

Artículo de Investigación

# ¿Existe relación entre el éxito del estudiantado en asignaturas de Matemáticas para ingeniería y la realización de actividades por ordenador en el proceso de evaluación continua?

## Is there any link between students' success in Maths courses for Engineering and their assessment during the semester by using computer-aided activities?

Ana M. Martín-Caraballo: Universidad Pablo de Olavide, España.

[ammarcar@upo.es](mailto:ammarcar@upo.es)

Ángel F. Tenorio-Villalón<sup>1</sup>: Universidad Pablo de Olavide, España.

[aftenvil@upo.es](mailto:aftenvil@upo.es)

Fecha de Recepción: 21/05/2024

Fecha de Aceptación: 07/08/2024

Fecha de Publicación: 09/10/2024

### Cómo citar el artículo:

Martín-Caraballo, A. M. y Tenorio-Villalón, A. F. (2024). ¿Existe relación entre el éxito del estudiantado en asignaturas de Matemáticas para ingeniería y la realización de actividades por ordenador en el proceso de evaluación continua? [Is there any link between students' success in Maths courses for Engineering and their assessment during the semester by using computer-aided activities?]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-17. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1007>

### Resumen:

**Introducción:** En las asignaturas de Matemáticas de cualquier grado en ingeniería, el estudiantado presenta carencias en sus niveles competenciales de Matemáticas básica (tanto conceptuales como procedimentales). Como objetivo, analizaremos si la realización por parte del estudiantado, con la supervisión del equipo docente, de actividades asistidas por ordenador durante el periodo de docencia presencial incide significativamente en su rendimiento académico y favorece la superación de estas asignaturas. **Metodología:** Tras seleccionar una muestra entre el estudiantado matriculado durante el segundo semestre del

<sup>1</sup> Autor Correspondiente: Ángel F. Tenorio-Villalón. Universidad Pablo de Olavide (España).

curso 2022/2023 en dos asignaturas de primer curso, hemos llevado a cabo el tratamiento estadístico de los datos para comparar la calificación final de cada asignatura con el aprovechamiento de cada estudiante en las actividades antes indicadas. **Resultados:** Observamos que el rendimiento académico del estudiantado se ve incluido significativamente y de manera positiva por la realización de actividades asistidas por ordenador y que cuenta con la supervisión del equipo docente, habiendo realizado este tipo de actividades más de la mitad del estudiantado que supera las asignaturas en la primera convocatoria. **Conclusiones:** El uso de actividades asistidas por ordenador (con software de cálculo computacional o geometría dinámica) es beneficioso para la formación del estudiantado en asignaturas de Matemáticas del ámbito de ingeniería.

**Palabras clave:** matemáticas; ingeniería; TIC; enseñanza asistida por ordenador; evaluación; resolución de problemas; tutorización; análisis estadístico.

#### **Abstract:**

**Introduction:** In Maths courses for engineering degrees, students show shortages in their competence levels for elemental Mathematics (in both concepts and procedures). Our goal is to analyze if there exists some incidence in students' academic performance because of solving several activities by using computational software and under the teaching staff's supervision during the semester. **Methodology:** We select a sample between students who is enrolled in the second semester of the academic year 2022/2023 in two 1st-year courses. We perform a statistical data processing for this sample in order to make a comparison between the overall grade for each course and the performance of the previous computer-aided activities for each student. **Results:** Students' grades are significantly affected, in a positive sense, by performing the aforementioned computer-aided activities under teaching supervision. More than a half of students who passed the course in the first summons had carried out these activities. **Conclusions:** The use of computer-aided activities (by means of computational or dynamical geometry software) is significantly beneficial for our students' instruction in Maths courses for Engineering degrees, boosting their academic performance in order to pass these courses.

**Keywords:** mathematics; engineering; ICT; computer-aided teaching; assessment; problem solving; tutorial; statistical analysis.

## **1. Introducción**

En cualquier grado en ingeniería de cualquier sistema universitario estatal, la existencia de asignaturas de Matemáticas en el plan de estudio es clásico y habitual ya que se requiere un mínimo nivel competencial en esa disciplina para poder modelar y resolver cualquier problema que se plantea en el ámbito de ingeniería. En el caso del sistema universitario español, esta aparición de las Matemáticas en los planes de estudios de las titulaciones de ingeniería se remonta a la propia refundación de las Escuelas de Ingeniería durante el siglo XIX según se recoge en la literatura (Lusa Monforte, 1985, p. 206; Sánchez Ron, 1992, p. 71)

Del mismo modo, esta disciplina dentro de la formación de los/as futuros/as ingenieros/as ha presentado serias dificultades para el estudiantado durante su periodo de formación y siempre termina surgiendo el debate de si las Matemáticas en Ingeniería deben tener un enfoque academicista (centrado en el formalismo y conocimiento teórico de los conceptos y procedimientos) o, si por el contrario, es conveniente un enfoque más práctico y utilitario considerando las matemáticas como una herramienta y no como un fin en sí mismo. Esta disyuntiva suele resurgir habitualmente, como indican Romo-Vázquez (2014, pp. 315-317) y Trejo Trejo *et al.* (2013, pp. 399-400) entre otros autores; sin embargo, entre el profesorado de

matemáticas de las escuelas de ingeniería está asumido esa utilidad práctica de la disciplina.

Este planteamiento está en consonancia con la Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades (2009), según la cual establece que el estudiantado en ingeniería debe desarrollar la “[c]apacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería” y la “[a]ptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización”, competencias que aparecen dentro del módulo de formación básica de los grados en ingeniería informática que se imparten en España. Precisamente, el libro blanco para el título de grado en ingeniería informática (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2005) incluye la materia de matemáticas como parte de los contenidos formativos comunes de cualquier mención en dichos grados. La traducción de lo anterior en los planes de estudios de ingeniería informática consiste en la realización de no menos de cuatro asignaturas sobre contenidos de Matemáticas y Estadística, en las cuales debe desarrollar tales competencias.

Debe tenerse en cuenta que cualquier ingeniero/a (especialmente en el caso de la Informática) debe ser capaz de modelizar matemáticamente las situaciones a las que se enfrenta, así como realizar tratamientos numéricos y/o estadísticos de los datos con los que está trabajando. Por consiguiente, una formación básica en estos contenidos es esencial, pero requieren de unos conocimientos previos y unos niveles competenciales de partida en las matemáticas elementales que se trabajan en Educación Secundaria, previamente al acceso a los estudios universitarios. Sin embargo, la realidad que llega a los centros universitarios suele ser distinta a la que cabría esperar y las carencias tanto a nivel de meros cálculos y operaciones como del propio lenguaje matemático son reseñables y preocupantes para estudiantes de primer curso como puede observarse en Bigotte-de-Almeida *et al.* (2020), Dubón *et al.* (2013) o Martín-Caraballo *et al.* (2021, 2023a). Como el estudiantado presenta las dificultades anteriormente indicadas, también nos encontramos con su escasa capacidad para realizar razonamientos lógicos y formales y disponer de un nivel de abstracción adecuado para el nivel de este tipo de asignaturas (Martín-Caraballo y Tenorio-Villalón, 2023).

Todas estas complicaciones que ha de enfrentar nuestro estudiantado conllevan que pueda desarrollar durante el semestre lo que se ha venido a llamar “ansiedad matemática”, según las definiciones indicadas por Dowker *et al.* (2016) y Sagasti-Escalona (2019) y que, aunque parezca un cuadro de ansiedad de mayor o menor intensidad, realmente consiste en la concepción que el propio estudiantado tiene de sí mismo con respecto a sus habilidades y destrezas para resolver problemas matemáticos, aprendiendo y adaptando los procedimientos de la disciplina. La aparición de esta ansiedad en nuestro estudiantado puede conllevar asimismo bloqueos ante la asignatura que dificultan obtener una evaluación positiva por parte del equipo docente y, por consiguiente, incluso rechazo hacia la materia antes la sensación de intratabilidad de la misma que desarrolla el propio estudiantado (Peker y Erketin, 2011). En palabras de García Escobar (2023), “la comprensión de la matemática trasciende el simple estudio mecánico y memorístico de los conceptos” y esto hace que la asimilación de conceptos y procedimientos sea sumamente compleja para el estudiantado.

Este rechazo y ansiedad que podemos encontrar en nuestro estudiantado hacia las matemáticas se observa con mayor incidencia en el alumnado de primer y segundo curso en el que se suelen concentrar las asignaturas de formación básica del ámbito matemático-estadístico. Sobre el abandono en los grados universitarios españoles, puede consultarse a De la Cruz-Campos *et al.* (2023) y, para el caso de los grados en ingeniería, a Cuevas-Martínez *et al.* (2023). De hecho, la literatura en los últimos años parece mostrar que es clave para evitar el abandono de nuestro estudiantado considerar actuaciones por parte del profesorado que

permitan modificar la actitud de éste hacia las matemáticas y favorezca la motivación en el aula y la transición entre la Educación Secundaria y la Superior; véase, por ejemplo, Geisler *et al.* (2023) u Óturai *et al.* (2023).

Precisamente, el estudiantado de nuevo ingreso, que se matricula en primer curso y acude por primera vez a una asignatura de Matemáticas en el ámbito de un grado universitario, suele mostrar una preocupación considerable en la primera sesión de estas asignaturas respecto a cuál es el nivel competencial de matemáticas que se va a emplear durante el curso y el que se exigirá al finalizar el semestre, nuevamente en consonancia con la ansiedad y rechazo que, desafortunadamente, acompaña a nuestras asignaturas y que, en buena parte vienen de la mano de las carencias en competencias matemáticas básicas que deberían haber obtenido en las etapas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato y que hemos mencionado previamente. Esto se agrava con el estudiantado que proviene de ciclos formativos de grado medio o superior de Formación Profesional, que corresponde a un perfil de estudiantes que han huido de las matemáticas tras su periplo en la Educación Secundaria y que habitualmente llevan unos cuatro años sin haber cursado asignaturas de esta materia.

En vista de todo lo anterior, se hace necesario el uso de estrategias metodológicas y recursos docentes que permitan que el estudiantado pueda tener una actitud más positiva hacia las matemáticas y permita distender el proceso de aprendizaje como indica Sagasti-Escalona (2019) o García Escobar (2023). Este tipo de actuaciones por parte del equipo docente permitirá mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de cada estudiante y su rendimiento en la asignatura.

Entre otras opciones, el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC en adelante), nos permite como docentes suplir muchas de las carencias operativas que presenta nuestro estudiantado y, de este modo, rebajar la ansiedad matemática que pueda provenir por no disponer del nivel competencial adecuado en las matemáticas básicas y poder trabajar con éste tanto los contenidos y procedimientos propios de la asignatura como aquellos que ya debería haber asimilado en etapas previas y que son piedra angular para afrontar con éxito la materia. A este respecto, puede consultarse Mendoza y Mendoza (2013), De la Cruz-Campos *et al.* (2023) o Martín-Caraballo *et al.* (2023b). El uso de herramientas TIC en la docencia permite introducir un nivel de manipulación y visualización de los conceptos y procedimientos matemáticos que no es posible con las metodologías y recursos tradicionales basados en algoritmos de lápiz y papel. Por ello, consideramos que la inclusión de actividades que se basan en el uso de herramientas computacionales, como pueden ser los *softwares* de cálculo simbólico o de geometría dinámica, resultan de suma utilidad para favorecer la motivación del estudiantado y facilitar su proceso de aprendizaje en las asignaturas de Matemáticas.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, el objetivo principal de este trabajo es analizar si el uso con el estudiantado de actividades consistente en la resolución de problemas asistida por ordenador durante el periodo de docencia presencial (y siempre bajo la supervisión del profesorado de la asignatura) tiene un impacto positivo en los resultados académicos del estudiantado, posibilitando que supere con éxito las asignaturas cuando se realizan este tipo de actividades. Cada una de las actividades que se resolvían con la asistencia de ordenador consistían en problemas que el estudiantado podía trabajar haciendo uso, según la tipología de cada problema, con un *software* de cálculo simbólico o geometría dinámica.

## 2. Metodología

### 2.1. Consideraciones previas

Como ya hemos expuesto en la introducción de este trabajo, nuestro objetivo principal es analizar la existencia de cualquier tipo de incidencia entre el rendimiento del estudiantado en las asignaturas de matemáticas en relación con la realización de una serie de actividades realizadas durante el periodo de docencia presencial en el que deben de resolver una serie de problemas con la asistencia de un *software* para la resolución de problemas bajo supervisión de un/a miembro del equipo docente. El *software* empleado por el estudiante para la realización de dichas actividades son Wolfram Mathematica® (Mathematica en adelante), como paquete de cálculo simbólico, y GeoGebra, como paquete para tratamiento geométrico y gráfico. Asimismo, en el contexto de este trabajo, consideraremos que el rendimiento del estudiantado se determinará con la superación o no de la asignatura en cualesquiera de las dos convocatorias de que consta cualquier curso académico según la normativa de aplicación de la Universidad Pablo de Olavide (2023).

Para seleccionar el espacio muestral de este estudio, hemos considerado dos asignaturas ubicadas en el segundo semestre del primer curso del Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información (GIISI en adelante), a saber: “Álgebra” y “Métodos Matemáticos para la Ingeniería” (MMI en adelante). Ambas asignaturas corresponden a la materia de Matemáticas incluida en el módulo de formación básica del GIISI. El sistema de evaluación de estas dos asignaturas recoge una calificación mínima del 30% correspondiente a actividades y/o pruebas de evaluación realizadas durante el periodo de docencia principal, recibiendo el nombre de “evaluación continua” (Universidad Pablo de Olavide, 2023). Ese mínimo se puede articular de la manera que estime conveniente el equipo docente, pudiendo ser superior a ese porcentaje de calificación. En el caso de las asignaturas con las que trabajaremos, “Álgebra” aplica el mínimo legal establecido, pero “MMI” tiene consignado que la evaluación continua supone un 40% de la calificación total del estudiantado. Tal y como están organizadas las asignaturas, las pruebas de evaluación continua consisten en lo siguiente: el estudiantado trabaja, de manera autónoma y bajo supervisión de alguno/a docente de la asignatura, una serie de problemas y/o supuestos prácticos que se van encomendando en actividades o tareas semanales. En el caso de la asignatura “MMI”, los problemas se trabajan desde la perspectiva computacional de los mismos, por lo que el uso de un paquete de cálculo simbólico como Mathematica es algo intrínseco a la propia asignatura. Por su parte, la asignatura de “Álgebra” también tiene un componente de tratamiento computacional de los problemas, pero de manera complementaria al tratamiento tradicional de los mismos sin soporte informático.

Es precisamente dentro de las actividades que componen la evaluación continua donde se activaron una serie de tareas complementarias de carácter opcional y voluntario para el estudiantado que estaban orientadas en el uso de una aplicación informática. En el caso de GeoGebra, nos permitía un tratamiento más geométrico de los algoritmos de la asignatura “MMI” que complementaba el uso habitual de Mathematica, que permite un tratamiento más algorítmico al permitir incluso emplearlo como lenguaje de programación, competencias establecidas para estas asignaturas (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2005; Secretaría General de Universidades, 2009). De hecho, “MMI” es una asignatura en la que confluye, por cómo está formulado el plan de estudios, las materias de Matemáticas y Algorítmica, circunstancia que debe ser tenida en consideración al analizar los resultados del estudio.

El uso de las herramientas TIC indicadas anteriormente (y, por ende, la realización de las actividades complementarias realizadas con asistencia de dichas herramientas) nos ha

permitido realizar una parte de la evaluación centrada en comprobar si son capaces de aplicar, adaptar y combinar los conceptos y procedimientos trabajados, aplicándolos a distintas situaciones y evitando posibles interferencias en la evaluación debida a las carencias del estudiantado en sus capacidades aritméticas y calculísticas.

## 2.2. Descripción de la muestra y de los instrumentos de trabajo

Hechas las consideraciones previas, pasamos a describir la muestra empleada en este trabajo, así como los instrumentos para la recogida de información y el *software* empleado para el procesamiento estadístico de los datos recopilados.

En tanto en cuanto que estamos analizando el rendimiento académico de dos asignaturas, “Álgebra” y “MMI”, del segundo semestre del primer curso en el GIISI, la selección y construcción de la muestra para cada asignatura se ha llevado a cabo considerando los listados oficiales de estudiantes matriculados/as en cada asignatura durante el curso académico 2022-2023, tomando como fecha de consulta mediados de febrero de 2023. La elección de esta fecha para recopilar la información del estudiantado se debe no solo a que ya está iniciado el semestre, sino a que la consulta en la segunda quincena de febrero evita la posibilidad de incluir estudiantes que realmente no van a cursar la asignatura ya que el procedimiento para solicitar anulación de matrícula por parte de cualquier estudiante finaliza el 31 de enero, salvo en casos de fuerza mayor que se amplía al 15 de mayo (aunque esta circunstancia no suele ser habitual), según establece la normativa de aplicación (Universidad Pablo de Olavide, 2021).

Según los listados antes referidos, la asignatura “Álgebra” cuenta con 123 estudiantes, mientras que en “MMI” este número se eleva a 165. Como puede comprobarse debido al número de estudiantes que compone la población total de cada asignatura, sea optado por trabajar con toda la población con objeto de disponer de más de 100 individuos en cada asignatura para que la información estadística sea significativa. A modo indicativo y no siendo de interés para este estudio, queremos indicar que la intersección entre las dos poblaciones indicadas es de 116 estudiantes.

Para la recopilación de la información relativa al rendimiento académico de cada individuo en la asignatura correspondiente y la realización de las actividades asistidas con ordenador en la evaluación continua, se han considerado las actas de calificación de primera y segunda convocatoria del curso 2022-2023 y la documentación de registro que cada equipo docente elabora para registrar todas las actividades de seguimiento y evaluación durante el período de docencia presencial, incluyendo las actividades que son motivo de este trabajo. Salvo los documentos de registros de actividades generados por los equipos docentes, el resto de documentación (tanto los listados oficiales de estudiantes como las actas de calificación) son documentos oficiales que genera la Universidad y se vuelcan en las bases de datos de la institución educativa. Esta información se ha anonimizado, para lo que a cada estudiante se le identifica con un código numérico al que se le asocia toda la información pertinente para cada una de las asignaturas.

Finalmente, el procesamiento de los datos que empleamos en este estudio se realizó con el *software* Microsoft Excel®, para organizar datos y crear variables, y el paquete estadístico IBM SPSS®, para realizar el tratamiento estadístico de los datos anonimizados y las variables importadas desde Excel.

### 3. Resultados

Para iniciar el tratamiento estadístico de los datos, queremos mostrar la distribución por asignatura del estudiantado que optó de manera voluntaria a realizar las actividades asistidas con ordenador durante el período de docencia presencial, a las que para abreviar nos referiremos como “tareas” con objeto de diferenciarlas del resto de actividades de evaluación continua que sí eran de obligado cumplimiento por el estudiantado. En el caso de “Álgebra” este número ascendió a 58 estudiantes, mientras que en “MMI” fue de 61. Esto supuso el 47,15% y el 36,97% de las muestras poblacionales, respectivamente.

En las Tablas 1 y 2 podemos observar la distribución porcentual del estudiantado para las asignaturas “Álgebra” y “MMI”, respectivamente, según la codificación empleada para consignar su rendimiento: “Aprobado”, “Suspenso” y “No presentado”. Con el código “Aprobado” englobamos a todo el estudiantado que ha superado la asignatura y, por tanto, incluye las calificaciones “Notable” y “Matrícula de Honor” cuando estas existen. Asimismo, utilizamos el identificador “1C” y “2C” para indicar que la información corresponde a la primera o a la segunda convocatoria de la asignatura. La información recogida en ambas tablas no distingue entre la realización o no de las “tareas”.

**Tabla 1.** Distribución porcentual del estudiantado de la asignatura “Álgebra” según su rendimiento en el curso 2022-2023

“Álgebra”	“1C”	“2C”
“No presentado”	20,33%	44,87%
“Suspenso”	43,08%	34,62%
“Aprobado”	36,59%	20,51%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

**Tabla 2.** Distribución porcentual del estudiantado de la asignatura “MMI” según su rendimiento en el curso 2022-2023

“MMI”	“1C”	“2C”
“No presentado”	47,27%	52,86%
“Suspenso”	37,58%	10%
“Aprobado”	15,15%	37,14%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

Una vez disponemos de una información inicial sobre la distribución del estudiantado según su rendimiento para cada asignatura, hemos ejecutado un test t de Student con objeto de determinar la existencia o no de diferencia de medias entre el rendimiento del estudiantado que realizó las “tareas” y aquel que optó por no realizarlas para la primera convocatoria de la asignatura “Álgebra”. Como puede observarse en la Tabla 3, el p-valor obtenido es 1,33756E-16 que, al ser inferior a 0,05, conlleva asumir la existencia de diferencias de medias. Es más, si comprobamos el dato correspondiente al estudiantado que sí realizó las “tareas” podemos concluir que sus calificaciones para esta convocatoria son mejores que en el caso del estudiantado que no las presentó. Más concretamente, la media del primer colectivo es superior a una calificación de 5 puntos, mientras que el segundo colectivo es inferior a una calificación de 2. Esto se agrava más si observamos que también hay diferencias significativas

en el estadístico denominado varianza, que mide la dispersión de los datos respecto de la media: quienes realizaron las “tareas” presentan una varianza ligeramente superior a 2 puntos, mientras que quienes no las realizaron presentan una varianza del doble que los anteriores.

**Tabla 3.** Test t de Student correspondiente a las calificaciones de primera convocatoria en la asignatura “Álgebra”

	Sin “tareas” en “1C”	Con “tareas” en “1C”
Media	1,986153846	5,05517241
Varianza	4,229024038	2,02356927
Observaciones	65	58
Estadístico t	-9,707465845	
P(T<=t) una cola	6,68781E-17	
Valor crítico de t (una cola)	1,658329969	
P(T<=t) dos colas	1,33756E-16	
Valor crítico de t (dos colas)	1,980992298	

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en SPSS (2024).

Si hacemos el mismo procesado, pero consideramos los datos correspondientes a la segunda convocatoria del curso, observamos los resultados que aparecen en la Tabla 4. Como ocurría anteriormente, el p-valor es 0,00049946, también inferior a 0,05, con lo que asumimos nuevamente que las medias son diferentes entre las calificaciones en segunda convocatoria dependiendo de si el estudiantado realizó o no las “tareas”. En esta ocasión, dicha diferencia se reduce significativamente, aunque sigue siendo superior en 2 puntos a favor de quienes realizaron las “tareas”. De hecho, no hay diferencias entre las varianzas para ambos colectivos siendo prácticamente la misma. Debe indicarse que este hecho puede estar explicado en buena parte porque la mayor parte de los/as estudiantes que realizaron las “tareas” ya habían superado la asignatura en la convocatoria anterior.

**Tabla 4.** Test t de Student correspondiente a las calificaciones de segunda convocatoria en la asignatura “Álgebra”

	Sin “tareas” en “2C”	Con “tareas” en “2C”
Media	1,55090909	3,56086957
Varianza	4,32513805	4,6643083
Observaciones	55	23
Estadístico t	-3,7887727	
P(T<=t) una cola	0,00024973	
Valor crítico de t (una cola)	1,68385101	
P(T<=t) dos colas	0,00049946	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02107539	

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en SPSS (2024).

Continuamos ahora analizando los resultados que se obtienen procesando los datos de la asignatura “MMI”. En el caso de la primera convocatoria, cuya información se muestra en la Tabla 5, podemos comprobar que el p-valor es 7,3204E-18 y, por tanto, podemos considerar que hay existencia de diferencias de medias ya que nuevamente es inferior a 0,05. Asimismo, también podemos obtener de los datos procesados que el estudiantado que optó por no realizar las “tareas” obtuvo peores calificaciones en esta convocatoria que aquel que sí las

realizó. Como ocurría en la primera convocatoria de “Álgebra”, la media de las calificaciones de quienes llevaron a cabo las “tareas” es significativamente superior, pero en esta ocasión ambas medias son inferiores a 5. No obstante, esa diferencia de medias es muchísimo más abultada que en el caso de “Álgebra”. Por su parte, la varianza o dispersión es significativamente elevada en aquellos/as estudiantes que optaron por realizar las “tareas”, siendo superior al valor de la media. Esto conlleva una separación considerable de las calificaciones de este estudiantado respecto de la calificación media y no están tan concentrados en torno a la calificación de 5, como sí ocurría en la asignatura de “Álgebra”.

**Tabla 5.** Test t de Student correspondiente a las calificaciones de primera convocatoria en la asignatura “MMI”

	Sin “tareas” en “1C”	Con “tareas” en “1C”
Media	0,61747573	4,03870968
Varianza	1,64008376	5,09650978
Observaciones	103	62
Estadístico t	-10,921773	
P(T<=t) una cola	3,6602E-18	
Valor crítico de t (una cola)	1,6629785	
P(T<=t) dos colas	7,3204E-18	
Valor crítico de t (dos colas)	1,98826791	

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en SPSS (2024).

Si procedemos a considerar los resultados obtenidos en la segunda convocatoria de «MMI», podemos observar que el p-valor por cuarta vez es inferior a 0,05 y, por consiguiente, hemos de asumir la diferencia entre las medias; véase la Tabla 6. Como en la convocatoria anterior de esta asignatura, la diferencia es muy significativa. Mientras que el estudiantado que no realizó las “tareas” no llega a una calificación media de 0,8, la media es de 3,35 para quienes sí la realizaron. Asimismo, esta última media es a su vez algo menor que la consignada para este mismo colectivo de estudiantes en la primera convocatoria. En el caso del estudiantado que no realizó las “tareas”, la media de las calificaciones es similar en ambas convocatorias. Por otro lado, también se observa que la varianza en el caso del estudiantado que realizó las “tareas” es del doble aproximadamente que quienes no las realizó. En este caso, debemos tener en cuenta que, en la primera convocatoria, el número de estudiantes que debían presentarse a la evaluación sin haber realizado las “tareas” era 103, disminuyendo a 100 para la segunda; mientras que quienes entregaron las “tareas” pasaron de ser 62 estudiantes que debían presentarse en primera convocatoria a solo 40 en segunda, superando la materia una tercera parte del estudiantado que presentó las “tareas” frente a un 1% para quienes no la presentaron

Concluimos esta sección, analizando las tablas de contingencia resultantes de los datos procesados considerando, por un lado, las calificaciones del estudiantado (ahora sí desglosando todas las que englobaba el código “Aprobado” en el estudio hecho hasta este punto) y, por el otro, la realización de las “tareas”, correspondiente a las actividades voluntarias asistidas por ordenador. Para estas tablas no se diferencia entre si un/a estudiante ha superado la asignatura en primera o segunda convocatoria, para lo cual se ha considerado con la calificación de “No Presentado” al estudiantado que no se presentó a ninguna de la convocatoria y con la de “Suspenso” al que tenga esa calificación en alguna de las convocatorias siempre que no haya superado la asignatura.

**Tabla 6.** Test t de Student correspondiente a las calificaciones de segunda convocatoria en la asignatura “MMI”

	Sin “tareas” en “2C”	Con “tareas” en “2C”
Media	0,754	3,35
Varianza	2,14291313	3,27846154
Observaciones	100	40
Estadístico t	-8,0735402	
P(T<=t) una cola	1,8356E-11	
Valor crítico de t (una cola)	1,67064886	
P(T<=t) dos colas	3,6712E-11	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00029782	

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en SPSS (2024).

En la Tabla 7 podemos observar que el estudiantado que suspende la asignatura de “Álgebra” o no se presenta a ninguna de las convocatorias de examen en el curso se concentra mayoritariamente entre quienes decidieron no realizar las “tareas”, lo que está en consonancia y corrobora los resultados obtenidos al aplicar el test t de Student. Porcentualmente, esta circunstancia se observa en un 76,92% del estudiantado que no realizó las “tareas”, mientras que este valor porcentual cae hasta el 20,6% cuando se considera esta circunstancia entre el estudiantado que sí realizó las “tareas”.

**Tabla 7.** Tabla de contingencia correspondiente a las calificaciones de la asignatura “Álgebra”, sin tener en cuenta la convocatoria en la que se supera la asignatura

Calificación curso	“Tareas”		Total
	No realiza	Sí realiza	
Aprobado	14	40	54
M. Honor		1	1
No Presentado	24	2	26
Notable	1	5	6
Suspense	26	10	36
<b>Total</b>	65	58	123

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en SPSS (2024).

En la Tabla 8, tenemos la información anterior en el caso de la asignatura “MMI”. Como ocurría con “Álgebra”, nuevamente se corroboran los resultados obtenidos cuando hemos aplicado el test t de Student. En “MMI”, solo un 6,73% del estudiantado que no realizó las “tareas” terminó aprobando la asignatura frente a un 52,45% de estudiantes que aprobaron y realizaron las “tareas”. Por tanto, como hemos reiterado previamente en este trabajo, se observa la importancia de realizar las “tareas” asistidas por ordenador ya que conllevan a su vez una acción tutorial por parte del profesorado sobre el estudiantado. Este tipo de actuaciones docentes son claves para asignaturas que, como las de Matemáticas, suponen un reto para el perfil del estudiantado que accede a este grado.

**Tabla 8.** Tabla de contingencia correspondiente a las calificaciones de la asignatura “MMI”, sin tener en cuenta la convocatoria en la que se supera la asignatura

Calificación curso	Tarea Opcional		Total
	No realiza tarea	Realiza tarea	
Aprobado	7	25	32
M. Honor	67	3	70
No Presentado		5	5
Notable		2	2
Suspense	30	26	56
<b>Total</b>	<b>104</b>	<b>61</b>	<b>165</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en SPSS (2024).

## 4. Discusión

Tomando en consideración los resultados mostrados en la sección anterior, los datos muestran un mejor rendimiento académico en el estudiantado que sí realizó las “tareas” comprendiendo actividades asistidas con ordenador durante el período de docencia presencial. Esta diferencia supone unas calificaciones significativamente superiores frente a quienes optaron por no realizar estas actividades bajo la supervisión del profesorado de la asignatura. Esto se observa tanto en “Álgebra” como en “MMI” lo que conlleva plantear que la realización de tales actividades incide positivamente en el proceso de aprendizaje de nuestro estudiantado.

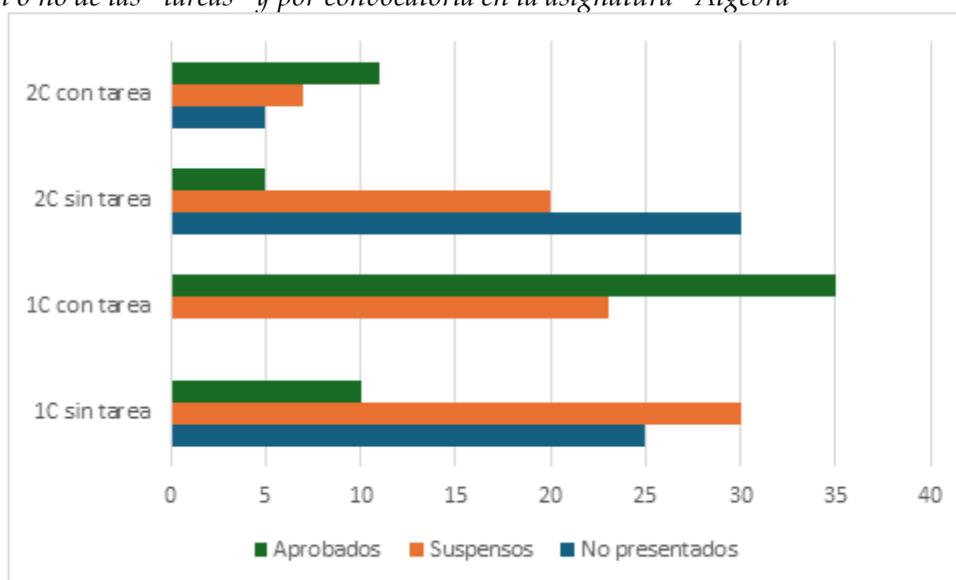
Por otro lado, los resultados obtenidos en la primera convocatoria de cada asignatura han sido significativamente mejores para quienes realizaron las “tareas” frente a quienes optaron por no aprovechar estas actividades complementarias para la adquisición de las competencias trabajadas en las asignaturas. Siendo más específicos, en el caso de la asignatura “Álgebra”, de los 45 estudiantes que aparecen con una calificación codificada como “Aprobado”, sí realizaron las “tareas” 35; lo que supone una proporción 1 a 3 favorable para quienes trabajaron las actividades asistidas por ordenador. Más aún, en esta convocatoria superó la asignatura más el 50% de quienes realizaron las “tareas; mientras que no se alcanzó siquiera el 10% con esa misma codificación para el resto de los/as estudiantes.

También se observa un efecto motivacional que reduce el abandono de la asignatura durante el semestre, ya que todo/a estudiante que realizó las “tareas” se presentó al examen final de la primera convocatoria, mientras que solo un 38% de quienes no la entregaron tienen una calificación de “No Presentado”.

Los resultados obtenidos para la segunda convocatoria de la asignatura “Álgebra” permite un análisis similar: por un lado, un 48% del estudiantado que entregó las “tareas” aparece como “Aprobado”; por el otro, entre quienes no se presentaron o suspendieron esta convocatoria sin haber realizado las “tareas” se superaba el 75% de ese estudiantado (de hecho, más del 50% optaron por no presentarse al examen final).

En vista de lo anterior, podemos concluir que, en la asignatura de “Álgebra”, se observa una incidencia significativamente positiva del hecho de realizar las “tareas” en relación con la superación de la asignatura en alguna de las dos convocatorias. En la Figura 1, podemos observar la información de las calificaciones por convocatoria, distinguiendo entre estudiantes que realizaron o no las “tareas”.

**Figura 1.** Distribución del número de estudiantes según código de calificación, diferenciando por realización o no de las “tareas” y por convocatoria en la asignatura “Álgebra”



**Fuente:** Elaboración propia utilizando Microsoft Excel (2024).

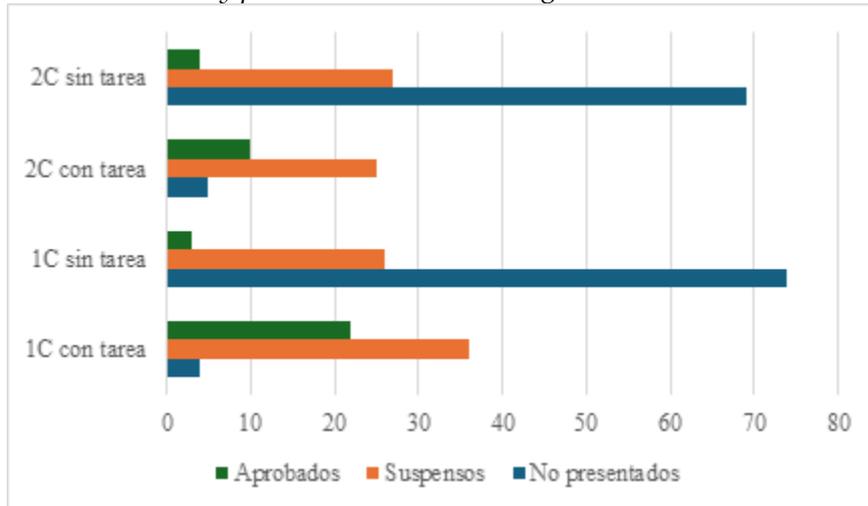
Continuamos la discusión considerando la asignatura “MMI”, en la que 25 estudiantes tienen consignada la calificación codificada como “Aprobado” en primera convocatoria, de los 22 sí realizaron las “tareas”. Por tanto, casi todo el estudiantado que superó la asignatura en primera convocatoria había realizado las “tareas”. Como puede comprobarse, esta proporción es significativamente mayor que en el caso de la asignatura de “Álgebra”.

Con respecto al estudiantado codificado como “No presentado” en primera convocatoria, el número es insignificante entre el estudiantado que trabajó las “tareas”, mientras que ese número se dispara hasta suponer el 45% de todo el estudiantado de la asignatura.

En la segunda convocatoria de la asignatura, observamos que la situación es análoga a la acontecida en primera convocatoria para el estudiantado que realizó las “tareas”. Solo hay una diferencia que debe ser reseñada en esta convocatoria: la proporción de estudiantes con las “tareas” realizadas se reduce a la tercera parte, siendo prácticamente insignificante el porcentaje de estos/as con calificación de “No presentado”. En el caso del estudiantado que no entregó las “tareas”, se mantienen valores similares a los de la primera convocatoria, por lo que el carácter residual es todavía más significativo en este caso.

Por consiguiente, podemos considerar que también se observa incidencia significativamente positiva del hecho de realizar las “tareas” en relación con la superación de la asignatura en alguna de las dos convocatorias. La Figura 2 muestra toda la información de las calificaciones por convocatoria, distinguiendo entre estudiantes que realizaron o no las “tareas”.

**Figura 2.** Distribución del número de estudiantes según código de calificación, diferenciando por realización o no de las “tareas” y por convocatoria en la asignatura “MMI”



**Fuente:** Elaboración propia utilizando Microsoft Excel (2024).

No queremos concluir esta sección sin dejar constancia que, según la información disponibles en las Figuras 1 y 2, la incidencia positiva que indicábamos tenía la realización de las actividades complementarias asistidas con ordenador en el rendimiento del estudiantado resulta más intensa en el caso de la asignatura “MMI” que en la de “Álgebra”. Esta diferencia creemos que está fundada en los contenidos y competencias trabajadas en cada asignatura. En el caso de la asignatura de “MMI”, se ha de realizar el tratamiento algorítmico de métodos numéricos y, por tanto, al tenerse que realizar un tratamiento computacional, el uso de *software* es intrínseco en el desempeño de esta asignatura por parte del estudiantado.

## 5. Conclusiones

En este trabajo, hemos procesado los datos de rendimiento en las asignaturas “Álgebra” y “MMI” por parte del estudiantado del GIISI durante el curso 2022-2023, para lo cual hemos realizado un análisis estadístico estándar con objeto de constatar el efecto positivo en el rendimiento académico de nuestro estudiantado que tiene la realización de actividades asistidas por ordenador y realizadas de forma complementaria por el estudiantado bajo la supervisión del equipo docente.

Concretamente, hemos podido concluir que, para cada asignatura, el porcentaje de estudiantes que entregó estas actividades de entre aquellos/as que la superaron es significativamente elevado y el porcentaje de estudiantes que aprueban la asignatura sin la realización de las actividades asistidas por ordenador es muy reducido, siendo prácticamente despreciable y residual en el caso de la asignatura “MMI”. De hecho, en dicha asignatura también se observa que la realización de dichas actividades llevaba aparejada la decisión tomada por el/la estudiante de presentarse a la primera convocatoria.

En nuestra opinión, basada tanto en la experiencia como en los datos constatados, consecuencia, es conveniente y provechoso para el estudiantado el uso de actividades que el estudiantado debe trabajar y resolver haciendo uso de un *software* de cálculo simbólico o de geometría dinámica. Este tipo de actividades favorece la motivación de nuestros/as estudiantes ya que pueden manipular los conceptos y procedimientos, pudiendo practicar mediante ensayo-error la aplicación de los conceptos y procedimientos, reduciendo sustancialmente la necesidad de partir de un nivel de abstracción más elevado que el que

realmente presenta este estudiantado. Con un *software* de geometría dinámica, se puede visualizar los objetos y procedimientos matemáticos observando cómo funcionan y cuáles son sus ventajas e inconvenientes; mientras que, con uno de cálculo simbólico, pueden evitar la realización de cálculos y operaciones en las que no son duchos, a la vez que pueden simular variaciones de los datos y parámetros de trabajo para ver cómo influyen dichas modificaciones en la resolución del problema. En resumen, un recurso de suma utilidad para intentar también reducir la ansiedad que las Matemáticas genera en nuestro estudiantado, así como las actitudes de rechazo y los prejuicios que suelen presentar. Todo ello sin renunciar también a trabajar la parte aritmética y calculística propia de cualquier asignatura de matemáticas, pero disponiendo de herramientas que favorecen y posibilitan una evaluación de la comprensión que ha hecho cada estudiante de lo trabajado y su habilidad para aplicarlo de manera práctica a distintas situaciones.

## 6. Referencias

- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. (2005). *Libro Blanco: Título de Grado en Ingeniería Informática*. ANECA.
- Bigotte-de-Almeida, M. E., Queiruga-Dios, A. y Cáceres, M. J. (2020). Differential and integral calculus in first-year engineering students: a diagnosis to understand the failure. *Mathematics*, 9(1), 61. <https://doi.org/10.3390/math9010061>
- Cuevas-Martínez, J. C., Reche-López, P. J., Yuste-Delgado, A. J., Viciano-Abad, R., Rivas-Peña, F. y Pérez-Lorenzo, J. M. (2023). Survey-based approach to predict early dropout in engineering degrees. En L. Gómez Chova, C. González Martínez y J. Lees (Eds.), *EDULEARN23 Proceedings* (pp. 2021-2029). IATED Academy.
- De la Cruz-Campos, J. C., Victoria-Maldonado, J. J., Martínez-Domingo, J. A. y Campos-Soto, M. N. (2023). Causes of academic dropout in higher education in Andalusia and proposals for its prevention at university: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8, 1130952. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1130952>
- Dowker, A., Sarkar, A. y Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7, 508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Dubon, E., Navarro Climent, J. C., Pakhrou, T., Segura Abad, L. y Sepulcre Martínez, J. M. (2013). Estudio de las deficiencias matemáticas en los alumnos de nuevo ingreso. En J. D. Álvarez Teruel, M. T. Tortosa Ybáñez y N. Pellín Buades (coords.), *La producción científica y la actividad de innovación docente en proyectos de redes* (pp. 2717-2730). Universidad de Alicante.
- García Escobar, C. A. (2023). Construcción del conocimiento para la comprensión del lenguaje matemático. *Revista Colegiada de Ciencia*, 4(2), 111-122. <https://tinyurl.com/dh79rjjs>
- Geisler, S., Rach, S. y Rolka, K. (2023). The relation between attitudes towards mathematics and dropout from university mathematics – the mediating role of satisfaction and achievement. *Educational Studies in Mathematics*, 112, 359-381. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10198-6>
- Lusa Monforte, G. (1985). Las matemáticas en la ingeniería: la obra de Rey Pastor. En M.

Español González (Ed.), *Actas del I Simposio sobre Julio Rey Pastor* (pp. 205-220). Instituto de Estudios Riojanos.

- Martín-Caraballo, A. M. y Tenorio-Villalón, A. F. (2023). La dualidad de trabajar un problema matemático desde una perspectiva puramente formal frente a una alternativa computacional: dificultades a afrontar por el alumnado de Ingeniería. En B. Pizà, F. T. González Fernández, A. Quilez Maimón, M. V. Monserrat Monserrat y V. Cunil Monjo (Eds.), *Viaje didáctico por el cuerpo y la mente: experiencia desde la abstracción científico-matemática a la educación física* (pp. 731-750). Dykinson.
- Martín-Caraballo, A. M., Paralera-Morales, C. y Tenorio-Villalón, A. F. (2021). Competencias matemáticas básicas del alumnado de nuevo ingreso en Ciencias Económicas y Empresariales: análisis comparativo para el periodo 2014-2019. En B. Medina Gómez, G. Jiménez López y M. Fernández Morilla (Eds.), *Contenidos de vanguardia en el EEES* (pp. 199-212). Ediciones Pirámide.
- Martín-Caraballo, A. M., Paralera-Morales, C. y Tenorio-Villalón, A. F. (2023a). ¿Existen factores previos en el alumnado universitario de nuevo ingreso que pudieran explicar sus dificultades y carencias competenciales en matemáticas? En A. Martos Martínez, M.M. Simón Márquez, M.M. Molero Jurado, J. J. Gázquez Linares y M. C. Pérez-Fuentes (Eds.), *Innovación docente e investigación en ciencias sociales, económicas y jurídicas: nuevas tendencias para el cambio en la enseñanza superior* (pp. 543-558). Dykinson.
- Martín-Caraballo, A.M., Paralera-Morales, C. y Tenorio-Villalón, A.F. (2023b). El uso de software computacional para vertebrar actividades docentes innovadoras enfocadas en el aprendizaje autónomo y significativo. En R. Guede Cid, A. Quintero Cabello y A. Sánchez González (Eds.), *Innovación docente y metodologías activas de enseñanza. Propuestas y resultados* (pp. 46-66). Dykinson.
- Mendoza, D.J. y Mendoza, D.I. (2018). Information and communication technologies as a didactic tool for the construction of meaningful learning in the area of mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(3), 261-271. <https://doi.org/10.12973/iejme/3907>
- Óturai, G., Riener, C. y Martiny, S.E. (2023). Attitudes towards mathematics, achievement, and drop-out intentions among STEM and non-STEM students in Norway. *International Journal of Educational Research Open*, 4, 100230. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100230>
- Peker, M. y Erketin, E. (2011). The relationship between mathematics teaching anxiety and mathematics anxiety. *The New Educational Review*, 23(1), 213-226. <https://tinyurl.com/ykcxskhm>
- Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química. Boletín Oficial del Estado, 187, 66699-66710. [https://www.boe.es/eli/es/res/2009/06/08/\(3\)](https://www.boe.es/eli/es/res/2009/06/08/(3))

- Romo-Vázquez, A. (2014). La modelización matemática en la formación de ingenieros. *Educación Matemática*, 26(especial 25 años), 314-338. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5987202>
- Sagasti-Escalona, M. (2019). La ansiedad matemática. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 2(2), 1-18. <https://journals.uco.es/mes/article/view/12841>
- Sánchez Ron, J. L. (1992). Las ciencias físico-matemáticas en la España del siglo XIX. *Ayer, Revista de Historia Contemporánea*, 7, 51-84. <https://www.revistaayer.com/articulo/1171>
- Stylianides, G. J., Stylianides, A. J. y Weber, K. (2017). Research on the teaching and learning of proof: Taking stock and moving forward. En J. Cai (Ed.), *Compendium for Research in Mathematics Education* (pp. 237-266). National Council of Teachers of Mathematics.
- Trejo Trejo, E., Camarena Gallardo, P. y Trejo Trejo, N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica. *Revista de Docencia Universitaria*, 11(núm. especial), 397-424. <https://doi.org/10.4995/redu.2013.5562>
- Universidad Pablo de Olavide (2021). Normativa de matrícula oficial de grado de la Universidad Pablo de Olavide. *Boletín de la Universidad Pablo de Olavide*, 6, 29 de junio de 2021. <https://tinyurl.com/yc7zxefx>
- Universidad Pablo de Olavide (2023). Normativa de evaluación de estudiantes de grado de la Universidad Pablo de Olavide (versión consolidada). *Boletín de la Universidad Pablo de Olavide*, 7, 3 de junio de 2023. <https://tinyurl.com/m38xhmyh>

## CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

### Contribuciones de los/as autores/as:

**Conceptualización:** Tenorio-Villalón, A.F.; **Validación:** Martín-Caraballo, A.M. y Tenorio Villalón, A.F.; **Análisis formal:** Martín-Caraballo, A.M.; **Curación de datos:** Tenorio-Villalón, A.F.; **Redacción-Preparación del borrador original:** Tenorio-Villalón, A.F.; **Redacción-Revisión y Edición:** Martín-Caraballo, A.M. y Tenorio-Villalón, A.F.; **Visualización:** Martín-Caraballo, A.M. y Tenorio-Villalón, A.F.; **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Martín-Caraballo, A.M. y Tenorio-Villalón, A.F.

**Financiación:** Esta investigación no recibió financiamiento externo.

**AUTOR/ES:****Ana M. Martín-Caraballo**

Universidad Pablo de Olavide.

Licenciada en Matemáticas por la Universidad de Sevilla y Doctora en Economía por la Universidad Pablo de Olavide. Es Profesora Contratada Doctora del área de Métodos Cuantitativos en el Depto. de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica. Es Tesorera en la Delegación de Sevilla de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática THALES, siendo previamente Secretaria y Delegada Provincial, así como Vocal de Relaciones Internacionales. Imparte docencia de matemáticas en los grados en Administración y Dirección de Empresas, Análisis Económico e Ingeniería Informática en Sistemas de Información, así como en el máster universitario de formación del profesorado de educación secundaria. Cuenta con numerosas publicaciones sobre Indicadores de pobreza, Teoría de Grafos e Historia y Didáctica de las Matemáticas.

[ammarcar@upo.es](mailto:ammarcar@upo.es)

**Índice H:** 3

**Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0002-8224-9998>

**Scopus ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55561577000>

**Google Scholar:** <https://scholar.google.com/citations?user=todTgtYAAAAJ>

**Ángel F. Tenorio-Villalón**

Universidad Pablo de Olavide.

Licenciado en Matemáticas y Doctor en Geometría y Topología por la Universidad de Sevilla. Profesor Titular de Universidad del área de Matemática Aplicada en el Depto. de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica y Secretario de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Pablo de Olavide. Fue Secretario y Delegado Provincial en la Delegación de Sevilla de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales. Imparte docencia de matemáticas en el grado en ingeniería informática en sistemas de información, en el máster universitario de formación del profesorado de educación secundaria y, puntualmente, en la Facultad de Ciencias Empresariales. Cuenta con más de cien publicaciones sobre Álgebra no conmutativa, Álgebra computacional, Teoría de Grafos e Historia, Divulgación y Didáctica de las Matemáticas.

[aftenvil@upo.es](mailto:aftenvil@upo.es)

**Índice H:** 10

**Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0002-2480-5458>

**Scopus ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=14032321800>

**Google Scholar:** <https://scholar.google.com/citations?user=DgtAcAcAAAAJ>