

## Influencia del horario de clases en las calificaciones de matemáticas en estudiantes de educación media

*Class schedule influence in math qualifications in medium education students*

 <https://doi.org/10.52948/mare.v3i1.474>

FREDY ALEXANDER GUASMAYÁN GUASMAYÁN

 <http://orcid.org/0000-0003-1357-8867>

Universidad Mariana (Colombia)

[fguasmayan@unamaria.edu.co](mailto:fguasmayan@unamaria.edu.co)

### Artículo de investigación

**Recepción:** 6 de junio de 2020

**Aceptación:** 18 de junio de 2021

### Cómo citar este artículo

F. Guasmayán Guasmayán, "Influencia del horario de clases en las calificaciones de matemáticas en estudiantes de educación media", *Mare*, vol. 3, n.º 1, nov. 2021.

## Resumen:

En este estudio, se realiza una comparación estadística de las calificaciones de tres grupos de estudiantes de séptimo grado de educación secundaria. Utiliza un análisis de varianza en un diseño de experimentos con un solo factor, el que muestra la existencia de diferencia significativa en las calificaciones promedio de los estudiantes con la condición que estos tengan asignadas clases de matemáticas en el último periodo del día. Luego se hacen ajustes en el horario y se compara calificaciones para identificar, que el rendimiento académico disminuye cuando las clases de matemáticas se programan en la última hora del día.

**Palabras clave:** ANOVA; matemáticas; planeación.

## Abstract:

In this study, statistical comparison of the ratings of three groups of seventh graders of secondary education is carried out, using analysis of variance for a design of experiments with single factor. It shows, the existence of significant difference in average ratings given if the students have on their schedule math classes in the last hour of the school day. Then adjustments are made in the schedule and returns to compare scores, showing that academic performance decreases when math classes are scheduled in the last hour of the day.

**Keywords:** ANOVA; mathematics; scheduling.

## Introducción

En el aprendizaje de las matemáticas no es suficiente la adecuada preparación

de la clase [1]; influyen diversos factores como el ambiente del aula de clases, los recursos disponibles, siendo un aspecto de gran relevancia la disposición y compromiso del estudiante [2]. En cuanto a esto la disposición de aprender está influenciada a su vez por múltiples condiciones, por ejemplo, la hora en que se recibe la clase [3]; el cansancio, el sueño, el afán por llegar al salón de clases, incluso el hambre, pueden causar el desinterés hacia el aprendizaje especialmente en áreas que requieren un buen nivel de concentración como las matemáticas [4].

El presente artículo describe el análisis del rendimiento académico del curso de matemáticas para estudiantes del grado séptimo de educación media. Tiene en cuenta las calificaciones de un año escolar dividido en cuatro períodos académicos, de los cuales se toma el primer y segundo período como punto de partida con un análisis de varianza para comparar estadísticamente los promedios de calificaciones de tres grupos de estudiantes con condiciones semejantes. Además, atiende como tratamiento la condición de que uno de los grupos no recibe clase de matemáticas en la última hora de la jornada académica. Posterior a este análisis se ajustan los horarios de la última hora de matemáticas para los grupos y se realiza nuevamente la comparación de promedios de calificaciones obtenidas en el tercer periodo académico, encontrando cambios significativos al considerar el horario de las clases.

En el presente estudio cabe mencionar que en aspectos de aprendizaje existen una cantidad grande de variables que influyen y es evidente que se debe realizar mayor discusión en esta área. Sin embargo, un factor relevante, medible

y modificable de manera sencilla es el horario de clases para ciertas áreas del conocimiento en los procesos de enseñanza y aprendizaje de estudiantes de educación media, relacionados con la atención, la cual se ve disminuida al final de la jornada [2].

Para el fin de comprobar si los horarios de clase afectan las calificaciones de los estudiantes, de un total de población de 15 grupos de 30 estudiantes. Cada uno, se toma como muestra a conveniencia a tres grupos que estén a cargo del mismo docente de matemáticas con diferentes horarios de clases.

Este estudio se desarrolla por medio de un diagnóstico estadístico bajo la metodología del diseño experimental uni-factorial para la comparación de calificaciones. Aquí el tratamiento es el cambio de horario de clases en los grupos de la muestra.

### Estudio comparativo

Teniendo en cuenta que un año académico se divide en cuatro periodos académicos, se presenta un estudio de las calificaciones de tres cursos de grado séptimo de educación media en la materia de matemáticas con el mismo docente. Para esto se toman las calificaciones del 1° y 2° periodo y se compara con el fin de verificar si existen diferencias estadísticas en el rendimiento académico. En ese sentido, se hace un estudio previo por medio del análisis de varianza ANOVA [5] y posteriormente se realizan cambios en los horarios de clase para el 3° y 4° periodo. Después se procede a realizar la comparación de calificaciones del 3° periodo académico puesto que el 4° aún está en curso bajo las mismas condiciones, en la siguiente sección.

### Análisis de varianza previo.

En primera instancia como un diagnóstico se procede a realizar el ANOVA para un diseño experimental usando las calificaciones obtenidas por los estudiantes de los cursos 7-05, 7-06 y 7-11, quienes tienen clases de matemáticas en diferentes horarios con el mismo docente.

El ANOVA se plantea como un diseño uni-factorial. Las réplicas son las calificaciones de todos los estudiantes de los cursos mencionados bajo el supuesto o hipótesis nula que no existe diferencia en los promedios de las calificaciones en cada curso [6].

Por medio del software estadístico SPSS se realiza el proceso teniendo en cuenta los supuestos de homocedasticidad de las varianzas, distribución normal de los datos y la independencia de estos [7]. Para esto, se da cumplimiento de acuerdo con las pruebas estadísticas.

Al correr el diseño factorial para las calificaciones obtenidas por los estudiantes de cursos 7-05, 7-06 y 7-11, para primero y segundo periodo académico, en primera instancia se comprueba el supuesto de homocedasticidad de las varianzas por medio de la prueba estadística de Levene [8], donde la hipótesis nula es que las varianzas son iguales, obteniendo los resultados de la tabla 1.

Estadístico de levense	df1	df2	Sig.
1,100	2	94	,334

**Tabla 1.** Prueba de homocedasticidad de varianzas para las calificaciones de 1° y 2° periodo. Grados 7-1, 7-05 y 7-06.

En la tabla 1 se obtiene un valor de significancia mayor al 5%, es decir, no existe evidencia suficiente para rechazar

la hipótesis nula. Por tanto, se cumple el supuesto que las varianzas son iguales, permitiendo continuar con el análisis.

Suma de los cuadrados	gl	Media cuadrática	f	Sig.
1,100	2	94	4,139	,019

**Tabla 2.** Análisis de varianza para las calificaciones de los cursos 7-11, 7-05 y 7-06 (1° y 2° periodo).

De acuerdo con la tabla 2 se encuentra que existen diferencias significativas en las calificaciones de los estudiantes para un 95% de confianza puesto que el valor de significancia es de 0.019. Con esto se procede a encontrar las diferencias entre cursos con el análisis posterior, usando la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS), obteniendo los resultados en la tabla 3.

Prueba	Curso I	Curso J	Diferencia de medidas	Sig.
DSM		706,00	1,14154	,570
		705,00	-4,44213*	,030
		706,00	-1,14154	,570
		711,00	-5,58367*	,008
		705,00	4,44213*	,030
		706,00	5,58367*	,008

**Tabla 3.** Análisis por diferencia de medias entre los cursos 7-11, 7-06, 7-05.

De acuerdo con la tabla 3 se encuentra que existe diferencia significativa en las calificaciones obtenidas en el curso 7-11 con las calificaciones de los cursos 7-6 y 7-5. En cambio, las calificaciones del curso 7-5 y 7-6 no presentan diferencia significativa.

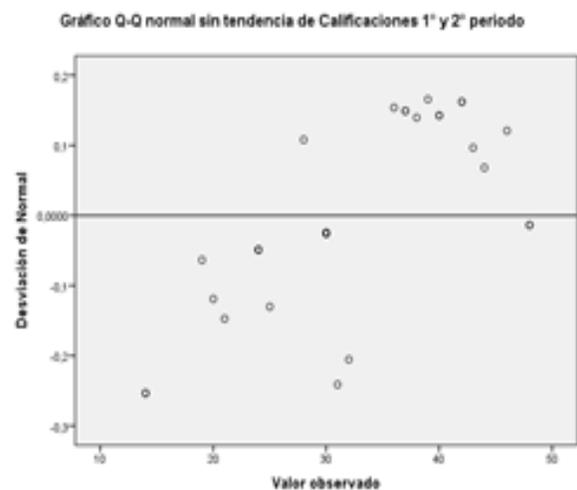
Para continuar con la validación del ANOVA, se procede a comprobar el supuesto de normalidad de los datos usando la prueba estadística de Kolmogorov Smirnov.

Variable	Curso	Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	Sig.
Calificaciones	7-05	,086	102	,058
	7-06	,066	96	,200
	7-11	,087	93	,080

**Tabla 4.** Prueba de normalidad de los datos de calificaciones 1° y 2° periodo, grados 7-11, 7-06 y 7-05.

De acuerdo con el valor de significancia, en todos los casos no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula. Es decir, los datos presentan distribución normal con un 95% de confianza.

Con respecto al supuesto de independencia de los datos, se procede a revisar si existe tendencia en los residuos. Para ello se observa la figura 1, donde se evidencia que no existe tendencia en los datos.



**Figura 1.** Distribución de datos de calificaciones 1° y 2°, periodo para los grados 7-11, 7-06 y 7-05.

De los resultados, se indica que:

- En el ANOVA se comprueban los tres supuestos básicos (homocedasticidad, normalidad e independencia). En el libro de Hopkins & Hopkins & Glass aparece una discusión detalla-

da sobre la verificación de supuestos en las páginas 202-207 [9].

- Existe diferencia significativa en el promedio de las calificaciones obtenidas por los estudiantes de los cursos 7-11, 7-06 y 7-05.
- Según las pruebas posteriores al ANOVA, se encuentra que existe diferencia significativa en las calificaciones del curso 7-11, respecto de los cursos 7-06 y 7-05. Por otro lado, no existe diferencia significativa entre los cursos 7-06 y 7-05.

Los cursos del estudio se caracterizan en que el curso 7-11 tiene clases de matemáticas durante la semana en las primeras horas y los cursos 7-06 y 7-05 un día por semana tienen clase de matemáticas en las dos últimas horas de la jornada. Además, los tres cursos tienen clases con el mismo docente, los mismos días y la misma intensidad horaria semanal. En vista de esto el tener clases de matemáticas en las últimas horas del día afecta al rendimiento académico.

Al presentar los promedios de calificaciones de cada curso en la figura 2, se observa que el grado 7-11, quienes no tienen clases en las últimas horas presentan mejor rendimiento que los otros cursos. Según Escribano – Barrerno y Díaz - Morales “El rendimiento óptimo depende, entre otros, de dos factores relacionados con la preferencia por horarios”.

**Análisis de varianza posterior.**

Ya que los horarios de clases influyen en el rendimiento académico, se procede a realizar cambios en estos para las clases de matemáticas en los cursos de estudio para el 3° y 4° periodo académico. Para este caso se realiza el ANOVA

con las características anteriores y tomando las calificaciones de los cursos en el 3° periodo.

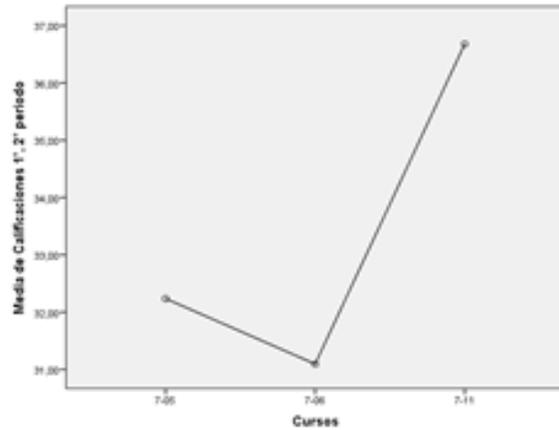


Figura 2. Promedios de calificaciones para los cursos 7-11, 7-06 y 7-05.

En el análisis se corroboran los supuestos de la misma forma como se hace en el punto 1. Se evidencia que las varianzas sean iguales mediante la prueba de Levene [8] en la tabla 5. Allí el nivel de significancia es de 0.366, permitiendo concluir que las varianzas son iguales.

Estadístico de levene	df1	df2	Sig.
1,100	2	94	,337

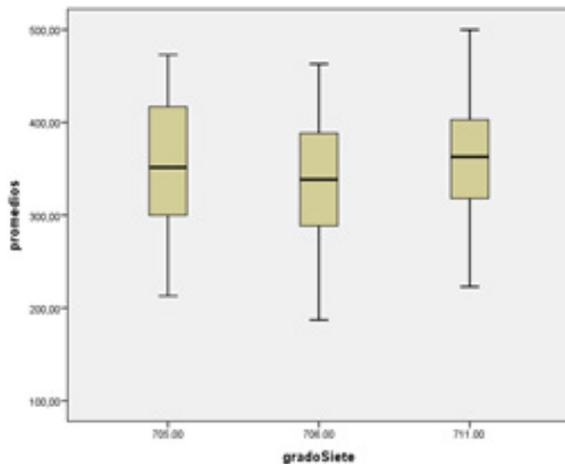
Tabla 5. Prueba de homocedasticidad de varianzas para las calificaciones de 3° periodo. Grados 7-1, 7-05 y 7-06.

En el ANOVA se observa que el valor de significancia de 0,236. Esto, permite concluir que no existe diferencia significativa en los cursos con una confianza del 95%. Por lo anterior, no es necesario realizar comparaciones posteriores, esto lo indica la tabla 6.

Suma de los cuadrados	gl	Media cuadrática	f	Sig.
1,100	2	94	,337	,236

**Tabla 6.** Análisis de varianza para las calificaciones de los cursos 7-11, 7-05 y 7-06 3º periodo.

Al realizar la prueba de normalidad por medio de Kolmogorov Smirnov [9], se obtiene:



**Figura 4.** Valores promedio de calificaciones de 3º periodo para los cursos 7-11, 7-06 y 7-05.

### Modelo de programación lineal para la asignación de horarios

Para el caso de estudio se propone hacer uso de un modelo de programación lineal entera con múltiples objetivos [3]. Uno de ellos es, en lo posible, garantizar que en el último periodo de clase de cada jornada a los estudiantes no se les programe el curso de matemáticas. Para ello se indica el modelo de asignación de horarios en el que su finalidad es asociar aulas y horas a las asignaturas de un programa académico dividido en cursos. De acuerdo con Castillo et al. [11].

Se considera que están disponibles  $nc$  aulas y  $nh$  horas, respectivamente, para enseñar  $ns$  asignaturas. Estas asignatu-

ras están agrupadas por cursos y profesores. La variable binaria  $v(s, c, h)$  es igual a 1 si la asignatura  $s$  se enseña en la clase  $c$  a la hora  $h$ , y 0 en otro caso.

Los parámetros para el modelo son:

- $nc$ : número de aulas.
- $nh$ : número de horas.
- $ns$ : número de asignaturas.
- $ni$ : número de asignatura que ha de impartir el profesor  $i$ .
- $nb$ : número de cursos.
- $\Omega$ : conjunto de todas las asignaturas.
- $\Omega_i$ : conjunto de asignaturas que ha de impartir el profesor  $i$ .
- $\Delta_b$ : conjunto de asignaturas del curso  $b$ .
- $T$ : Número total de horas de cada jornada.

Las restricciones del modelo son: cada profesor imparte todas sus asignaturas.

$$(1) \sum_{s \in \Omega_i} \sum_{c=1}^{nc} \sum_h^{nh} v(s, c, h) = n_i, \forall i$$

Cada profesor imparte como mucho una asignatura cada hora:

$$(2) \sum_{s \in \Omega_i} \sum_{c=1}^{nc} v(s, c, h) \leq 1, \forall h, \forall i$$

Cada asignatura se imparte una sola vez:

$$(3) \sum_{c=1}^{nc} \sum_h^{nh} v(s, c, h) = 1, \forall s$$

En cada clase y hora se imparte como mucho una sola asignatura:

$$(4) \quad \sum_{s \in \Omega_i} v(s, c, h) \leq 1, \forall c, \forall h$$

En cada hora, se enseña, como mucho, una asignatura en cada curso:

$$(5) \quad \sum_{s \in \Delta b} \sum_{c=1}^{n_c} v(s, c, h) \leq 1, \forall h, \forall b$$

El modelo de programación lineal indicado permite la optimización en la generación de horarios en Instituciones de educación. Esto, permite restringir horarios tanto para distribución de horas a los cursos, como a docentes. Asimismo, resalta, que distribuir clases como matemáticas en horas iniciales de la jornada escolar conlleva a un posible mejoramiento en el rendimiento académico, en función de la disposición por parte de estudiantes y docentes.

Por otra parte, el uso de un modelo de programación lineal hace que se implemente con facilidad los cambios que se requieran en los horarios en instituciones de tamaño grande. De esta manera, probando continuamente diferentes asignaciones como es el caso de la institución educativa en la que se cuenta con aproximadamente 165 grupos de estudiantes y la asignación de horarios es de gran tamaño computacional. Entonces, pensar en modificaciones es imposible si no se realiza por medio de un modelo de programación lineal.

## Conclusiones

Uno de los factores relevantes en el rendimiento escolar es el agotamiento

entre otros; con el fin de determinar en qué grupos existe mayor diferencia de promedio de calificación, de acuerdo con los horarios.

Por otra parte, se recomienda realizar el estudio considerando al docente para eliminar aspectos de disposición, agotamiento físico, carga académica e incluso metodologías de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

Respecto al modelo de programación lineal, es validado y comprobado de manera técnica, es decir que la asignación de horarios se realiza por medio de un aplicativo para solución de problemas de programación lineal como puede ser el solver de Microsoft Excel. Sin embargo, queda abierta la posibilidad de un amplio campo de investigación: relacionar restricciones cuantitativas que consideren aspectos como interés, motivación y estrategias de enseñanza – aprendizaje descritas matemáticamente.

## Referencias

- [1] T. García, C. Rodríguez, L. Betts, D. Areces y P. González-Castro, "How affective-motivational variables and approaches to learning predict mathematics achievement in upper elementary levels," *Learn. Individ. Differ.*, vol. 49, pp. 25–31, 2016.
- [2] H. Chang y S. L. Beilock, "The math anxiety-math performance link and its relation to individual and environmental factors: A review of current behavioral and psychophysiological research," *Curr. Opin. Behav. Sci.*, vol. 10, pp. 33–38, 2016.
- [3] A. Mustafa y M. Goh, "Multi-criterion models for higher education administration," *Omega*, vol. 24, no. 2, pp. 167–178, 1996.
- [4] V. Suárez, Á. Guerrero y O. D. Castriellón, "Programación de Horarios Escolares basados en Ritmos Cognitivos usando un Algoritmo Genético de Clasificación No-dominada, NSGA-II," *Inf. tecnol.*, vol. 24, no. 1, pp. 103–114, 2013.
- [5] B. Gargallo López, C. Pérez Pérez, B. Serra Carbonell, F. J. Sánchez Peris y I. Ros Ros, "Actitudes ante el aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes universitarios," *Rev. Iberoam. Educ.*, vol. 42, no. 1, pp. 1-11, 2007.
- [6] B. Gargallo, J. Suárez-Rodríguez, and A. Ferreras Remesal, "Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios," *Rev. Inv. Edu.*, vol. 25, no. 2, pp. 421–441, 2007.
- [7] J. Vicéns Otero y A. Herrarte Sánchez, "Análisis De La Varianza Multivariante," pp. 1–4, 2005.
- [8] D. Salgado, "Prueba de Levene homogeneidad de la varianza," pp. 3–4, 2008.
- [9] C. Rodríguez, J. Gutiérrez y T. Pozo, *Fundamentos conceptuales de las principales pruebas de significación estadística en el ámbito educativo*, Grupo Editorial Universitario, 2012, p. 60.
- [10] C. Escribano-Barreno y F. Díaz-Morales, "Rendimiento académico en adolescentes matutinos y vespertinos," *Rev. Iberoam. diagn. Ev.*, pp. 147–163, 2013.
- [11] E. Castillo, A. Conejo, P. Pedregal, R. García y N. Alguacil, *Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia*. p. 574, 2002.
- [12] L. T. Lucía Esquivel, "Modelo matemático para la programación de un horario escolar con multi-localización de docentes," tesis de maestría, Univ. Valle, 2014.
- [13] E. Ahmadi, M. Zandieh, M. Farrokh y S. M. Emami, "A multi objective optimization approach for flexible job shop scheduling problem under random machine breakdown by evolutionary algorithms," *Comput. Oper. Res.*, vol. 73, pp. 56–66, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.03.009>