteriormente mencionadas y el conocimiento básico que tienen en matemáticas utilizando el instrumento de evaluación validado (Carreras y Sivoli, 2020, pp. 253-269), en las áreas de Aritmética, Álgebra, Geometría y Trigonometría.

Para determinar si existe diferencia del nivel de matemática básica, en cada carrera y para cada área, se utilizó un Análisis de Varianza (ANOVA, el cual tiene como objetivo comparar los diversos valores medios para determinar si alguno de ellos difiere significativamente del resto (Boqué y Marot, 2004, pp. 680-683), con un nivel de significación del 5%.

Un estudio similar se realizó en la Pontificia Universidad Católica de Chile (Catalán y Santelices, 2014, pp. 21-52), donde se estudió la relación entre el rendimiento académico de los estudiantes como indicador se tomó el promedio ponderado acumulado (PPA), la tasa de persistencia

institucional y el nivel socioeconómico, dividiéndose en la dependencia educativa y el quintil de ingreso familiar, obteniendo diferencias significativas entre ambos grupos, usando como técnica estadística ANOVA

Según Soriano et al. (2011, pp. 38-43), en la Universidad de Valencia, se realizó un estudio de Enseñanza recíproca y la auto observación del uso de estrategias: efectos sobre la comprensión de textos, el test de Scheffé manifiesta que en las medidas de efectos específicos, tanto en el postratamiento como el seguimiento, los dos grupos que recibieron la instrucción en estrategias de comprensión aventajaban al grupo de comparación, aunque no se observaban diferencias entre ambas condiciones de instrucción para las dos medidas de conocimientos de estrategias de comprensión.

Otro resultado donde se utiliza el test de Scheffé es en el estudio realizado en la Universidad de La Frontera, donde se evaluó el rol del tutor, el cual se aplicó un instrumento diseñado, validado y conformado por 23 ítems, permitiendo comparar cada factor de un total de 3 factores, entre los tres niveles curriculares, obteniendo como resultado que la comparación de las medias de los factores por nivel curricular solo existe diferencia significativa entre el primer y último nivel (Navarro y Zamora, 2018, pp. 10-17).

En el presente artículo se analizará las comparaciones múltiples mediante el test de Scheffé para conocer si existen diferencias significativas y determinar aquellas carreras que poseen afinidad con las áreas de matemática básica.

## **Materiales y métodos**

### **Fuentes de información**

El estudio se realizó con los datos obtenidos a través de la aplicación de un instrumento de evaluación en matemáticas básicas, previamente validado (Carreras y Sivoli, 2020, pp. 253-269), a los estudiantes del primer semestre de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

### **Población**

Se selecciona una población de 319 estudiantes del primer semestre, matriculados en el periodo académico septiembre 2019 - febrero 2020 en las carreras de Matemática, Física, Química, Estadística, Ingeniería Química, Ingeniería Ambiental y Bioquímica y Farmacia de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

## Variables

Las variables cuantitativas analizadas se organizan del estudio realizado al rendimiento académico en el conocimiento de matemática básica, para lo que se calculó el promedio de puntuaciones por los cuatro grupos o áreas: Aritmética, Álgebra, Geometría y Trigonometría.

## Análisis Estadístico

Con la finalidad de contrastar si existe diferencia significativa en el promedio del rendimiento de matemáticas básica entre las carreras en cuestión, se realizó un análisis de la varianza de un solo factor (Castillo, 2013), donde el factor de interés estuvo representado por las carreras de la Facultad de Ciencias: Matemática, Física, Química, Estadística, Ingeniería Química, Ingeniería Ambiental y Bioquímica y Farmacia, y las variables dependientes fueron el rendimiento académico para cada una de las áreas de conocimiento (Aritmética, Álgebra, Trigonometría y Geometría). Por lo tanto, se realizó un ANOVA, implementado en los software estadísticos SPSS y MINITAB, para cada área de estudio contrastando la existencia de diferencia del rendimiento de las distintas carreras.

El modelo aditivo asociado a cada una de las variables dependientes es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Es el rendimiento  $j$  – esimo estudiante de la  $i$  – esima carrera

$\mu$ : Rendimiento promedio global

$\alpha_i$ : Es el efecto promedio de la carrera  $i$  – esima sobre el rendimiento

$e_{ij}$ : Es el error del estudiante  $j$  en la carrera  $i$

El sistema de hipótesis a probar para cada área de la matemática básica es:

$$H_0: \alpha_i = 0, \forall i$$

Vs

$$H_A: \alpha_i \neq 0, \text{ para cualquier } i$$

La hipótesis nula, representada por  $H_0$ , afirma que la carrera no produce un efecto significativo sobre el rendimiento promedio del estudiante, en otras palabras, el rendimiento promedio de matemáticas básica entre las carreras es el mismo.

Como se indicó en párrafos anteriores el ANOVA permitió contrastar el sistema de hipótesis mediante un estadístico de prueba F; el cual se compara con una región de rechazo definida por un percentil teórico de la distribución F de Snedecor. La regla de decisión es rechazar la hipótesis nula si el estadístico de prueba pertenece a la región de rechazo. Una vez rechazada la hipótesis nula (si fuese el caso) se da evidencia de que la carrera tiene un efecto significativo sobre el rendimiento promedio; por lo tanto, se realizó pruebas a posteriori del Test de Scheffé (Fallas, 2012). La cual consiste en realizar una serie de pruebas de hipótesis de comparación, a pares, del rendimiento promedio a pares de carreras, es decir:

$$H_0: \mu_i = \mu_j, \forall i \neq j$$

Vs

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j, \forall i \neq j$$

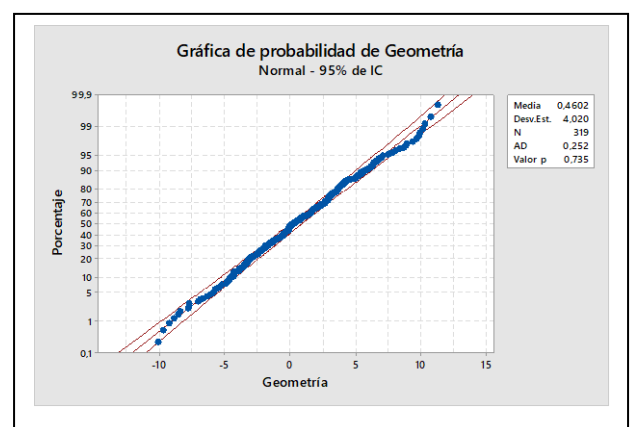
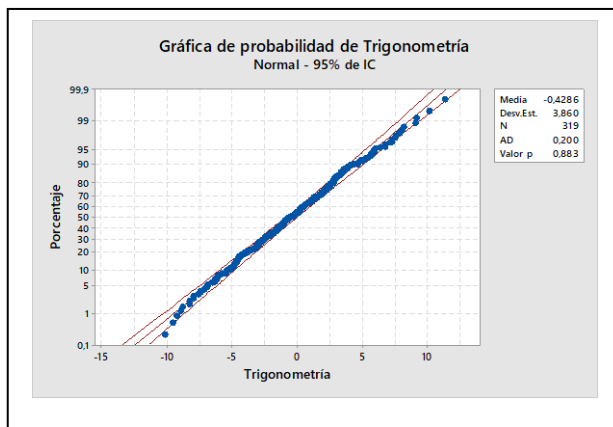
Como son siete carreras, tendremos 28 comparaciones a pares que nos permitirá crear subconjuntos o clasificar las carreras de acuerdo con el rendimiento promedio de matemáticas básica para las distintas áreas. Un método para contrastar dichas hipótesis es observar las distintas estimaciones por intervalo de confianza de la diferencia de medias (pares involucrados). Si en el intervalo incluye el cero, se podrá afirmar que no existe diferencia significativa entre las medias involucradas en la comparación a pares.

## Resultados y discusión

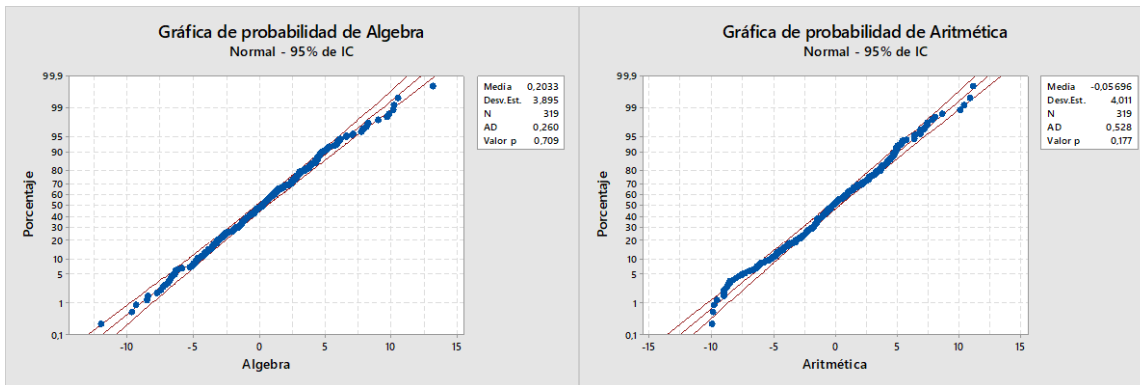
### Resultados

Antes de analizar los resultados del ANOVA se deben evaluar los supuestos necesarios para la aplicación del método:

- Normalidad de los residuos:







En los cuatro gráficos de Normalidad se observa que los residuos para cada una de las áreas se ajustan a una distribución Normal.

- Homogeneidad de varianzas

| Prueba de Levene |             |         |
|------------------|-------------|---------|
| Área             | Estadístico | P-valor |
| Trigonometría    | 0,34        | 0,719   |
| Algebra          | 0,38        | 0,689   |
| Aritmética       | 0,17        | 0,84    |
| Geometría        | 0,22        | 0,881   |

Se observa que en las cuatro áreas el p-valor es mayor que 0,05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas para cada área.

Queda comprobado los supuestos necesarios para realizar el ANOVA. En los siguientes párrafos se presentan los resultados obtenidos en esta investigación

Mediante la presente investigación se obtiene el rendimiento en matemática básica en las diferentes áreas, primero se analizan cada una de las puntuaciones promedio por área, luego se prueba si entre las carreras hay diferencias significativas, y por último se compara por grupos las diferentes áreas.

Al analizar el promedio de las puntuaciones de los estudiantes de cada carrera en relación con las áreas de matemática básica se identificó que existen diferencias entre las magnitudes obtenidas en cada una de ellas.

Cabe destacar (**Tabla 1**) que el promedio general de preguntas acertadas de los estudiantes que cursan el primer semestre en las carreras antes mencionadas es de 11,84 de un total de 32 preguntas aplicadas, lo que representa un 37%, cuyo valor en rendimiento académico es menor al 50% mostrándose como un factor preocupante para la investigación.

**Tabla 1. Rendimiento promedio de los estudiantes de primer semestre**

| CARRERA                 | %<br>ARITMETICA | %<br>ALGEBRA | %<br>GEOMETRIA | %<br>TRIGONOMETRIA | %<br>TOTAL  |
|-------------------------|-----------------|--------------|----------------|--------------------|-------------|
| BIOQUIMICA              | 0,65            | 0,45         | 0,28           | 0,15               | 0,41        |
| ESTADISTICA             | 0,42            | 0,24         | 0,22           | 0,19               | 0,27        |
| FISICA                  | 0,64            | 0,46         | 0,44           | 0,40               | 0,49        |
| INGENIERIA<br>AMBIENTAL | 0,46            | 0,28         | 0,20           | 0,10               | 0,28        |
| INGENIERIA<br>QUIMICA   | 0,67            | 0,49         | 0,37           | 0,23               | 0,46        |
| MATEMATICA              | 0,64            | 0,37         | 0,31           | 0,29               | 0,41        |
| QUIMICA                 | 0,53            | 0,27         | 0,12           | 0,06               | 0,27        |
| <b>PROMEDIOS</b>        | <b>0,57</b>     | <b>0,37</b>  | <b>0,28</b>    | <b>0,20</b>        | <b>0,37</b> |

Fuente

También podemos notar que ninguna carrera alcanzó el 50% de respuestas, correctas, siendo los de mejor rendimiento los estudiantes de Física (49%) y los estudiantes de Ingeniería Química (46%) así como los de menor rendimiento fueron los estudiantes de Estadística (27%), Química (27%) e Ingeniería Ambiental (28%).

**Tabla 2. Análisis de Varianza**

| ANOVA      |                     |                      |     |                     |       |         |
|------------|---------------------|----------------------|-----|---------------------|-------|---------|
|            |                     | Suma de<br>cuadrados | Gl  | Media<br>cuadrática | F     | p-valor |
| Aritmética | Entre<br>grupos     | 171,273              | 6   | 28,545              | 9,471 | 0,000   |
|            | Dentro de<br>grupos | 940,345              | 312 | 3,014               |       |         |

|                      |                         |          |     |        |        |       |
|----------------------|-------------------------|----------|-----|--------|--------|-------|
|                      | <b>Total</b>            | 1111,618 | 318 |        |        |       |
| <b>Álgebra</b>       | <b>Entre grupos</b>     | 396,945  | 6   | 66,158 | 11,240 | 0,000 |
|                      | <b>Dentro de grupos</b> | 1836,440 | 312 | 5,886  |        |       |
|                      | <b>Total</b>            | 2233,386 | 318 |        |        |       |
| <b>Geometría</b>     | <b>Entre grupos</b>     | 94,153   | 6   | 15,692 | 10,752 | 0,000 |
|                      | <b>Dentro de grupos</b> | 455,371  | 312 | 1,460  |        |       |
|                      | <b>Total</b>            | 549,524  | 318 |        |        |       |
| <b>Trigonometría</b> | <b>Entre grupos</b>     | 94,441   | 6   | 15,740 | 14,568 | 0,000 |
|                      | <b>Dentro de grupos</b> | 337,108  | 312 | 1,080  |        |       |
|                      | <b>Total</b>            | 431,549  | 318 |        |        |       |

Fuente

El porcentaje de preguntas acertadas correctamente o rendimiento en promedio en el área de Aritmética es del 57%, que es donde hay un mejor rendimiento, a diferencia del área de Álgebra donde el promedio es del 37%. Presentándose una mayor deficiencia en las áreas de Geometría y Trigonometría con un rendimiento del 28% y 20% respectivamente (**Tabla 1**).

Para contrastar si existe diferencias entre los grupos en estudio e identificar cuales están relacionados es necesario realizar un análisis de varianza contrastando la siguiente hipótesis, para cada una de las áreas:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_7 \quad (5)$$

El promedio de calificaciones en el área es igual en las 7 carreras.

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \neq \mu_7 \quad (6)$$

El promedio de calificaciones en el área es distinto en al menos una carrera.

Los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor (**Tabla 2**), se obtiene en cada área un p-valor = 0,000 los cuales son menores que el nivel de significancia de 0,05, rechazando

así la hipótesis nula  $H_0$ , en cada uno de los casos. Por lo tanto, para cada área existe al menos una carrera cuyo promedio es diferente al resto, siendo necesario realizar una prueba de comparación múltiple.

Para identificar qué grupos son los que tienen medias diferentes entre sí, utilizamos el Test de Scheffé.

Se muestran (**Tabla 3**) las comparaciones múltiples entre las carreras que tienen mayor diferencia de las medias, como se puede observar existen valores tanto positivos como negativos. Esto se debe a que, si al restar la media de la carrera indicada con  $X$  de la carrera indicada con  $Y$  se obtiene un resultado positivo, muestra que la primera carrera tiene mejor rendimiento que la segunda, caso contrario será negativo.

El rendimiento promedio de los estudiantes de la carrera de Bioquímica en el área de Aritmética es distinto a la carrera de Estadística e Ingeniería Ambiental, en el área de Álgebra Ingeniería Química presentó diferencias con Estadística, Ingeniería Ambiental y Química, mientras que en Geometría y Trigonometría Física presentó diferencias con el rendimiento de las carreras de Estadística y Química respectivamente, ver (**Tabla 3**).

**Tabla 3. Comparaciones múltiples mediante el Test de Scheffé.**

| Comparaciones múltiples |                         |                         |                               |                |       |                                  |         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------|-------|----------------------------------|---------|
| Test de Scheffe         |                         |                         |                               |                |       |                                  |         |
| Variable dependiente    |                         |                         | Diferencia de medias<br>(I-J) | Desv.<br>Error | Sig.  | Intervalo de confianza<br>al 95% |         |
| X                       | Y                       | Límite<br>inferior      |                               |                |       | Límite<br>superior               |         |
| Aritmética              | Bioquímica              | Estadística             | 1,86364*                      | 0,35064        | 0     | 0,6108                           | 3,1164  |
|                         |                         | Ingeniería<br>Ambiental | 1,53659*                      | 0,32021        | 0,001 | 0,3925                           | 2,6807  |
|                         | Estadística             | Física                  | -1,75000*                     | 0,4504         | 0,022 | -3,3593                          | -0,1407 |
|                         | Ingeniería<br>Ambiental | Ingeniería<br>Química   | -1,53605*                     | 0,3327         | 0,002 | -2,7248                          | -0,3473 |
| Álgebra                 | Ingeniería              | Estadística             | 2,63049*                      | 0,506          | 0     | 0,8226                           | 4,4384  |
|                         | Química                 | Ingeniería              | 2,27055*                      | 0,46494        | 0,001 | 0,6094                           | 3,9318  |

|               |             |            |           |         |       |         |         |
|---------------|-------------|------------|-----------|---------|-------|---------|---------|
|               |             | Ambiental  |           |         |       |         |         |
|               |             | Química    | 2,33929*  | 0,45849 | 0     | 0,7011  | 3,9775  |
|               | Estadística | Física     | -2,61859* | 0,62942 | 0,009 | -4,8675 | -0,3697 |
|               | Ingeniería  | Ingeniería | -2,27055* | 0,46494 | 0,001 | -3,9318 | -0,6094 |
|               | Ambiental   | Química    |           |         |       |         |         |
| Geometría     | Física      | Química    | 1,93452*  | 0,29475 | 0     | 0,8814  | 2,9876  |
|               | Estadística | Física     | -1,35897* | 0,31343 | 0,005 | -2,4788 | -0,2391 |
|               | Ingeniería  | Ingeniería | -0,88477* | 0,23152 | 0,026 | -1,712  | -0,0576 |
|               | Ambiental   | Química    |           |         |       |         |         |
| Trigonometría | Física      | Química    | 2,02381*  | 0,2536  | 0     | 1,1177  | 2,9299  |
|               | Estadística | Física     | -1,26282* | 0,26967 | 0,002 | -2,2264 | -0,2993 |
|               | Ingeniería  | Física     | -1,81289* | 0,25575 | 0     | -2,7267 | -0,8991 |
|               | Ambiental   | Matemática | -1,11623* | 0,2522  | 0,004 | -2,0173 | -0,2151 |

Fuente

En la carrera de Estadística en las 4 áreas se evidenció diferencias en el rendimiento promedio con los estudiantes de Física; el comportamiento de la carrera de Ingeniería Ambiental en el área de Aritmética, Algebra y Geometría presentó diferencias con los estudiantes de Ingeniería Química, pero en el área de Trigonometría la carrera de Ingeniería Ambiental tuvo diferencias con el rendimiento promedio de los estudiantes de Física y Matemáticas.

Nos permitió identificar (**Tabla 4**), según la media, la formación de subconjuntos homogéneos entre las diferentes carreras, estos subconjuntos en general no son del mismo tamaño.

**Tabla 4. Subconjuntos homogéneos del Test de Scheffé.**

| Aritmética             |    |                              |   | Algebra                |    |                              |   |
|------------------------|----|------------------------------|---|------------------------|----|------------------------------|---|
| Scheffe <sup>a,b</sup> |    |                              |   | Scheffe <sup>a,b</sup> |    |                              |   |
| Carrera                | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |   | Carrera                | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |   |
|                        |    | 1                            | 2 |                        |    | 1                            | 2 |
| Estadística            | 39 | 3,3333                       |   | Estadística            | 39 | 2,9231                       |   |
| Ingeniería             | 53 | 3,6604                       |   | Química                | 56 | 3,2143                       |   |

|   |    |        |        |
|---|----|--------|--------|
| Ambiental   |    |        |        |
| Química   | 56 | 4,1964 | 4,1964 |
| Matemática  | 25 |        | 5,0800 |
| Física  | 24 |        | 5,0833 |
| Ingeniería<br>Química   | 56 |        | 5,1964 |
| Bioquímica  | 66 |        | 5,1970 |
| Sig.  |    | 0,559  | 0,366  |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  |    |        |        |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 39,539.   |    |        |        |
| b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados. |    |        |        |

| Geometría               |    |                              |        |        |
|-------------------------|----|------------------------------|--------|--------|
| Scheffe <sup>a,b</sup>  |    |                              |        |        |
| Carrera                 | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |
|                         |    | 1                            | 2      | 3      |
| Química                 | 56 | 0,7321                       |        |        |
| Ingeniería<br>Ambiental | 53 | 1,1509                       | 1,1509 |        |
| Estadística             | 39 | 1,3077                       | 1,3077 |        |
| Bioquímica              | 66 | 1,6667                       | 1,6667 |        |
| Matemática              | 25 |                              | 1,8400 | 1,8400 |
| Ingeniería<br>Química   | 56 |                              | 2,0357 | 2,0357 |

|   |    |        |        |
|---|----|--------|--------|
| Ingeniería<br>Ambiental   | 53 | 3,2830 |        |
| Matemática  | 25 | 4,4400 | 4,4400 |
| Bioquímica  | 66 |        | 5,3788 |
| Física  | 24 |        | 5,5417 |
| Ingeniería<br>Química   | 56 |        | 5,5536 |
| Sig.  |    | 0,262  | 0,655  |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  |    |        |        |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 39,539.   |    |        |        |
| b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados. |    |        |        |

| Trigonometría           |    |                              |        |        |        |
|-------------------------|----|------------------------------|--------|--------|--------|
| Scheffe <sup>a,b</sup>  |    |                              |        |        |        |
| Carrera                 | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |        |
|                         |    | 1                            | 2      | 3      | 4      |
| Química                 | 56 | 0,3929                       |        |        |        |
| Ingeniería<br>Ambiental | 53 | 0,6038                       | 0,6038 |        |        |
| Bioquímica              | 66 | 0,9242                       | 0,9242 | 0,9242 |        |
| Estadística             | 39 | 1,1538                       | 1,1538 | 1,1538 |        |
| Ingeniería<br>Química   | 56 |                              | 1,2500 | 1,2500 |        |
| Matemática              | 25 |                              |        | 1,7200 | 1,7200 |
| Física                  | 24 |                              |        |        | 2,4167 |

|   |    |       |       |        |   |  |       |       |       |       |
|---|----|-------|-------|--------|---|--|-------|-------|-------|-------|
| Física  | 24 |       |       | 2,6667 | Sig.  |  | 0,106 | 0,269 | 0,075 | 0,184 |
| Sig.  |    | 0,069 | 0,105 | 0,164  | Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  |  |       |       |       |       |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  |    |       |       |        | a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 39,539.   |  |       |       |       |       |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 39,539.   |    |       |       |        | b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados. |  |       |       |       |       |
| b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados. |    |       |       |        |   |  |       |       |       |       |

Fuente

### Discusión

En el rendimiento académico analizado anteriormente (ver **Tabla 1**), se observó que las carreras de Estadística e Ingeniería Ambiental presentaron en las cuatro áreas un promedio menor al 50%. En relación con las áreas de Aritmética y Algebra, las carreras de Bioquímica, Física y Matemática tuvieron un promedio cercano (en ambos casos) al 50%. En las áreas de Geometría y Trigonometría se presentaron promedios muy inferiores para todas las carreras, siendo el más preocupante el de la carrera de Química que fue de 12% y 6% respectivamente.

En el cuadro de resultados del ANOVA (ver **Tabla 2**), el valor del estadístico de prueba en área de Aritmética  $F= 9,471$ , área de Algebra  $F= 11,240$ , área de Geometría  $F=10,752$ , y área de Trigonometría  $F= 14,568$ , los cuales son significativamente distintos de 1, rechazándose la hipótesis nula  $H_0$  de igualdad de medias.

En la comparación por pares, el Test de Scheffé (ver **Tabla 3**), nos indicó que, en el área de Aritmética, Algebra y Geometría, la carrera de Ingeniería Ambiental presento diferencias significativas con la carrera de Ingeniería Química es decir que el rendimiento promedio de dichas carreras difiere en las diferentes áreas.

En la formación de subconjuntos (ver **Tabla 4**), se pudo evidenciar que existen carreras que se encuentran inmersas en más de un subconjunto debido a la dispersión que existe dentro de los subconjuntos, tal es el caso en el área de Aritmética, la carrera de Química se encontró inmersa

en dos subconjuntos, algo similar sucedió en el área de Algebra donde Matemática presentó un promedio de 4,440, hallándose en los dos subconjuntos, para el área de Geometría se formaron tres subconjuntos de los cuales la carrera de Bioquímica se encontró en el primer y segundo subconjunto pero la carrera de Matemática e Ingeniería Química se halló en el segundo y tercer subconjunto, en Trigonometría es el único caso donde al menos dos subconjunto compartieron la misma carrera.

## Conclusiones

En general el rendimiento promedio de los estudiantes de primer semestre de las 7 carreras de la escuela la facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) en las 4 áreas de matemática básica presentan un rendimiento muy inferior al 50%, a excepción del área de Aritmética donde se obtuvo un 57%. Es pertinente destacar que los estudiantes de Estadística y Química son aquellos que presentan el menor rendimiento en comparación con las demás carreras, ya que tienen un rendimiento de apenas el 27%.

Cabe recalcar que los estudiantes de Física son aquellos que presentaron un mejor rendimiento en comparación a las demás carreras con un 49%. En el área de Trigonometría es en la cual todos los estudiantes presentaron un mayor déficit con un rendimiento promedio de apenas el 20% lo que hace referencia a un total de 1,23 preguntas acertadas de 6 preguntas.

En este estudio se presentó diferencias significativas entre el rendimiento de los estudiantes de las 7 carreras por lo que nos permitió mediante una prueba de Scheffé identificar la formación de Subconjuntos homogéneos donde el rendimiento de los estudiantes de Química e Ingeniería Ambiental en las 4 áreas de Matemática básica fue similar. No obstante, debido a la gran variabilidad presentada en los resultados para el área de Trigonometría se obtuvo la formación de 4 Subconjuntos homogéneos.

Finalmente queremos destacar que solo en Aritmética podemos indicar un resultado aceptable, en las demás áreas el rendimiento es muy inferior al esperado y necesario para afrontar con éxito las carreras de Ciencias. Solo los estudiantes de Física mantienen un promedio superior al 40% en todas las áreas, con lo cual se puede esperar un mejor rendimiento en su carrera, sin embargo, en las carreras de Estadística, Química e Ingeniería Ambiental, donde los rendimientos son muy inferiores, creemos que lo más conveniente es hacer énfasis en estas áreas en el curso Introductorio o reforzar los conocimientos en los cursos del primer semestre de matemáticas.



## Referencias

1. Aguilar-Salinas W, De las fuentes-Lara M, Justo-López A, Martínez-Molina A. (2020). Instrumento de medición para diagnosticar las habilidades algebraicas de los estudiantes en el Curso de Cálculo Diferencial en ingeniería. *Revista Española De Pedagogía*, 78(275), 5-26.
2. Álvaro J, Garrido A. (2003). *Psicología Social*. Madrid: McGraw-Hill
3. Boqué R, Marot. (2004). A. El análisis de la varianza (ANOVA). *Técnicas de laboratorio*, 294, 680-683.
4. Carreras F, Sivoli Z. (2020). Diseño y validación de un instrumento para medir los conocimientos en matemática básica que poseen los estudiantes de ciencias. *Ciencia Digital*, 4(1), 253-269.
5. Castillo A. (2013). *Estadística Aplicada*. 1ra ed. México: Trillas.
6. Catalán X, Santelices M. (2014). Rendimiento académico de estudiantes de distinto nivel socioeconómico en universidades: el caso de la Pontificia Universidad Católica de Chile. *Calidad en la educación*, 40, 21-52.
7. Cervini R. (2003). Relaciones entre la composición estudiantil, proceso escolar y el logro de las Matemáticas en la educación secundaria en Argentina. Un modelo de tres niveles. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (1), 72-98.
8. Fallas J. (2012). ANÁLISIS DE VARIANZA, Comparando tres o más medias. (Internet). {citado 19 de diciembre 2019] Disponible en: [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis\\_de\\_varianza\\_2012.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis_de_varianza_2012.pdf)
9. Fernández-Cano A. (2016). Una crítica metodológica a las evaluaciones PISA. *RELIEVE*, 22 (1), art. M15. DOI: /10.7203/relieve.22.1.8806.
10. García L, Azcarate C, Moreno M. (2006). Creencias, concepciones y conocimiento profesional de profesores que enseñan cálculo diferencial a estudiantes de ciencias económicas. *Revista Latinoamericana de Investigaciones en Matemática Educativa*. RELIME, 9, 85-116.

11. Geiser S, Studley R. (2002). UC and the SAT: predictive validity and differential impact of the SAT I and SAT II at the University of California. *Educational Assessment*, 8(1), 1-26
12. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2018). Resultados de PISA para el Desarrollo (Internet). [citado 19 diciembre 2019]. Disponible en: <http://www.evaluacion.gob.ec/evaluaciones/pisa-documentacion/>
13. Manzi J, Bravo D, Del Pino G, Donoso G, Martínez M, Pizarro R. (2006). Estudio acerca de la validez predictiva de los factores de selección a las universidades del Consejo de Rectores. Santiago: Comité Técnico Asesor de la PSU.
14. Martínez R. (2017). Matemáticas y educación superior. *Revista Innovación Educativa* (Internet). [citado 14 de enero 2020]; 17 (73), 7-10. Disponible en: <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/23413>
15. Martínez J, Salazar R. (2014). Factores determinantes sobre el rendimiento académico en estudiantes de las facultades de medicina, enfermería, microbiología, psicología, arquitectura y derecho de la Universidad Católica del Ecuador del primer semestre de la carrera universitaria, en el período de agosto-diciembre 2013. (Tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Pichincha.
16. Montero E, Villalobos J, Valverde B. (2007). Factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos asociados al rendimiento académico en la Universidad de Costa Rica: Un análisis multinivel. *RELIEVE* (Internet). [citado el 14 de enero 2020], 13 (2), 215-234. Disponible en: [http://www.uv.es/relieve/v13n2/RELIEVEv13n2\\_5.htm](http://www.uv.es/relieve/v13n2/RELIEVEv13n2_5.htm)
17. Navarro N, Zamora J. (2018). Evaluación del rol del tutor: comparación de percepción de estudiantes de las carreras de la salud. *Investigación en Educación Médica*, 7(25), 10-17.
18. Pajares F. (2008). Motivational role of self-efficacy beliefs in self-regulated learning. En: D. Schunk y B.J. Zimmerman editores. *Motivation and self-regulated learning: Theory, research and applications*. New York: Lawrence Erlbaum Associates; 111- 141.
19. Pereira D, Perales M, Bakieva, M. (2016). Análisis de tendencias en las investigaciones realizadas a partir de los datos del Proyecto PISA. *RELIEVE*, 22 (1), art. M10. DOI: /10.7203/relieve.22.1.8248.

20. Robles S, Cisneros L, Guzmán C. (2018). Actitudes hacia las matemáticas de estudiantes universitarios. El caso del Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad de Guadalajara. *Revista de educación y desarrollo*, 47, 71-80.
21. Rodríguez M. (2007). Análisis Multivariado del desempeño académico de los estudiantes universitarios de Química (Tesis de doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, España.
22. Rosario P, Lourenço A, Paiva O, Rodrigues A, Valle A, Tuero-Herrero R. (2012). Predicción del rendimiento en matemáticas: efecto de variables personales, socioeducativas y del contexto escolar. *Psicothema*, 24(2), 289-295.
23. Soriano M, Chebaani F, Soriano A, Descals A. (2011). Enseñanza recíproca y autoobservación del uso de estrategias: efectos sobre la comprensión de textos. *Psicothema*, 23(1): 38-43.
24. Tejedor J. (2003). Poder Explicativo de algunos determinantes del rendimiento en los estudios universitarios. *Revista Española de Pedagogía*, LXI (224): 5-32.
25. Vargas M, Montero E. (2016). Factores que determinan el rendimiento académico en Matemáticas en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Nicaragua: un modelo de ecuaciones estructurales. *Universitas Psychologica*, 15(4), DOI: /10.11144/Javeriana.upsy15-4.fdra
26. Vermunt J. (2005). Relations between student learning patterns and personal and contextual factors and academic performance. *Higher education*, 49, 205-212.
27. Wilby P. (2003). Las pruebas de la OCDE y PISA están dañando la educación en todo el mundo: académicos. (Internet). En: The Guardian. [citado 06 de enero 2020]. Disponible en: <http://www.theguardian.com/education/2013/nov/26/pisa-international-student-tests-oecd>

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).