



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Memorias del Programa de Redes de investigación en docencia universitaria

Convocatoria
2021-22

Memòries del Programa de Xarxes de investigació en docència universitària

Convocatòria
2021-22

Satorre Cuerda, Rosana (Coordinación)
Menargues Marcilla, María Asunción; Díez Ros, Rocío; Pellín Buades, Neus (Eds.)

UA

UNIVERSITAT D'ALACANT
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
Vicerectorat de Transformació Digital
Vicerrectorado de Transformación Digital
Institut de Ciències de l'Educació
Instituto de Ciencias de la Educación

Memorias del Programa de Redes de investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2021-22 / Memòries del Programa de Xarxes d'investigació en docència universitària. Convocatòria 2021-22

Organització: Institut de Ciències de l'Educació (Vicerectorat de Transformació Digital) de la Universitat d'Alacant/ Organización: Instituto de Ciencias de la Educación (Vicerrectorado de Transformación Digital) de la Universidad de Alicante

Edició / Edición: Rosana Satorre Cuerda (Coord.), Asunción Menargues Marcilla, Rocío Díez Ros, Neus Pellin Buades

Revisió i maquetació: ICE de la Universitat d'Alacant/ Revisión y maquetación: ICE de la Universidad de Alicante

Primera edició / Primera edición: desembre 2022

© De l'edició/ De la edición: Rosana Satorre Cuerda, Asunción Menargues Marcilla, Rocío Díez Ros & Neus Pellin Buades

© Del text: les autores i autors / Del texto: las autoras y autores

© D'aquesta edició: Universitat d'Alacant / De esta edición: Universidad de Alicante

ice@ua.es

Memorias del Programa de Redes de investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2021-22 / Memòries del Programa de Xarxes d'investigació en docència universitària. Convocatòria 2021-22

© 2022 by Universitat d'Alacant / Universidad de Alicante is licensed under CC BY-NC-ND 4.0

ISBN: 978-84-09-45382-5

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització dels seus titulars, llevat de les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra. / Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Producció: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / Producción: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante

Aquesta publicació s'ha fet seguint les directrius d'accessibilitat UNE-EN 301549:2020 / Esta publicación se ha hecho siguiendo las directrices de accesibilidad UNE-EN 301549:2020.

EDITORIAL: Les opinions i continguts dels treballs publicats en aquesta obra són de responsabilitat exclusiva de les autores i dels autors. / Las opiniones y contenidos de los trabajos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de las autoras y de los autores.

72. Cambio de metodología para mejorar la enseñanza-aprendizaje de Matemáticas 2

E. Martínez-Martín; A. Costa; J. F. Vicent; F. Escolano; F. Morillas Espejo

ester@ua.es; angelogoncalo.costa@ua.es; jvicent@ua.es; sco@ua.es; pacomorillasespejo@gmail.com

Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Universidad de Alicante

Resumen

Un problema común en la enseñanza de las Matemáticas a los estudiantes de ingeniería es el interés de estos. Esto se traduce en una elevada dificultad para aprobar la asignatura y en una alta tasa de abandono. Con el fin de superar estos problemas, se ha realizado un cambio en los métodos de enseñanza. Tras una revisión de las técnicas de aprendizaje activo, se ha usado la metodología *flipped classroom* para la parte práctica de la asignatura. Se proporcionaron a los alumnos varios tipos de materiales, como vídeos, apuntes de clase y ejercicios. Además, también se modificó el sistema de evaluación para adaptarlo a este método de aprendizaje. Así pues, se ha realizado un test al finalizar cada tema, acumulativos, con el objetivo de mantener los conocimientos actualizados y detectar posibles deficiencias en el proceso de aprendizaje y/o en los materiales. Posteriormente, al finalizar el semestre, se ha realizado un examen final. Esta metodología ha sido evaluada tanto por los alumnos como por los profesores. Además, se ha realizado un estudio comparativo con respecto a los resultados en cursos anteriores. Los resultados cuantitativos y cualitativos validan esta metodología.

Palabras clave: Aprendizaje activa; Flipped classroom; Ingeniería

1. Introducción

Matemáticas 2 es una asignatura de un semestre de primer curso que tiene dos componentes: teoría y práctica. La parte teórica consiste en temas matemáticos habituales como derivadas y funciones polinómicas, donde el desarrollo de los ejercicios se realiza en notación matemática.

Tradicionalmente, la parte práctica consistía en la resolución de ejercicios vistos en la parte teórica utilizando el software Matlab. Sin embargo, uno de los principales problemas con los que se encontraban los profesores es el interés del alumno, lo que provocaba un alto índice de abandono y un gran número de repetidores.

1.2 Revisión de la literatura

Una revisión de la bibliografía revela que las estrategias de aprendizaje activo son valoradas positivamente por los estudiantes, al tiempo que los comprometen a trabajar en la asignatura en cuestión (Lumpkin y otros, 2015). Entre la gran variedad de modelos, este trabajo se centra en el *flipped classroom*, al ser uno de los métodos con más impulso en los últimos años, debido a la necesidad de cambiar el sistema de aprendizaje tradicional para adaptarlo a las necesidades actuales y a los alumnos del siglo XXI. Este modelo pedagógico traslada ciertos procesos de aprendizaje a un momento extra-clase y utiliza el tiempo de clase para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos (Camió & Bergmann, 2018). La importancia de este enfoque integral radica en que combina la enseñanza directa con métodos constructivos, aumentando el compromiso y la implicación de los estudiantes con los contenidos del curso y mejorando su comprensión conceptual de forma autónoma, autodirigida y personalizada.

1.1 Objetivos

El objetivo de este proyecto era incrementar el éxito de los estudiantes, al fomentar el interés de estos en la asignatura. La hipótesis era aportar nuevos contenidos cercanos a su cultura digital para que la transición de su vida no escolar a la escolar fuera lo más fluida posible y, por tanto, no hubiera rechazo inmediato a una asignatura que es notoria por su reputación de ardua.

En este proyecto se implementado y analizado un estudio piloto consistente con el cambio de la metodología en la parte de prácticas de la asignatura Matemáticas 2. Este estudio piloto fue evaluado de dos formas: desde el punto de vista de los alumnos y mediante una comparación con respecto a cuando la metodología tradicional. Como se muestra en la sección 3, la opinión de los alumnos hacia esta transición no es siempre positiva, a pesar de los buenos resultados obtenidos en el análisis cuantitativo, presentes en la sección 4.

2. Método

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

Para incrementar el éxito de los estudiantes en la asignatura de Matemáticas 2 es necesario entender el contexto en que los estudiantes dejan de estar interesados en el contenido. Una de las razones que se han mencionado en años anteriores fue la inadecuación del contenido citando ser aburrido. Claramente había un desfase entre la cultura digital que los estudiantes poseen y el contenido de clase. Para colmatar este problema es necesario hacer cambios de fondo para aproximar la enseñanza de la asignatura a la comunidad estudiantil de forma a que estos se sientan más identificados con los conceptos y con el medio de presentarlos.

Los participantes son todos los estudiantes de la asignatura de Matemáticas 2, que comprende los grados de Ingeniería Informática y Doble Grado en Ingeniería Informática y Administración de Empresas, cursada en el primer curso, con 349 alumnos inscritos en el año de la ejecución del proyecto piloto.

2.2. Instrumento

De forma a eliminar todos los posibles sesgos, el proyecto piloto fue evaluado de dos formas: desde el punto de vista de los alumnos y mediante una comparación con respecto a cuando la metodología tradicional. De esta forma, se cuenta con resultados subjetivos (encuesta) como objetivos (calificaciones), pudiendo entonces entender como los estudiantes se enfrentan a la asignatura, independientemente de sus resultados académicos.

La Figura 1 enseña la encuesta visualizada por los estudiantes.

Evaluación previa docencia Matemáticas 2

Debido a los cambios introducidos en la asignatura durante este curso, hemos preparado este cuestionario ANÓNIMO para recopilar vuestra opinión y vuestras sugerencias para buscar posibles mejoras en la forma de llevar a cabo la docencia en lo que resta de curso.

¿Qué te parece el cambio de Matlab a Python?

- No tengo preferencia por ninguno
- Positivo, porque Python se puede aplicar a muchas cosas, además de las Matemáticas
- Negativo, Matlab es más ajustado a la asignatura
- No sabe / No contesta

¿Cómo valoras los materiales de los que dispones en prácticas?

- Son más que suficientes
- Son suficientes
- Deberían mejorarse
- Son insuficientes y hacen necesario asistir a una academia para seguir la materia
- Otra...

¿Te gusta la asignatura? (1 es la peor valoración y 5 es la máxima valoración)

1 2 3 4 5

¿Cómo valoras la docencia de teoría? (1 es la peor valoración y 5 es la máxima valoración)

1 2 3 4 5

¿Cómo valoras la docencia de prácticas? (1 es la peor valoración y 5 es la máxima valoración)

1 2 3 4 5

¿Cómo valoras el ritmo de las clases de teoría? (1 es la peor valoración y 5 es la máxima valoración)

1 2 3 4 5

¿Cómo valoras el ritmo de las clases de prácticas? (1 es la peor valoración y 5 es la máxima valoración)

1 2 3 4 5

Figura 1: Encuesta a los estudiantes

2.3. Procedimiento

El cambio en la metodología de enseñanza supuso, en primer lugar, la elaboración de nuevos materiales. Así, las tradicionales diapositivas estáticas se convirtieron en cuadernos Jupyter interactivos para que los alumnos pudieran ejecutar y probar todos los conceptos matemáticos considerados y las funciones existentes para resolverlos. En concreto, la práctica de la asignatura se dividió en 5 cuadernos Jupyter:

- Introducción a Python
- Cálculo diferencial y sus aplicaciones
- Cálculo integral y sus aplicaciones
- Resolución de ecuaciones
- Interpolación

Límites en Python

El concepto de límite es la base del Cálculo Diferencial.

Recordad que:

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

Podemos calcular límites en Python utilizando la expresión `limit(funcion, variable, punto, lateral)` proporcionada por la librería Sympy.

```
[ ] # Ejemplo
# x = symbols('x')
limit(sin(x)/x, x, 0)
limit(1/x, x, 0, '+')
limit(x**2, x, 0, '-')
```

0

```
[ ] limit((cos(x + h) - cos(x))/h, h, 0) # Cálculo de la derivada a partir de su definición
```

- sin(x)

En este caso, se calcula el límite cuando h tiende a cero.

Derivada

Cálculo de la derivada

Para calcular la derivada sin utilizar su definición, se usará `diff("funcion")`.

Ejemplo:

```
[ ] diff(cos(x)) # Calcula la derivada que coincide con la obtenida a partir de su definición
```

Figura 2: Extracto de un cuaderno Jupyter de clase (Cálculo diferencial)

Todos los cuadernos Jupyter siguen la estructura ilustrada en las Figura 2 y Figura 3: cada concepto se introduce mediante un breve texto, así como la función correspondiente para resolverlo.

La idea detrás de esta estructura es proporcionar una base de conocimientos sobre el concepto matemático y una guía sobre cómo utilizar las funciones para calcular ese concepto. Dado el carácter interactivo de los cuadernos Jupyter, los alumnos pueden ejecutar los ejemplos en cualquier momento, así como probar con diferentes valores y variables para comprender mejor el concepto y analizar varias opciones de las funciones.

Dado que la asignatura se imparte en el primer curso de la carrera y los alumnos pueden no estar familiarizados con esta metodología, la primera lección (Introducción a Python) tenía como objetivo enseñar la metodología que se utilizará a lo largo del semestre (además de introducir el lenguaje de programación) de forma que el profesor explicaba cada concepto a partir de su texto introductorio, mientras que las funciones se describían mediante los ejemplos, variando los parámetros para dar una mejor comprensión del concepto y del funcionamiento de la función.

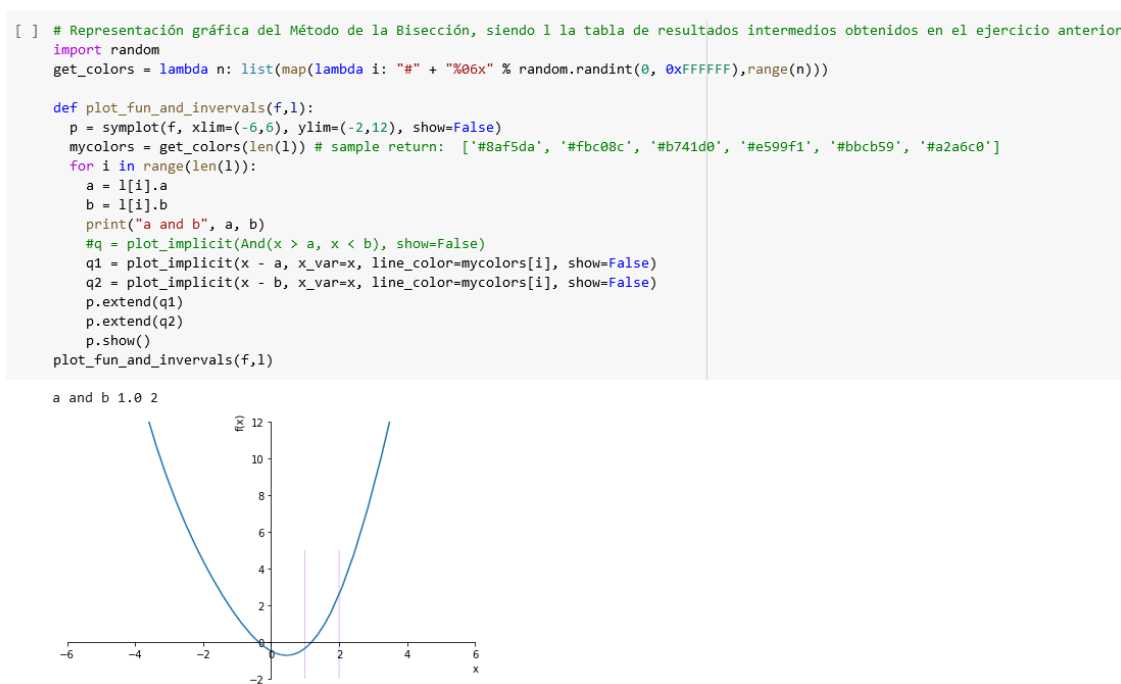


Figura 3: Extracto de un cuaderno Jupyter de clase (Resolución de ecuaciones)

Tras la primera lección, que se prolongó durante cuatro semanas del semestre, los alumnos debían trabajar de forma autónoma en los cuadernos Jupyter posteriores, estudiando y analizando el rendimiento de las diferentes funciones para trabajar los conceptos matemáticos correspondientes y realizando después algunos ejercicios para comprobar su comprensión y conocimientos

adquiridos.

De esta forma, los alumnos tenían un papel más activo en el proceso de aprendizaje, mientras que el profesor se encargaba de resolver todas las dudas y preguntas sobre los conceptos, funciones y/o ejercicios. Por lo tanto, cada alumno trabajaba individualmente en el cuaderno Jupyter correspondiente a su ritmo. Esto permite a los estudiantes utilizar sus propios patrones de aprendizaje y liberarse de un ritmo de aprendizaje fijo utilizado en los métodos de enseñanza tradicionales.

Además, con el fin de facilitar el proceso de aprendizaje, también se proporcionaron algunas explicaciones adicionales mediante materiales audiovisuales. Estos materiales sirvieron de apoyo a los cuadernos Jupyter, proporcionando aclaraciones y un análisis más profundo de las funciones consideradas.

En cuanto a la evaluación, se utilizaron cuatro pruebas de evaluación online a lo largo del semestre. Cada prueba abarcaba todas las lecciones estudiadas hasta ese momento. Así, el primer examen incluía las lecciones 1 y 2; el segundo, las lecciones 1, 2 y 3; y así sucesivamente. Además, también se utilizó un examen final que abarcaba todas las lecciones. A diferencia de los tests, en los que se utilizaban preguntas con respuestas cortas, el examen final estaba compuesto por varios ejercicios que debían realizarse en su totalidad.

3. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas al alumnado y la comparativa de las calificaciones con el año anterior.

3.1 Resultados de las encuestas al alumnado

A continuación, podemos ver el resultado de la encuesta anónima realizada a los estudiantes de Matemáticas 2. En ello han participado 90 personas.

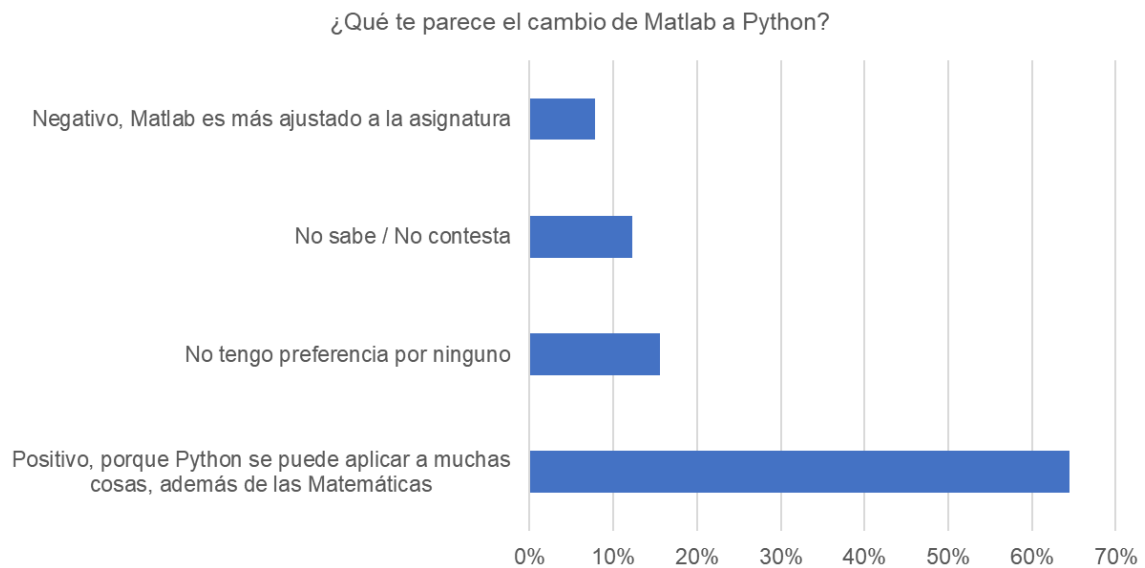


Figura 4: ¿Qué te parece el cambio de Matlab a Python?

La Figura 4 pone en evidencia que los estudiantes tienen como preferencia lenguajes de programación multipropósito (como es el caso de Python) en detrimento a Matlab (lenguaje de programación eminentemente matemática).

La Figura 5 se dividen claramente en dos posiciones antagónicas, se debe notar que el contenido de teoría no ha sido objeto de cambios con relación a años anteriores. No obstante, está claro que en las futuras ediciones este contenido deberá ser revisado de forma a identificar las causas que llevan más de 35% de los encuestados a responder negativamente.

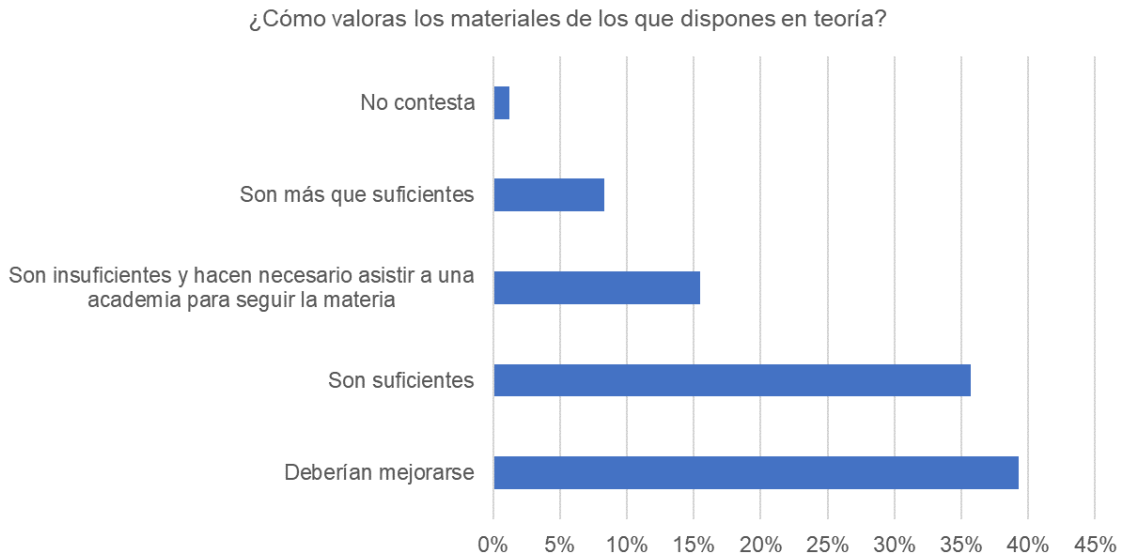


Figura 5: ¿Cómo valoras los materiales de los que dispones en teoría?

En la Figura 6 se identifica claramente que el contenido es adecuado para las clases y que los cambios a Jupyter notebooks interactivos han tenido un impacto positivo en los estudiantes.

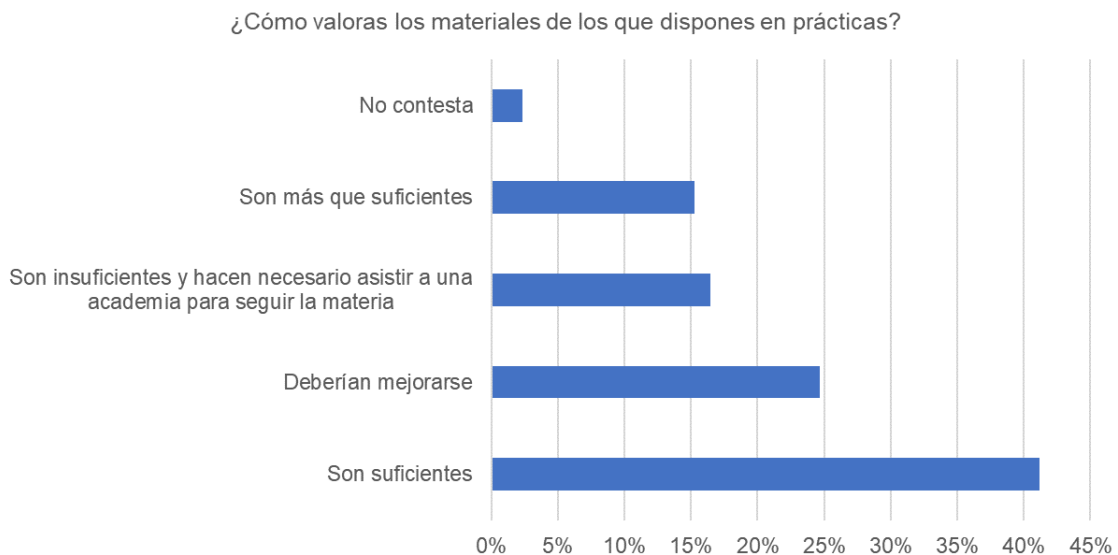


Figura 6: ¿Cómo valoras los materiales de los que dispones en prácticas?

¿Qué tipo de materiales y metodologías consideras más interesantes? (marca todos aquellos que consideres de gran utilidad)

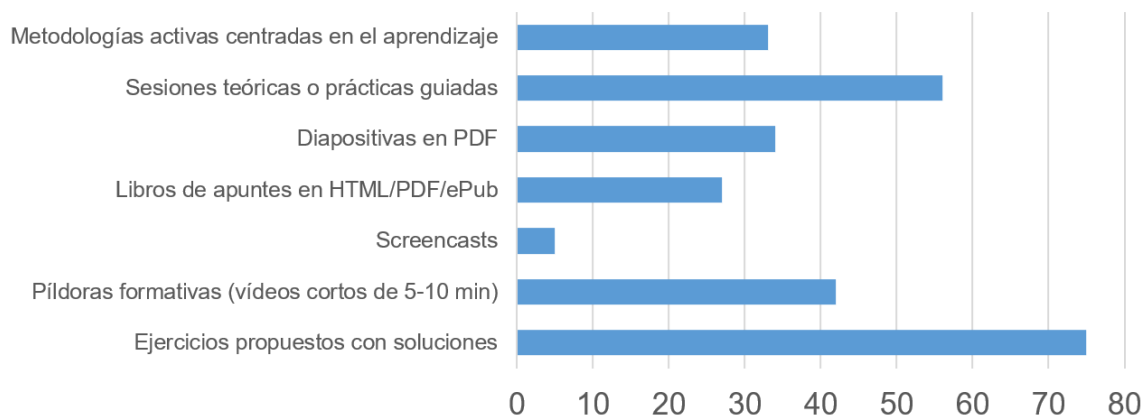


Figura 7: ¿Qué tipos de materiales y metodologías consideras más interesantes?

En la Figura 7 se puede identificar que los estudiantes prefieren contenido más dinámico y personalizado en detrimento al contenido más clásico (apuntes y/o diapositivas en PDF). Resulta interesante que Screencasts no tenga una puntuación más alta, al haber un grande número de interesados en píldoras formativas. Se puede atribuir este resultado a que normalmente los Screencasts suelen tener la duración de una clase (2 horas) y las píldoras típicamente entre 5 a 10 minutos, confirmado el cambio de la forma de consumo de medios por parte de los estudiantes, prefiriendo típicamente videos de corta duración y alta intensidad de información, alineado con el contenido de plataformas como Youtube o TikTok.

En la Figura 8 se puede observar que la asignatura es vista favorablemente por los estudiantes.

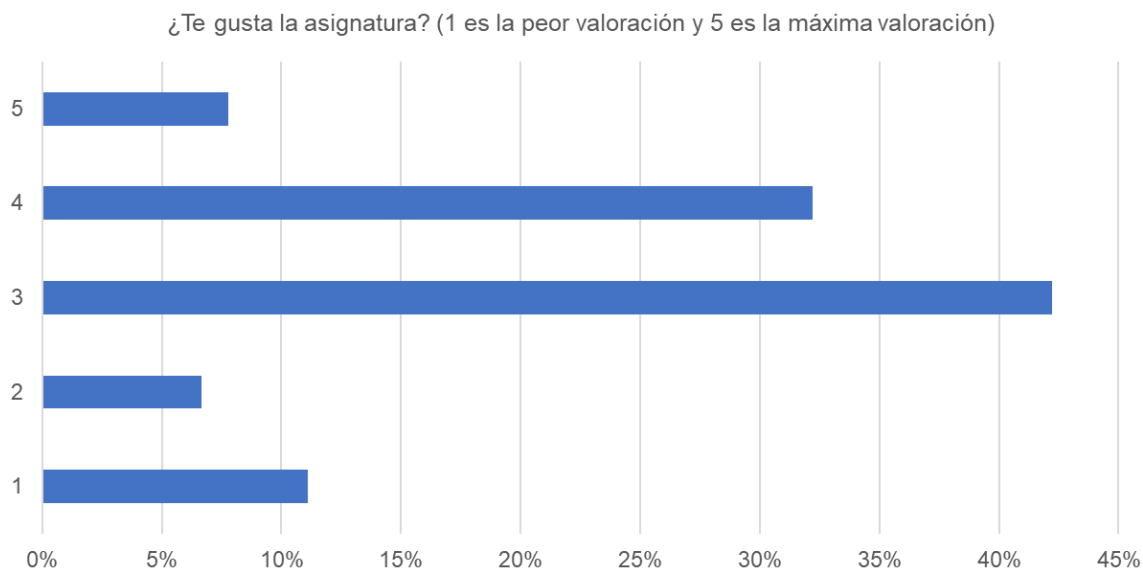


Figura 8: ¿Te gusta la asignatura?

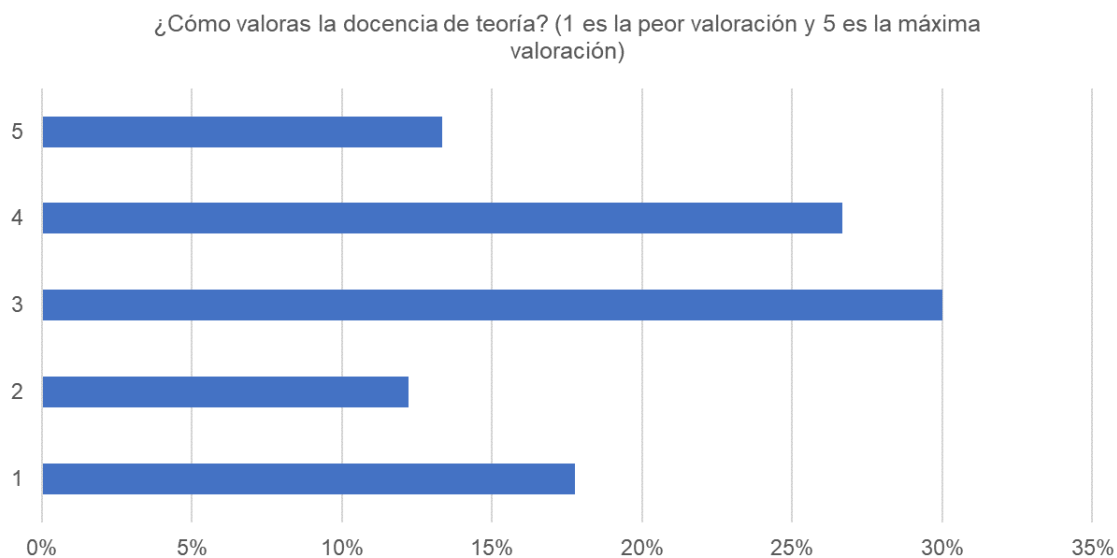


Figura 9: ¿Como valoras la docencia de teoría?

La Figura 9 enseña que, a pesar de las quejas sobre los materiales disponibles, el estudiantado valora favorablemente la parte teórica de la asignatura.

La Figura 10 evidencia que no existe una tendencia clara sobre los estudiantes aprecian positiva o negativamente. No es claro el porqué de estos resultados. Una de las hipótesis es que los estudiantes se pueden ver abrumados por este cambio radical donde no hay una clase donde el profesor esté explicando todos

conceptos. Para muchos es la primera vez que se encuentran con método *flipped classroom* y se pueden sentir desamparados sin alguien que les esté guiando constantemente y no tienen buenas técnicas de estudio autónomo.

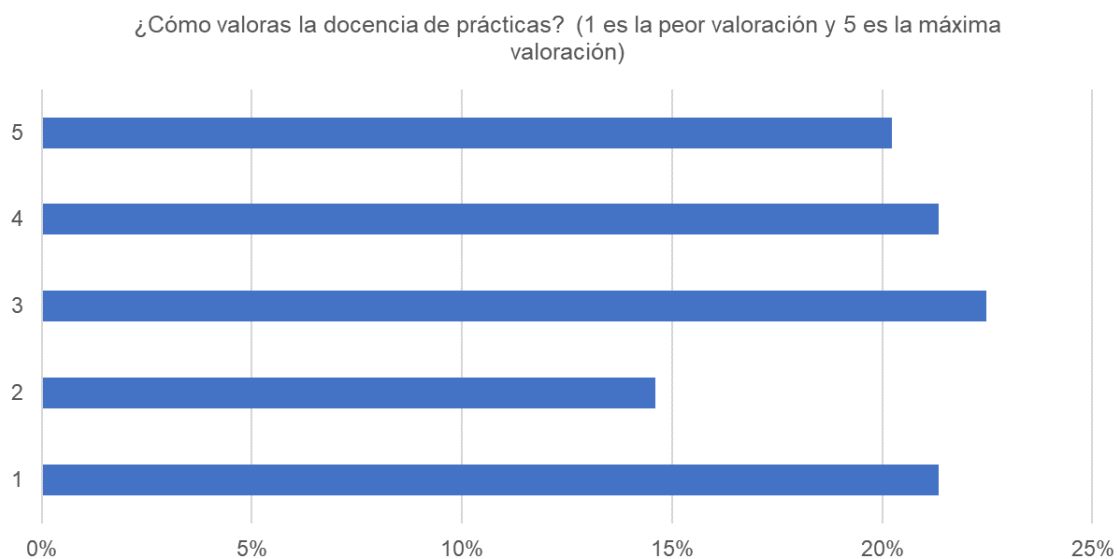


Figura 10: ¿Cómo valoras la docencia de prácticas?

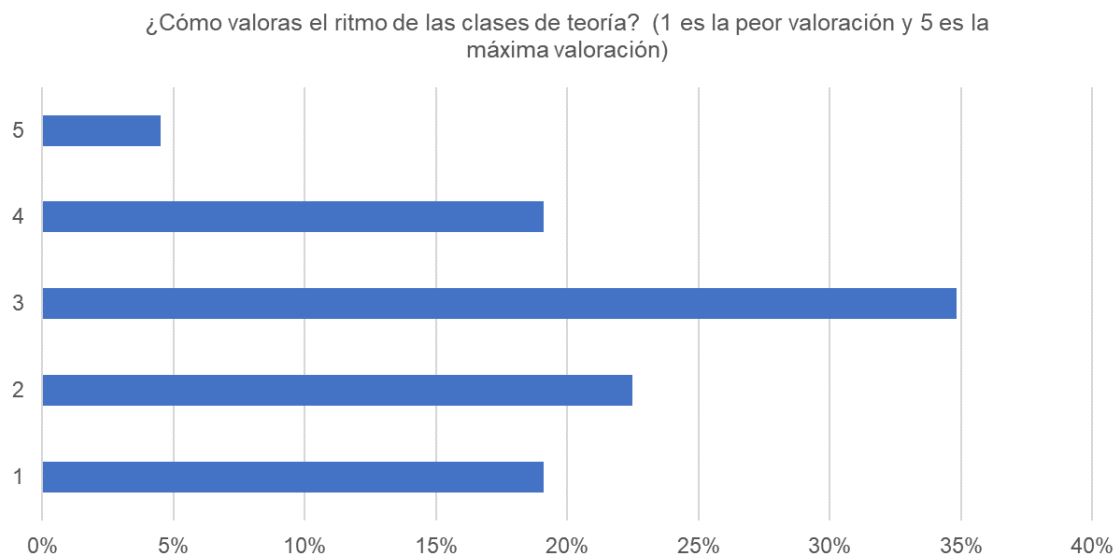


Figura 11: ¿Cómo valoras el ritmo de las clases de teoría?

En la Figura 11 es evidente que el ritmo de las clases de teoría no es especialmente del agrado de los estudiantes y que muchos se posicionan neutralmente sobre estas. Por lo contrario, en la Figura 12 los estudiantes sí están satisfechos con el ritmo de las clases prácticas. Dada la naturaleza de los conceptos vistos en teoría, muchos de ellos no tienen una equivalencia en Python, o, son automatizados por librerías existentes, por lo tanto, el material de prácticas es menor que la teoría.

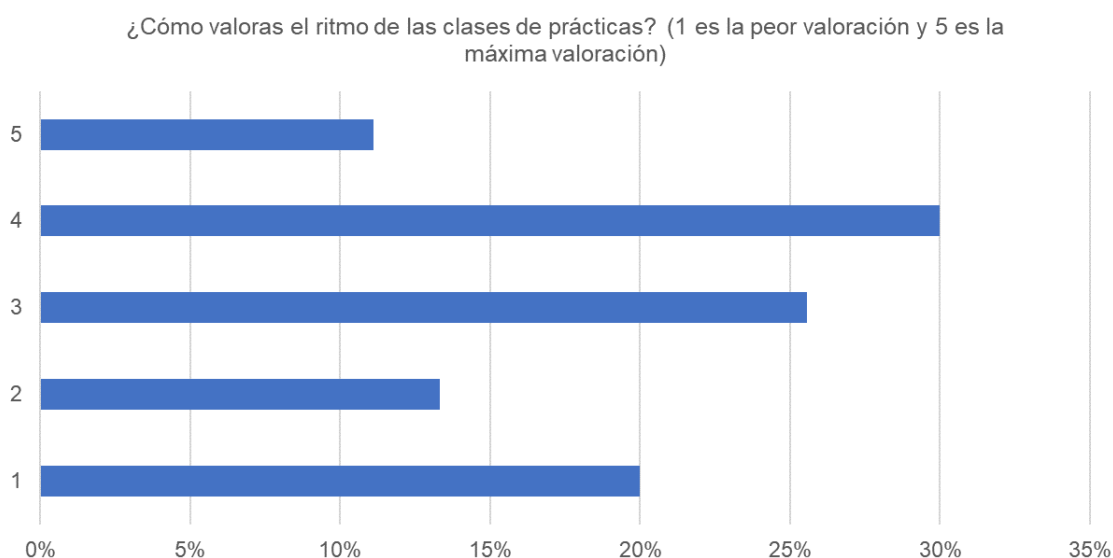


Figura 12: ¿Cómo valoras el ritmo de las clases de prácticas?

Aunque el resultado de esta encuesta ha dejado claro ciertos aspectos a mejorar (como el ritmo de las clases de teoría) no hay consensos absolutos del interés en la clase y si el modelo *flipped classroom* es apropiado. Desde el punto de vista de los estudiantes, esta metodología de enseñanza ha dado lugar a una opinión dividida. Es decir, la mitad de los estudiantes evaluó positivamente el cambio, mientras que la otra mitad lo evaluó negativamente.

3.2 Resultados de las calificaciones de los estudiantes

Aunque los resultados de la encuesta no evidencian una clara tendencia, la comparación con las notas obtenidas en cursos anteriores utilizando las sesiones de prácticas tradicionales ponen de manifiesto una mejora en las calificaciones de los alumnos, como evidencia la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados de las calificaciones

Aprobados en tests de prácticas	45	81
Participantes en tests de prácticas	64	318
Aprobados en la parte práctica (incluido examen final)	46	56
Participantes en la parte práctica (incluido examen final)	73	319
Estudiantes totales	313	348

Así pues, se ha visto aumentado los alumnos que aprueban la parte práctica y se ha disminuido drásticamente la tasa de abandono en la parte relativa al proyecto piloto, siguiendo la misma tendencia los resultados finales, aunque en menor medida.

4. Conclusiones

Dado el valor positivo de las estrategias de aprendizaje activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, este trabajo tiene como objetivo poner en práctica la técnica del *flipped classroom* en una asignatura del grado en ingeniería informática de la Universidad de Alicante. En concreto, este estudio piloto tuvo lugar dentro de la asignatura de Matemáticas 2, impartida en el primer curso del grado.

Este cambio en la metodología docente supuso la elaboración de nuevos materiales y un nuevo proceso de evaluación. Así, se prepararon varios cuadernos Jupyter de forma que se proporcionaron explicaciones y ejemplos para facilitar el ejercicio. Los alumnos debían trabajar en estos cuadernos por su cuenta, y las sesiones estaban orientadas a resolver dudas o aclarar conceptos. En cuanto al proceso de evaluación, se utilizaron cuatro pruebas online para evaluar los conocimientos y la comprensión de los alumnos a lo largo del semestre, mientras que un examen final permitió a los profesores evaluar la competencia de los alumnos en la resolución de problemas.

A pesar de los buenos resultados cuantitativos, aún queda mucho camino por recorrer para que la *flipped classroom* sea plenamente funcional. Es evidente que queda trabajo por hacer, sobre todo en cuanto a materiales, para transformar adecuadamente los materiales clásicos de toda la vida a aquellos

con los que los alumnos puedan trabajar de forma autónoma.

Finalmente, en este proyecto piloto se han publicado dos artículos científicos que avalan los resultados obtenidos (Costa y otros, 2022; Martínez-Martin & Costa, 2022).

5. Tareas desarrolladas en la red

Participante de la red	Tareas que desarrolla
Ester Martínez Martín	Coordinación de la red. Participación activa en las distintas reuniones realizadas. Investigación del estado de la cuestión. Análisis de las técnicas y metodologías para la aplicación de la competición en el aula. Diseño de la actividad llevada a cabo en el estudio piloto. Diseño del cuestionario para los alumnos. Evaluación de los resultados. Escritura de los artículos resultado de este trabajo.
Angelo Gonçalo Araujo da Silva Costa	Participación activa en las distintas reuniones realizadas. Investigación del estado de la cuestión. Análisis de las técnicas y metodologías para la aplicación de la competición en el aula. Diseño de la actividad llevada a cabo en el estudio piloto. Diseño del cuestionario para los alumnos. Evaluación de los resultados. Escritura de los artículos resultado de este trabajo.
José Francisco Vicent Francés	Participación activa en las distintas reuniones realizadas. Investigación del estado de la cuestión. Análisis de las técnicas y metodologías para la aplicación de la competición en el aula.

Francisco Javier Escolano Ruiz	Participación activa en las distintas reuniones realizadas. Investigación del estado de la cuestión. Análisis de las técnicas y metodologías para la aplicación de la competición en el aula.
Francisco Morillas Espejo	Participación activa en las distintas reuniones realizadas. Investigación del estado de la cuestión. Análisis de las técnicas y metodologías para la aplicación de la competición en el aula.

6. Referencias bibliográficas

Campión, R. S., & Bergmann, J. (2018). *Aprender al revés: Flipped Classroom 3.0 y Metodologías activas en el aula*. Paidós Educación.

Costa, A., Martínez-Martin, E., Morillas-Espejo, F., Vicent, J., & Escolano, F. (2022). Matemáticas para ingenieros: Una experiencia docente. *REDES-INNOVAESTIC 2022* (págs. 93-94). Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante.

Lumpkin, A., Achen, R. M., & Dodd, R. K. (2015). Student Perceptions of Active Learning. *College Student Journal*, 49(1), 121-133.

Martínez-Martin, E., & Costa, A. (2022). Maths for Engineering: Parting from Classical Methods. *EDULEARN22* (págs. 827-831). IATED. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.0245>