

# INCIDENCIA DE ACTIVIDADES BASADAS EN ORDENADOR PARA EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN INGENIERÍA

Ana M. MARTÍN-CARABALLO

*Universidad Pablo de Olavide de Sevilla*

Ángel F. TENORIO-VILLALÓN

*Universidad Pablo de Olavide de Sevilla*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las Matemáticas conforman una disciplina que se incluye tradicionalmente en las titulaciones oficiales de ingeniería, pudiéndose remontar incluso al s. XIX con la refundación de las escuelas de ingeniería en España<sup>1</sup>. De hecho, ya en ese momento se planteaba la disyuntiva sobre si las Matemáticas debían tener un enfoque más formalista y teórico o si, por el contrario, la formación en esta materia debía llevarse a cabo mediante el aprendizaje práctico y el uso de herramientas que posibilitase su uso. Es más, esta discusión suele seguir siendo habitual entre el profesorado de Matemáticas a nivel mundial y suele tener enfoques muy diversos, pero que terminan centrándose en la formación práctica del estudiantado en ingeniería<sup>2, 3</sup>.

A este respecto, Rey Pastor<sup>4</sup> planteó la formación matemática para ingeniería evitando el uso de esta como una simple enumeración de recetas, sino como el desarrollo de la capacidad de razonar para resolver pro-

---

<sup>1</sup> Guillermo LUSA MONFORTE (1985), p. 206.

<sup>2</sup> Avenilde ROMO-VÁZQUEZ (2014), pp. 315-317.

<sup>3</sup> Elisa TREJO TREJO, *et al.* (2013), pp. 399-400.

<sup>4</sup> Julio REY PASTOR (1929).

blemas prácticos de modo sistemático y lógico; usando procedimientos numéricos que permitan obtener estimaciones válidas para la situación estudiada en un tiempo razonable. Precisamente, este enfoque suele ser el que se emplea actualmente en ingeniería: el/la estudiante debe ser capaz de razonar para poder adaptar los conocimientos adquiridos de manera adecuada a las situaciones que se enfrenta y resolver los problemas, si no de manera exacta, sí obteniendo un valor numérico aceptable.

Este enfoque es precisamente consistente con lo expuesto en el libro blanco para el título de grado en ingeniería informática<sup>5</sup>, englobándose la materia de matemáticas en los contenidos formativos comunes de todas las menciones en ingeniería informática. Esto queda también reflejado en la Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades<sup>6</sup> cuando 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» se recogen dentro del módulo de formación básica de cualquier grado que se englobe en el ámbito de la ingeniería informática dentro del sistema universitario español.

Por consiguiente, el estudiantado de ingeniería debe cursar una serie de asignaturas de contenido matemático-estadístico (que no suele ser inferior a cuatro asignaturas) en el que desarrolle y adquiera las competencias necesarias para la modelización matemática, el tratamiento numérico de los problemas y el análisis estadístico de los datos. Obviamente, se tratan de asignaturas de matemáticas que requieren unos prerrequisitos básicos tanto de conocimiento como de nivel competencial en la materia que deberían haber superado tras estudiar el Bachillerato y, más concretamente, la especialidad del científico-tecnológico, que debería ser el que cursasen los estudiantes que acceden a estudios universitarios de ingeniería. Sin embargo, el nivel competencial que podemos observar en este estudiantado parece no alcanzar los mínimos adecuados para poder afrontar con éxito las asignaturas de matemáticas. A este respecto, existen múltiples referencias en la literatura que permiten ver el nivel competencial, tanto operativo como en el uso del lenguaje matemático, del estudiantado de primer curso<sup>7</sup>.

Si el estudiantado presenta serias carencias previas de tipo calculístico y aritmético, eso nos lleva a la cuestión de su capacidad para formular razonamientos lógicos y hacer uso de cierto nivel de abstracción que permita generalizar situaciones y problemas previamente trabajados<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> AGENCIA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y ACREDITACIÓN (2005), p. 185, 219-220.

<sup>6</sup> SECRETARÍA GENERAL DE UNIVERSIDADES (2009), p. 66704.

<sup>7</sup> Ana María MARTÍN CARABALLO, *et al.* (2021 y 2023a).

<sup>8</sup> Gabriel J. STYLIANIDES, *et al.* (2017)

Precisamente, estas dificultades han conllevado la introducción del uso de herramientas (especialmente las relativas a las Tecnologías de la Información y Comunicación o TIC) en su práctica docente para complementar su docencia y, en cierto grado, suplir dichas carencias en el proceso de aprendizaje de su estudiantado. Obviamente, esto último requiere de un cambio tanto en la metodología docente como en la evaluación de competencias y contenidos<sup>9,10</sup>. En lo primero, enfocando definitivamente la materia a un tratamiento eminentemente práctico y basado en saber resolver problemas y situaciones aplicando las herramientas y procedimientos trabajados y, en cuanto a lo segundo, evaluando no tanto la capacidad memorística de nuestros/as estudiantes para reproducir conocimientos teóricos o problemas ya resueltos, sino planteando situaciones diversas (siempre de un nivel de dificultad similar al trabajado durante el curso) que requieran procesar y adaptar la información y aplicar razonadamente los procedimientos y algoritmos en función de la información de que disponen y de la información que quieren obtener.

Basándonos en lo anteriormente expuesto, el presente capítulo pretende mostrar y analizar cuáles han sido los efectos que han tenido en varias asignaturas de matemáticas la inclusión durante un semestre académico de actividades basadas en el uso de software computacional y de geometría dinámica para complementar la evaluación de nuestro estudiantado, de modo que nos centremos realmente en constatar su comprensión de los conceptos y procedimientos, así como su competencia para aplicar, adaptar y combinarlos a la hora de resolver situaciones o problemas que se les plantean, obviando por completo sus capacidades aritméticas u operativas. De este modo, es el propio alumnado el que podrá construir su conocimiento y adquirir las competencias de la asignatura haciendo uso del software para manipular y visualizar mejor los conceptos y procedimientos. Además, este tipo de aprendizaje es más persistente en el tiempo.

## 2. METODOLOGÍA

El objetivo de este estudio es analizar cuáles son los efectos que tiene la inclusión de la realización de actividades enfocadas desde el aprendizaje basado en el uso de software computacional en estudiantes de primer curso de Ingeniería. Para ello, hemos de contextualizar tanto el espacio muestral como algunas cuestiones relativas a la evaluación de las asignaturas involucradas.

Se han considerado las asignaturas Álgebra y «Métodos Matemáticos para la Ingeniería» (MMI en adelante) del primer curso del Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información (GIISI en adelante)

---

<sup>9</sup> Ana María MARTÍN CARABALLO, y Ángel F. TENORIO-VILLALÓN (2023)

<sup>10</sup> Derling José MENDOZA, y Derling Isaac MENDOZA (2018).

impartido por la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla. Ambas asignaturas están ubicadas en el segundo semestre y pertenecen al módulo de formación básica del grado.

El sistema de evaluación establecido por la normativa interna de la Universidad<sup>11</sup> permite establecer una calificación mínima del 30 % del total a las pruebas de evaluación continua hechas durante el periodo de docencia antes del examen final. Concretamente, Álgebra y MMI tienen consignados un 30 y 40 %, respectivamente. Precisamente, estas pruebas evaluativas consisten en la realización de problemas o supuestos prácticos que el/la estudiante debe solventar y que reciben por sí sola la denominación «evaluación continua» en la normativa referida. Por tanto, cuando usemos este término nos circunscribiremos a dichas actividades evaluativas. Dentro de estas actividades y de manera opcional se permitió al estudiantado realizar unas tareas adicionales que estaban centradas en el uso de software computacional específico de la disciplina de matemáticas; a saber, GeoGebra y Wolfram Mathematica®, para un tratamiento más geométrico el primero y para un tratamiento más algorítmico el segundo (ya que al estar en un grado de ingeniería debemos trabajar la competencia de los algoritmos numéricos<sup>12,13</sup>. Con dichas actividades buscamos mejorar el rendimiento del estudiantado e incluso profundizar en algunos de los contenidos trabajados. Para mayor información sobre el tipo de actividades empleadas con el estudiantado, puede consultarse uno de nuestros trabajos previos<sup>14</sup>.

Queremos asimismo indicar que en el caso de la asignatura MMI la docencia y evaluación está enfocada por sí misma ya en la resolución de problemas con uso del software Wolfram Mathematica®, siendo una asignatura que se encuentra en un terreno intermedio al de la resolución computacional de problemas matemáticos y la algorítmica propiamente dicha; por lo que habrá que tener en cuenta esto en el análisis de los resultados.

## 2.1. Descripción de la muestra e instrumentos de recolección de datos

La selección y construcción de la muestra empleada para este estudio ha consistido en considerar el listado oficial de estudiantes que estaban matriculado en cada asignatura (Álgebra y MMI) en el curso académico 2022-2023. La fecha de consulta de dichos listados fue mediados de febrero de 2023, momento en el que el segundo semestre (que es en el que se imparten ambas) ya lleva iniciado varias semanas.

---

<sup>11</sup> UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE (2023), Art. 7, apdo. 2.

<sup>12</sup> AGENCIA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y ACREDITACIÓN (2005), p. 185, 219-220.

<sup>13</sup> SECRETARÍA GENERAL DE UNIVERSIDADES (2009), p. 66704.

<sup>14</sup> Ana María MARTÍN-CARABALLO, *et al.* (2023b).

Es más, el considerar el mes de febrero evita la «desaparición» de estudiantes en las actas de calificación final, ya que el procedimiento por el que un/a estudiante puede solicitar la anulación de su matrícula finaliza el 31 de enero del año en curso, salvo casos de fuerza mayor (siendo entonces la fecha el 15 de mayo)<sup>15</sup>.

Con esta información, contamos con 123 estudiantes para analizar los resultados de asignatura Álgebra y de 165 para el caso de MMI. De este modo, usaremos la población total de estudiantes matriculados/as en cada asignatura. Aunque no es relevante para este estudio, indicar que la intersección de ambas poblaciones resulta en una muestra de 116 estudiantes, siendo este el número de estudiantes matriculados/as en ambas asignaturas. Como todas las muestras indicadas superan sobradamente la centena de individuos, estas permiten obtener información estadística que sea significativa.

Con respecto al estudiantado que realizó las actividades opcionales a resolver con ordenador (que llamaremos «tareas» para diferenciarlas del resto de las actividades englobadas en la «evaluación continua»), este alcanzó el número de 58 en Álgebra y de 61 en MMI; o traducidos en porcentajes un 47,15 % y 36,97 % de las muestras poblacionales, respectivamente. En la tabla 1 pueden verse los porcentajes de estudiantes con calificación codificada como «Aprobado» (incluye este código también las calificaciones de «Notable» y «Matrícula de Honor» cuando estas existen), «Suspense» y «No presentado» en las dos asignaturas, pero sin tener en cuenta la realización de las «tareas». Para codificar la convocatoria del curso académico para la que se está analizando las calificaciones, hemos utilizado «1C» para la convocatoria de curso o primera convocatoria y «2C» para la convocatoria de recuperación o segunda convocatoria.

**TABLA 1. PORCENTAJE DE ESTUDIANTES CODIFICADOS COMO APROBADO, SUSPENSO Y NO PRESENTADO PARA LAS ASIGNATURAS DE ÁLGEBRA Y MMI EN EL CURSO 2022-2023**

|               | Álgebra |        | MMI    |        |
|---------------|---------|--------|--------|--------|
|               | 1C      | 2C     | 1C     | 2C     |
| No presentado | 20,33%  | 44,87% | 47,27% | 52,86% |
| Suspense      | 43,09%  | 34,62% | 37,58% | 10,00% |
| Aprobado      | 36,59%  | 20,51% | 15,15% | 37,14% |

Fuente: elaboración propia.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE (2021), Art. 12.

<sup>16</sup> Precisamente, la información de las calificaciones obtenidas por cada estudiante en cada convocatoria se ha recuperado de las actas de calificación de ambas convocatorias para el curso

## 2.2. Investigación cuantitativa

Para procesar los datos que nos permitan realizar el análisis descriptivo que sigue a continuación hemos empleado el software Microsoft Excel (para organizar datos y crear variables) y el paquete estadístico IBM SPSS (para, tras importar los datos y variables anteriores, realizar el pertinente tratamiento estadístico).

Comenzamos el estudio estadístico realizando un test t de Student para comprobar si existe diferencia de medias entre las calificaciones del estudiantado que ha realizado las «tareas» y quienes no la realizaron en relación con las calificaciones obtenidas para la primera convocatoria del curso 2022-2023.

La tabla 2 muestra los resultados con la muestra trabajada para la asignatura Álgebra. Como el p-valor tiene un valor de  $1,33756\text{E}-16$  (que es menor que 0,05), podemos aceptar como hipótesis la existencia de diferencias de medias. De hecho, observamos que el alumnado que realizó las «tareas» obtiene mejores calificaciones que aquel que no las realizó. Esto se observa porque la media supera la calificación de 5 puntos para quienes las realizaron y no llega a 2 para quienes no lo hicieron. Es más, incluso la dispersión (medida con la varianza) de esta calificación como valor central también muestra diferencias significativas. La varianza para quienes realizaron las «tareas» es ligeramente superior a 2 puntos, menos de la mitad de la varianza para quienes no la realizaron.

Continuamos con la asignatura de Álgebra, pero considerando ahora la segunda convocatoria del curso 2022-2023. Los resultados pueden observarse en la tabla 3. En este caso, nuevamente el p-valor es más pequeño que 0,05 (más concretamente, su valor es de 0,00049946), por lo que nuevamente podemos asumir la existencia de diferencia de medias entre las calificaciones en la segunda convocatoria entre el estudiantado que realizó las «tareas» y el que no. Al contrario de lo que acontecía en la primera convocatoria, la diferencia entre las medias se reduce significativamente, aunque sigue siendo de dos puntos. Asimismo, si se observa que la dispersión (varianza) es similar en ambos casos. Queremos hacer notar que esto es, en buena parte, debido a que la mayoría del estudiantado que realizó las «tareas» había superado la asignatura en la primera convocatoria del curso.

---

2022-2023, así como el registro con todas las calificaciones de las actividades realizadas durante la «evaluación continua» (incluidas las «tareas») por parte del equipo docente de cada asignatura. A excepción de estos registros generados por los equipos docentes, el resto de instrumentos que se han empleado para recopilar los datos empleados en este estudio corresponde a documentación oficial de la Universidad que está volcada en las bases de datos que empleamos los equipos docentes en el desempeño de nuestras funciones. Obviamente, la información está anonimizada, codificando cada estudiante.

**TABLA 2. CALIFICACIONES DE LA 1.<sup>a</sup> CONVOCATORIA DEL CURSO DE 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, al aplicar el test t de Student para dos pruebas con diferente varianza, comparando entre el estudiantado que realizó las tareas y el que no.

Analizadas ambas convocatorias para la asignatura de Álgebra, procedemos a hacer lo propio para la asignatura de MMI. En el caso de la primera convocatoria, podemos consultar la información recogida en la tabla 4. Como en los dos casos previos, el p-valor es de 7,3204E-18 y, por tanto, menor que 0,05. Por tanto, volvemos a aceptar la hipótesis de existencia de diferencias de medias. Esto podemos observarlo en el hecho que el estudiantado que realizó las «tareas» también obtuvo mejores calificaciones en esta asignatura que el que optó por no realizarlas. Aunque la media de las calificaciones del estudiantado que realizó las «tareas» es significativamente superior que quienes no la realizaron, en esta ocasión esta media no alcanza el valor de 5 (correspondiente a superar la asignatura), pese a que la diferencia de medias es mucho mayor de lo que ocurría para la asignatura Álgebra en esta misma convocatoria. Asimismo, hay que hacer notar que la dispersión (varianza) es significativamente alta para las calificaciones del estudiantado que realizó las «tareas» y, de hecho, superior al valor de la media. Por consiguiente, las calificaciones del estudiantado que realizó las «tareas» se separan de manera notable respecto de la media y, por tanto, no están tan concentrados los valores como pasaba en la primera convocatoria de la asignatura Álgebra.

**TABLA 3. CALIFICACIONES DE LA 2.<sup>a</sup> CONVOCATORIA DEL CURSO DE 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, al aplicar el test t Student para dos pruebas con diferente varianza, comparando entre el estudiantado que realizó las tareas y el que no.

Concluimos esta sección, analizando los resultados en la segunda convocatoria del curso para la asignatura MMI y cuyos datos podemos encontrar en la tabla 5. Como en los casos anteriores, hemos de asumir la existencia de diferencia entre las medias de calificaciones y nuevamente esta diferencia es significativa como ocurría en la primera convocatoria. En el caso del estudiantado que realizó las «tareas», la media es muy superior que el que no las realizó. Asimismo, esa media es ligeramente inferior que en la primera convocatoria para los/as primeros/as y similar para los/as segundos/as. Asimismo, también se observan diferencias en la dispersión respecto de la media ya que la varianza es casi el doble en el estudiantado que realizó las «tareas» que en el que no; pero, al contrario de lo que pasaba en la primera convocatoria, el valor de la varianza es similar al de la media por lo que está más concentrado con respecto al valor medio.

De nuevo existe una diferencia significativa entre las calificaciones de la segunda convocatoria de aquellos alumnos que un no aprobando en primera convocatoria realizaron la tarea opcional y aquellos que no lo hicieron. No obstante, hemos de contextualizar este hecho con lo siguiente: el número de estudiantes que no realizaron las «tareas» y debían presentarse a la primera convocatoria era de 103 disminuyendo a 100 para la segunda convocatoria; por el contrario, en primera convocatoria debían presentarse 62 estudiantes que sí las realizaron y solo 40 debían presentarse en segunda convocatoria.



**TABLA 4. CALIFICACIONES DE LA 1.<sup>a</sup> CONVOCATORIA DEL CURSO DE 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, al aplicar el test t Student para dos pruebas con diferente varianza, comparando entre el estudiantado que realizó las tareas y el que no.

**TABLA 5. CALIFICACIONES DE LA 2.<sup>a</sup> CONVOCATORIA DE CURSO DE 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, al aplicar el test t Student para dos pruebas con diferente varianza, comparando entre el estudiantado que realizó las tareas y el que no.

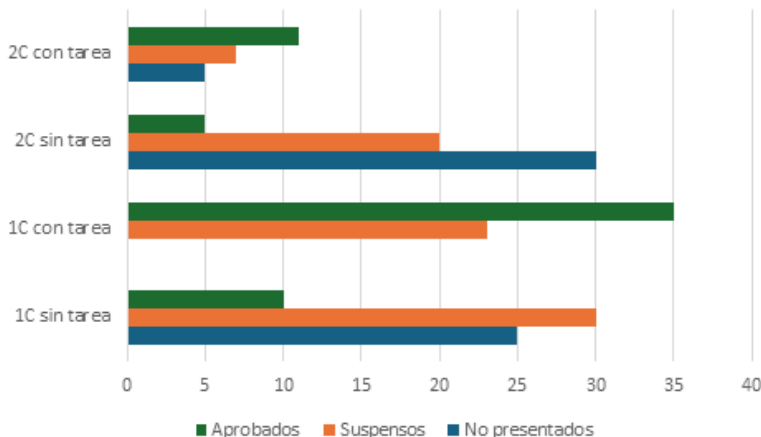
### 3. RESULTADOS

Como hemos podido observar en la sección anterior, la calificación del estudiantado que realizó las «tareas» es significativamente superior que la de aquel que no la realizó en ambas asignaturas. Es más, el rendimiento y tasa de éxito en dichas asignaturas en la primera convocatoria es significativamente superior para quienes realizaron esas «tareas» frente a quienes optaron por no entregarlas. Concretamente, en la asignatura Álgebra, observamos que el número de estudiantes codificados/as como

«Aprobado» en la primera convocatoria del curso es 45, siendo 35 los/as estudiantes que realizaron las «tareas». Esto supone que el número de estudiantes que superan la asignatura están en una proporción 1 a 3 a favor de quienes realizaron las «tareas» basadas con el ordenador. De hecho, más de la mitad del estudiantado que las realizó superó la asignatura en esa primera convocatoria frente a algo menos del 10% en el caso del estudiantado que no las trabajó y entregó. Es más, todo el estudiantado que entregó las «tareas» se presentó a la primera convocatoria de la asignatura, mientras que 25 de los que no la entregaron (esto es, más del 38% de estos/as estudiantes) optaron por no presentarse. Estos datos vuelven a ser similares en la segunda convocatoria de la asignatura en la que un 48% del estudiantado que entregó las «tareas» aparece codificado como «Aprobado» frente a un 30% de esta tipología de estudiantes que no superaron la asignatura tampoco en esta convocatoria. En el caso del estudiantado que no entregó las «tareas», más de la mitad no se presentaron a la segunda convocatoria y del 45,5% restante que sí se presentó, no superó la asignatura ni una cuarta parte de los presentados. En consecuencia, podemos inferir que en la asignatura Álgebra sí se observa una incidencia significativa y de carácter positivo por la realización de las «tareas» en relación con la superación de la asignatura. Los datos de cada codificación de las calificaciones por convocatoria y desagregados entre estudiantes entregando o no entregando las «tareas» podemos observarla en la figura 1.

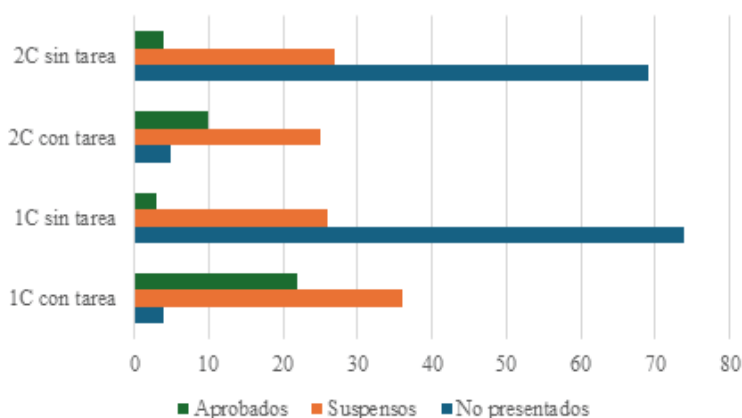
**FIGURA 1**

Si consideramos ahora la asignatura MMI, podemos observar que ahora son 25 los/as estudiantes que aparecen con la calificación codificada como «Aprobado» en la primera convocatoria, siendo 22 los/as que habían realizado las «tareas». Eso supone que la práctica totalidad



de estudiantes que superaron la asignatura en esa convocatoria realizaron las tareas, siendo la proporción en MMI mayor que la observada en Álgebra. Asimismo, si se observa el número de estudiantes con la codificación «No presentado» en esta convocatoria, su porcentaje es residual en el caso de quienes entregaron las «tareas» y elevadísimo entre quienes no las realizaron, superando el valor de 70 estudiantes y suponiendo casi un 45% de todo el espacio muestral para esta primera convocatoria de la asignatura MMI. Si nos centramos ahora en la segunda convocatoria de la asignatura, la situación es análoga en el estudiantado que presentó las «tareas» con la salvedad de que la proporción de estudiantes en esta tipología ahora no alcanza la mitad de la misma y se reduce a una tercera parte. No obstante, como ocurría en la primera convocatoria, el número de estudiantes con codificación de «No presentado» es residual dentro de la tipología y, más aún, comparándolo con el de estudiantes que no entregaron las «tareas», ya que estos últimos se mueven en los mismos valores que en la primera convocatoria. Basándonos en lo expuesto anteriormente, podemos inferir igualmente En consecuencia, podemos inferir de nuevo una incidencia significativa y de carácter positivo por la realización de las «tareas» en relación con la superación de la asignatura MMI. Los datos de cada codificación de las calificaciones por convocatoria y desagregados entre estudiantes entregando o no entregando las «tareas» podemos observarla en la figura 2.

**FIGURA 2**



No queremos dejar de reflejar que, observando las figuras 1 y 2 se hace patente que la incidencia de la realización de «tareas» con ordenador ha tenido una mayor incidencia en la asignatura MMI que en Álgebra. Esto puede deberse a que, como indicamos al comienzo de

la sección 2, la asignatura MMI tiene un tratamiento computacional y entronca con las asignaturas sobre algorítmicas propias de los grados en ingeniería informática, por lo que el uso de software está más intrincado y asumido por el estudiantado.

#### 4. CONCLUSIONES

En el presente capítulo hemos analizado el rendimiento de nuestro estudiantado en las asignaturas Álgebra y MMI en el curso 2022-2023 teniendo en consideración si se realizaron por parte de este una serie de «tareas» consistente en la resolución de problemas con el uso del software GeoGebra y Wolfram Mathematica.

Hemos constatado la incidencia significativa y positiva que tuvo la realización de dichas «tareas» con respecto a la superación de cada una de las asignaturas por parte del estudiantado, observando una proporción claramente favorable hacia la presentación de las mismas en el número de estudiantes con calificación codificada como «Aprobado». Asimismo, se observa una mayor incidencia en el caso de la asignatura MMI en la que la práctica totalidad de estudiantes que superaron la asignatura habían optado por realizar las «tareas» y, de hecho, todo el estudiantado que las realizó se presentó a la primera convocatoria de la asignatura.

En consecuencia, creemos que trabajar con actividades cuya resolución se sustenta en el uso de software específico de la disciplina de matemáticas puede ser un recurso a tener en consideración para facilitar la comprensión y visualización de los conceptos y procedimientos trabajados con nuestro estudiantado en las distintas asignaturas de cualquier grado en ingeniería, permitiéndonos centrar la evaluación en dicha comprensión y en la aplicación competente de los procedimientos, dejando en segundo plano las carencias aritméticas y operativas que trae nuestro estudiantado (aunque hemos igualmente de trabajarlas para conseguir que, en la medida de lo posible, reduzcan o superen dichas carencias).

## 5. REFERENCIAS

- AGENCIA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y ACREDITACIÓN (2005). *Libro Blanco: Título de Grado en Ingeniería Informática*, Madrid, ANECA.
- LUSA MONFORTE, Guillermo (1985). «Las matemáticas en la ingeniería: la obra de Rey Pastor», en M. ESPAÑOL GONZÁLEZ (ed.), *Actas del I Simposio sobre Julio Rey Pastor*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, pp. 205-220.
- MARTÍN-CARABALLO, Ana María, et al. (2021). «Competencias matemáticas básicas del alumnado de nuevo ingreso en Ciencias Económicas y Empresariales: análisis comparativo para el periodo 2014-2019», en Begoña MEDINA GÓMEZ, et al. (eds.), *Contenidos de vanguardia en el EEES*, Madrid, Ediciones Pirámide, pp. 199-212.
- (2023a). «¿Existen factores previos en el alumnado universitario de nuevo ingreso que pudieran explicar sus dificultades y carencias competenciales en matemáticas?», en África MARTOS MARTÍNEZ, et al. (eds.), *Innovación docente e investigación en ciencias sociales, económicas y jurídicas: nuevas tendencias para el cambio en la enseñanza superior*, Madrid, Dykinson, pp. 543-558.
- (2023b). «El uso de software computacional para vertebrar actividades docentes innovadoras enfocadas en el aprendizaje autónomo y significativo», en Rocío GUEDE CID, et al. (eds.), *Innovación docente y metodologías activas de enseñanza. Propuestas y resultados*, Madrid, Dykinson, pp. 46-66.
- MARTÍN-CARABALLO, Ana María, y TENORIO-VILLALÓN, Ángel 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 Bartolomé Pizà, et al. (eds.), *Viaje didáctico por el cuerpo y la mente: experiencia desde la abstracción científico-matemática a la educación física*, Madrid, Dykinson, pp. 731-750.
- MENDOZA, Derling José, y MENDOZA, Derling Isaac (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*, vol. 13, num. 3, pp. 261-271.
- REY PASTOR, Julio (1929). *Curso de Cálculo Infinitesimal*, 2.<sup>a</sup> ed. Buenos Aires.
- ROMO-VÁZQUEZ, Avenilde (2014). «La modelización matemática en la formación de ingenieros», *Educación Matemática*, vol. 26, núm. especial 25 años, pp. 314-338.
- SECRETARÍA GENERAL DE UNIVERSIDADES (2009). «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*, vol. 2009, núm. 187, pp. 66699-66710.
- STYLIANIDES, Gabriel J., et al. (2017). «Research on the teaching and learning of proof: Taking stock and moving forward», en J. CAI (ed.), *Compendium for research in mathematics education*, Reston, National Council of Teachers of Mathematics, pp. 237-266.

- TREJO TREJO, Elia, *et al.* (2013) «Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica», *Revista de Docencia Universitaria*, vol. 11, núm. especial, pp. 397-424.
- UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE (2021). «Normativa de matrícula oficial de grado de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla», *Boletín de la Universidad Pablo de Olavide*, vol. 2021, núm. 6 [<https://www.upo.es/system/modules/com.saga.upo.sedelectronica.frontend/handler/download-alfresco-document.pdf?ref=bb915507-d326-4224-a43c-7b1c9285735e>] (recuperado 13 de junio de 2024)].
- 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*, vol. 2023, núm. 7 [[https://www.upo.es/upo\\_opencms/export/sites/upo/Galerias/Descargas/InfoEstudiantes/REVFINAL\\_ACG\\_27may\\_2014\\_p6\\_v4\\_.pdf](https://www.upo.es/upo_opencms/export/sites/upo/Galerias/Descargas/InfoEstudiantes/REVFINAL_ACG_27may_2014_p6_v4_.pdf)] (recuperado 13 de junio de 2024)].