

Estudio por género de los resultados académicos en Matemáticas Empresariales, en los grados ADE y FBS

Blanco García Susana

sblancog@ucm.es

García Pineda, María del Pilar

mpigarci@ucm.es

*Departamento de Economía Financiera y Actuarial y Estadística
Universidad Complutense de Madrid*

RESUMEN

En la sociedad hay preocupación por el escaso número de mujeres que optan por estudios STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

Los grados de ADE (Administración y Dirección de Empresas) y FBS (Finanzas, Banca y Seguros) no pertenecen a este grupo STEM sino a Ciencias Sociales, sin embargo, sí tienen gran número de créditos de Matemáticas o asignaturas basadas directamente en Matemáticas. Así como un alto grado de participación de alumnas sobre el total del alumnado.

Este hecho nos ha motivado la realización de esta comunicación, con el objetivo de analizar, con evidencias empíricas, si realmente existen posibles diferencias de género en el rendimiento académico de las asignaturas de Matemáticas en los grados de ADE y FBS. En función de los resultados, detectar posibles asimetrías en el aprendizaje y establecer medidas docentes, que garanticen una educación inclusiva y equitativa con el fin de promover oportunidades de aprendizaje para nuestros alumnos/as.

ABSTRACT

In society, there is growing concern about the low number of women who choose to pursue STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) studies.

The degrees in Business Administration and Management (ADE) and Finance, Banking, and Insurance (FBS) do not fall under the STEM category but rather belong to the Social Sciences. However, they do include a significant number of credits in Mathematics or courses directly based on Mathematics, as well as a high proportion of female students relative to the total student body.

This fact has motivated the present study, which aims to analyze, using empirical evidence, whether there are significant gender differences in academic performance in Mathematics-related courses within ADE and FBS programs. Based on the results, we seek to identify potential asymmetries in learning and implement teaching strategies that ensure inclusive and equitable education, ultimately promoting learning opportunities for all students.

Palabras claves:

Diferencias de género; Matemáticas; ADE; FBS

Área temática: Metodología e innovación

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, diversos estudios y organismos internacionales han señalado la persistente infrarrepresentación de mujeres en titulaciones vinculadas al ámbito STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), lo que ha generado una creciente preocupación tanto en el ámbito académico como en el social. Esta situación plantea interrogantes en torno a los factores que inciden en la elección de estudios superiores, así como en las posibles desigualdades de género en el rendimiento académico dentro de áreas con fuerte componente matemático.

En este contexto, los grados en Administración y Dirección de Empresas (ADE) y en Finanzas, Banca y Seguros (FBS), aunque adscritos al área de Ciencias Sociales, presentan una carga relevante de asignaturas basadas en contenidos matemáticos. A diferencia de las titulaciones STEM tradicionales, estos programas cuentan con una elevada participación femenina, lo que los convierte en un entorno idóneo para explorar el rendimiento académico en Matemáticas desde una perspectiva de género.

El presente trabajo tiene como finalidad analizar si existen diferencias significativas en los resultados académicos en asignaturas de Matemáticas Empresariales entre estudiantes de los grados de ADE y FBS, atendiendo a la diferencia de género. Para ello, se empleará una metodología cuantitativa basada en la comparación de medias, que permitirá identificar posibles brechas de rendimiento entre hombres y mujeres.

2. METODOLOGIA

Para analizar las posibles diferencias de género en los resultados docentes de las asignaturas de Matemáticas de los grados de ADE y FBS utilizaremos un estudio estadístico de análisis de datos que a través de evidencias empíricas nos permita obtener conclusiones sobre los resultados obtenidos.

Para ello hemos seguido los siguientes pasos:

1. Determinar la metodología estadística y el modelo de análisis más adecuado a los objetivos del estudio.

2. Seleccionar la muestra del estudio.
3. Recopilar los datos de las variables estadísticas implicadas en el estudio.
4. Organizar y presentar los datos en el formato requerido para la aplicación del análisis de datos.
5. Aplicar los programas informáticos necesarios para el estudio estadístico.
6. Interpretar los datos para detectar las posibles asimetrías de género.

2.1. Determinar la metodología estadística y el modelo de análisis más adecuado a los objetivos del estudio.

El problema que nos planteamos es comparar el rendimiento académico para los diferentes géneros (hombres y mujeres) en nuestras asignaturas de matemáticas.

La metodología determinada para el estudio es “Test de comparación de medias”.

El supuesto más habitual es el de contrastar si hay una diferencia significativa en la media de una variable de resultado entre dos poblaciones diferentes e independientes. En estos casos, lo habitual es utilizar la prueba de la *t* de Student para dos muestras independientes. (Molina Arias M. et al. 2020)

En nuestro caso, el de la comparación de medias de dos muestras aleatorias simples de dos poblaciones independientes, supuestas éstas normales (caso de Hombres y Mujeres).

El test *t* de Student exige la hipótesis de normalidad. Si no se cumple, se debe de hacer el contraste de hipótesis con una prueba no paramétrica que, en este caso, sería la de la *U* de Mann-Whitney-Wilcoxon.

Generalmente este problema se aborda bajo diferentes supuestos: caso de varianzas poblacionales conocidas o desconocidas, iguales o distintas.

A continuación, describiremos brevemente la fundamentación metodológica en la que nos hemos basado (Gómez Villegas, M. A. 2004).

Supongamos que se tiene una muestra aleatoria simple (m.a.s.) de tamaño *n* de una población $X \sim (\mu_1, \sigma_1^2)$ y otra m.a.s. de tamaño *m* de otra población $Y \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$, independientes, siendo μ_i para $i = 1, 2$ las medias poblacionales de *X* e *Y* respectivamente y σ_i^2 para $i = 1, 2$ las varianzas poblacionales de *X* e *Y* respectivamente.

Nuestro objetivo principal será realizar el contraste:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \text{ vs. } H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Para ello se usarán los Test T y Z de diferencia de medias. El Test T si el tamaño muestra es menor que 30 y el Test Z para tamaños de muestra mayores o iguales que 30. (WALPOLE et al. 2011)

Para la aplicación del Test T hay distintos casos:

- a) Caso de varianzas poblacionales conocidas. No es nuestro caso
- b) Caso de varianzas poblacionales desconocidas pero iguales
- c) Caso de varianzas poblacionales desconocidas y distintas

Como desconocemos el valor de las varianzas poblacionales y por tanto no sabemos si son iguales o distintas hemos aplicado los casos b y c

Explicación de los parámetros utilizados en las pruebas T y Z

- La hipótesis nula (H_0 : las medias son iguales)
- La hipótesis alternativa (H_1 : las medias son distintas)
- El parámetro $\alpha=0.05$ que se corresponde con un nivel de significación del 95%
- El p-valor = $p(T, Z \leq t, z)$ para una cola y para dos colas
- Los valores de T y Z calculados
- Los valores críticos de T y Z para una cola y dos colas

Aplicación de las pruebas T y Z

- Si $p\text{-valor} < \alpha$ se rechaza la hipótesis nula (y en caso contrario se acepta).
- Si los valores absolutos de T, Z calculados > Valores críticos de T, Z entonces se rechaza la hipótesis nula.

Aplicación de la prueba U de Mann–Whitney–Wilcoxon

El test de Mann–Whitney–Wilcoxon (WMW), también conocido como Wilcoxon rank-sum test o u-test, es un test no paramétrico que contrasta si dos muestras proceden de poblaciones equidistribuidas.

La idea en la que se fundamenta este test es la siguiente: si las dos muestras comparadas proceden de la misma población, al juntar todas las observaciones y ordenarlas de menor a mayor, cabría esperar que las observaciones de una y otra muestra

estuviesen intercaladas aleatoriamente. Por lo contrario, si una de las muestras pertenece a una población con valores mayores o menores que la otra población, al ordenar las observaciones, estas tenderán a agruparse de modo que las de una muestra queden por encima de las observaciones de la otra.

$$U = \min (U1, U2)$$

$$U1 = n1*n2+(n1(n1+1))/2-R1$$

$$U2 = n1*n2+(n2(n2+1))/2-R2$$

$n1$ = tamaño de la muestra del grupo 1.

$n2$ = tamaño de la muestra del grupo 2.

$R1$ = sumatorio de los rangos del grupo 1.

$R2$ = sumatorio de los rangos del grupo 2.

-Si $p\text{-valor} < \alpha$ se rechaza la hipótesis nula (y en caso contrario se acepta).

-Se compara el valor obtenido de U con los valores de una tabla U de Mann-Whitney. Si el U es menor que el valor correspondiente en la tabla, la diferencia es significativa.

Aplicación del Test de Pearson para la asociación entre las variables nominales Presentados y No Presentados, (P/NP).

Además de aplicar la prueba Z de diferencia de medias también, en cada caso, se ha realizado un análisis de asociación entre las variables nominales “Presentados” y “No Presentados”.

Para la realización de este análisis se han construido las tablas de contingencia correspondientes y se han calculado los coeficientes de Pearson.

El coeficiente de Pearson toma valores entre 0 y 1. Cuanto mayor (menor) sea el coeficiente, más fuerte (débil) es la asociación entre ambos atributos. Por lo tanto, $C=0$ muestra que no hay asociación y son atributos independientes, mientras que $C=1$ muestra que existe una asociación perfecta.

2.2. Seleccionar la muestra de estudio.

Los grupos objeto de estudio son un grupo de ADE, otro de Derecho-ADE (DADE) y otro de FBS en la asignatura Matemáticas Empresariales I que se imparte en el primer cuatrimestre.

Las variables seleccionadas para el estudio son:

- Nota en el acta final.
- Nota en pruebas intermedias
- Nota en evaluación continua.
- Número de presentados y no presentados en el acta final.

2.3. Recopilar los datos de las variables estadísticas implicadas en el estudio.

Las autoras de este trabajo somos las profesoras de los grupos seleccionados para el estudio.

2.4. Organizar y presentar los datos en el formato requerido para la aplicación del análisis de datos

Para la recogida de datos se hizo a través de Excel.

2.5. Aplicar los programas informáticos necesarios para el estudio

A través del análisis de datos del programa Excel hemos realizado el estudio de asociación en variables cualitativas, mediante la aplicación de los test de hipótesis indicados en la metodología.

Para el estudio de la normalidad y de la homocedasticidad, así como la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, hemos aplicado el software R.

2.6. Interpretar los datos

Para cada una de las variables y en cada una de las muestras se ha aplicado una segregación por género obteniéndose dos submuestras, la de mujeres la de hombres. Se han implementado los test de diferencia de medias a estas dos submuestras.

Las submuestras correspondientes a cada género en cada muestra son independientes: fbsm con fbsf, adem con adef y dadem con dadef

Se ha estudiado la hipótesis de normalidad en las muestras (fbs, ade, dade) y en las submuestras (fbsm, fbsf, adem, adef, dadem, dadef) mediante R, aplicando el Test de Shapiro-Wilk, obteniéndose los siguientes resultados:

Muestras:

Shapiro-Wilk normality test

data: fbs W = 0.94959, p-value = 0.1101

data: ade W = 0.9782, p-value = 0.5778

data: dade W = 0.90838, p-value = 0.001534

Como los p valores en FBS y DADE son mayores que alfa (0,05), no se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo tanto, la variable en estas dos muestras presenta un comportamiento normal o paramétrico.

La muestra DADE, no cumple la condición de p-valor mayor que alfa, por tanto, no presenta un comportamiento normal o paramétrico.

Submuestras (masculino / femenino):

Shapiro-Wilk normality test

data: fbsm W = 0.94343, p-value = 0.1351

data: fbsf W = 0.8412, p-value = 0.102

data: adem W = 0.96663, p-value = 0.5849

data: adef W = 0.94444, p-value = 0.3165

data: dadem W = 0.89444, p-value = 0.03247

data: dadef W = 0.89659, p-value = 0.01315

Como en los p valores de FBS y ADE, tanto masculino como femenino, son mayores que alfa (0,05), no se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo tanto, la variable objeto de estudio presenta un comportamiento normal o paramétrico en estas submuestras.

Las submuestras vinculadas a DADE, no cumplen la condición de p-valor mayor que alfa, por tanto no presentan un comportamiento normal o paramétrico.

Comprobación de la hipótesis de Homocedasticidad

Se debe de verificar la homocedasticidad o igualdad de varianzas, es decir, las 2 muestras de las que proceden los datos a comparar, deben tener una variabilidad similar, lo que se formula:

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$$

$$H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2$$

Hemos aplicado el Test F, a los siguientes pares (masculino / femenino) de submuestras (fbs, ade, dade), obteniendo los siguientes resultados:

F test to compare two variances

data: fbsf and fbsm

F = 0.36489, num df = 6, denom df = 27, p-value = 0.2107

alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1

95 percent confidence interval: 0.1248416 1.8567175

sample estimates: ratio of variances 0.3648909

F test to compare two variances

data: adem and adef

F = 0.86422, num df = 23, denom df = 18, p-value = 0.7316

alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1

95 percent confidence interval: 0.3436123 2.0689668

sample estimates: ratio of variances 0.864216

F test to compare two variances

data: dadem and dadef

F = 1.5071, num df = 19, denom df = 25, p-value = 0.3333

alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1

95 percent confidence interval: 0.6500788 3.6785893

sample estimates: ratio of variances 1.507144

Cuando se aplica este test, por acuerdo se considera un nivel de significación $\alpha = 0,2$. Como todos los p-valores, tanto masculino como femenino, son mayores que α (0,2), no se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo tanto, se cumple hipótesis de Homocedasticidad en todos los casos. (Expósito Ruiz, M. et al. s.f.).

La prueba de la F de Snedecor es muy sensible a la falta de normalidad, por lo que se ha realizado la prueba de Fligner-Killeen obteniéndose:

Fligner-Killeen test of homogeneity of variances

data: list(dadem, dade)

Fligner-Killeen: med chi-squared = 0.7864, df = 1, p-value = 0.3752

Como el p-valor 0,3752 es mayor que $\alpha = 0,05$ no tenemos evidencia muestral para rechazar la hipótesis nula, por lo que la varianza permanece constante entre grupos y podemos concluir que se cumple la hipótesis de homocedasticidad

Como anteriormente hemos visto, la hipótesis de normalidad no se cumple para la muestra DADE. Por tanto, aplicamos la prueba U de Mann-Whitney-Wilcoxon que es una prueba no paramétrica que se utiliza para comparar dos grupos independientes contrastando si dos muestras proceden de poblaciones equidistribuidas. Esta prueba es útil cuando los datos no siguen una distribución normal.

La hipótesis nula de la prueba U de Mann-Whitney establece que no hay diferencia entre las medianas de los dos grupos. La hipótesis alternativa indica que sí existe una diferencia entre las medianas. (Rivas-Ruiz et al. 2012).

Los resultados obtenidos en R se muestran a continuación.

Wilcoxon rank sum test with continuity correction *homogeneity of variances*

data: dadef and dadem

W = 270.5, p-value = 0.8245

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

En la salida, el valor W equivale a U.

En función de los resultados obtenidos, como el p-valor 0.8245 es mayor que alfa (0.05), tenemos evidencia empírica suficiente para aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias.

Los resultados de los Test Z y Pearson para la Nota Final del Acta se recogen en la tabla 1:

Tabla1.

Grupos a contrastar	α	p-valor 1 cola	p-valor 2 colas	z calculado	z crítico 1 cola	z crítico 2 colas	Coefficiente Pearson
ADE Mujeres ADE Hombres	0,05	0,3045	0,6091	-0,5114	1,645	1,96	0,059
DADE Mujeres DADE Hombres	0,05	0,3892	0,7785	0,2813	1,645	1,96	0,03
FBS Mujeres FBS Hombres	0,05	0,0177	0,0355	2,1028	1,645	1,96	0,3384

En los grupos de ADE y DADE (Derecho-ADE) el p-valor tanto para una cola como para dos colas es mayor que $\alpha=0,05$ consecuentemente no se puede rechazar la hipótesis nula (las medias son iguales). Por lo tanto, al 95% de significación las medias de las Notas Finales del Acta son iguales para los grupos de Hombres y de Mujeres.

En el grupo FBS el p-valor tanto para una cola como para dos colas es menor que $\alpha=0,05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y las medias no son iguales en los grupos de Hombres y Mujeres.

El valor del coeficiente de Pearson para variables cualitativas muestra el grado de asociación de dos variables. Este coeficiente toma valores entre 0 y 1 siendo 0 no asociación y 1 total asociación.

En este caso las variables son: presentado del Acta (puede tomar los valores presentado o no presentado) y la variable género (puede tomar los valores hombre o mujer).

En ADE y Derecho-ADE el valor del coeficiente de Pearson es próximo a 0 por lo tanto no hay casi asociación entre presentarse o no y ser hombre o mujer mientras que en FBS el valor 0,3384 indica que hay más asociación y se tuvo en cuenta en el estudio, según se explica en el siguiente párrafo.

Observando en mayor profundidad los datos del estudio, se detectó que la muestra de mujeres evaluadas en FBS es menor que 30. Se realizó los Test T para varianzas iguales y desiguales ya que no conocemos los valores de las varianzas poblacionales en hombres y mujeres. Se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 2

Tabla 2

Test	α	p-valor 1 cola	p-valor 2 colas	T calculado	t crítico 1 cola	z crítico 2 colas	Grados libertad
T varianzas iguales	0,05	0,0564	0,1128	1,6321	1,6955	2,0395	31
T varianzas desiguales	0,05	0,0225	0,0450	2,1742	1,7459	2,1199	16

Notando que si las varianzas poblacionales fuesen iguales, se acepta la hipótesis nula ya que el p-valor es mayor que 0,05 mientras que si las varianzas fuesen desiguales se rechaza la hipótesis nula de que las medias son iguales en hombres y mujeres al 95% de nivel de confianza.

Para poder entender mejor este último resultado, hemos observado que en el grupo FBS, la variable “Nota Finales del Acta” es una muestra menor de 30, dado que hay parte del alumnado que su calificación es No Presentado y no tienen nota numérica. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Resultados de la Tabla 2:

Si las varianzas poblacionales fueran iguales, $p\text{-valor} > \alpha$, no se rechaza la hipótesis nula y por tanto, no hay diferencia de género.

Para complementar este resultado, hemos realizado el Test Z para las variables: Medias de pruebas y Notas de Evaluación continua cuya muestra es mayor que 30, porque todos los alumnos matriculados tienen nota en evaluación continua. Los resultados se muestran en la tabla 3.

En este grupo, el FBS, se realizó el Test Z a las variables nota media en las pruebas intermedias y nota en evaluación continua, que están evaluados todos los alumnos y la muestra ya es mayor que 30, los resultados se recogen en la tabla 3.

Tabla 3

Variables	α	p-valor 1 cola	p-valor 2 colas	z calculado	z crítico 1 cola	z crítico 2 colas
Media pruebas	0,05	0,1563	0,3126	-1,0098	1,645	1,96
Eval. continua	0,05	0,1896	0,3792	-0,8794	1,645	1,96

En el grupo FBS, para las variables “Medias de pruebas” y “Notas de Evaluación Continua”, el p-valor tanto para una cola como para dos colas es mayor que $\alpha=0,05$ consecuentemente no se puede rechazar la hipótesis nula (las medias son iguales). Por lo tanto, al 95% de significación las Medias de pruebas y Notas de Evaluación continua son iguales para los grupos de Hombres y de Mujeres.

3 CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos:

-En los grupos ADE y DADE las medias son iguales para Hombres y Mujeres, lo que implica que en estos grupos no existe diferencia significativa de la variable “nota final en el acta” que mide el rendimiento académico .

-En el grupo FBS, con estos datos no podemos concluir que la media de la variable “nota final en el acta” sea igual en los dos grupos de Hombres y Mujeres.

-En el grupo FBS las dos variables estudiadas, “Medias de pruebas” y “Notas de Evaluación continua” las medias son iguales, implicando que no existe diferencia en el

rendimiento académico entre los grupos de Hombres y Mujeres, aunque sí se apreció cuando el estudio solo se centró en la variable “Nota Finales del Acta”.

- Con el Test de asociación de variables cualitativas de Pearson, hemos observado que para el grupo FBS hay asociación entre las variables estudiadas: Presentados y No Presentados con Hombres y Mujeres. Observando que hay asociación entre Mujeres y No Presentados.

-Como conclusión general podemos establecer que no existe diferencia significativa en los resultados académicos en Matemáticas Empresariales entre Hombres y Mujeres en los grados ADE y FBS.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANCO S. GARCIA MP. (2023) “Análisis de la influencia de la Covid-19 en los resultados académicos en Matemáticas Empresariales”. Anales de ASEPUMA nº 31
- EXPÓSITO RUIZ, M., FEMIA MARZO, P. J., ACAL GONZÁLEZ, C. J., & MONTERO ALONSO, M. Á. (s.f.). Práctica 7. Test de comparación de dos medias en R. Universidad de Granada.
- GÓMEZ VILLEGAS, M. A. (2004) Inferencia Estadística Ed. Díaz de Santos
- MOLINA ARIAS M, OCHOA SANGRADOR C, ORTEGA PÁEZ E. (2020) “Comparación de dos medias. Pruebas de la t de Student”. Evid Pediatr. 2020;16:51
- OCHOA SANGRADOR C, MOLINA ARIAS M, ORTEGA PÁEZ E. (2020) “Inferencia estadística: contraste de hipótesis” . Evid Pediatr.
- RIVAS-RUIZ, R., MORENO-PALACIOS, J., & PATRÓN-RUIZ, Y. (2012). Investigación clínica XVI. Diferencias de medianas con la U de Mann-Whitney. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 50(6), 613–618.
- WALPOLE R., MYERS R, MYERS S., YE K. (2011) Probability & Statistics for Engineers & Scientists. Ed. Prentice Hall