

Renovación de un programa universitario en electrónica con soporte TIC tras el contexto docente durante la pandemia.

David Valiente
Engineering Communications Dept.
Miguel Hernández University
Elche (Alicante), Spain
dvaliente@umh.es

Fernando Rodríguez
Engineering Communications Dept.
Miguel Hernández University
Elche (Alicante), Spain
fernando.rodriguez@umh.es

Abraham Ruiz
Engineering Communications Dept.
Miguel Hernández University
Elche (Alicante), Spain
abraham.ruiz@umh.es

Juan Carlos Ferrer
Engineering Communications Dept.
Miguel Hernández University
Elche (Alicante), Spain
jc.ferrer@umh.es

José Luis Alonso
Engineering Communications Dept.
Miguel Hernández University
Elche (Alicante), Spain
j.l.alonso@umh.es

Susana Fernández de Ávila
Engineering Communications Dept.
Miguel Hernández University
Elche (Alicante), Spain
s.fdezavila@umh.es

Resumen—Las consecuencias de la pandemia han afectado severamente a las metodologías de enseñanza en todos los niveles académicos. Los programas universitarios se han adaptado a formatos online y semipresencial mientras que la situación de crisis sanitaria no permitía la presencialidad. En este contexto, presentamos un estudio de caso basado en la renovación de un curso de electrónica impartido en la Universidad Miguel Hernández, en España. El profesorado mantiene su objetivo original de lograr un aprendizaje activo y potenciar las habilidades prácticas entre los estudiantes. No obstante, la experiencia durante los dos cursos académicos desde el comienzo de la pandemia nos ha permitido evaluar la validez y la importancia de varios recursos de aprendizaje (basados en Tecnologías de la Información y la Comunicación [TIC]) para el desempeño final y el rendimiento de los estudiantes. Por ello, ahora que se ha restablecido la presencialidad, hemos renovado el programa de aprendizaje de este curso con una metodología semipresencial sustentada en clases presenciales con la inclusión de recursos relevantes como: ejercicios interactivos en un Jupyter Notebook de Google, lecciones en vídeo en un canal de Youtube, libros electrónicos en Google Books y ejercicios de simulación en Tinkercad. El aspecto clave radica en estos recursos, utilizados parcialmente en forma de lección invertida (principalmente para los vídeos y libros electrónicos), mientras que en la mayoría de los casos se combinaron durante las clases presenciales, para facilitar las explicaciones teóricas mediante ejemplificación. Los resultados demuestran la validez de este enfoque mediante el rendimiento de los alumnos y las ratios de éxito. También se analizó la adquisición de competencias y la percepción que reportan los estudiantes sobre este programa. Finalmente, se presentan ciertas estadísticas de comparación para reforzar la validez.

Index Terms—electrónica analógica, recursos TIC, aprendizaje digital, pandemia

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la enseñanza en niveles universitarios ha sufrido severamente las consecuencias de la pandemia desde 2020 y en adelante. La no presencialidad ha afectado notablemente a

la metodología de enseñanza y por tanto a los resultados en términos de adquisición de competencias, pero también en términos de indicadores de logro [1], [2]. Ni que decir tiene que el enfoque docente y su metodología se han visto obligados a readaptarse a dicho contexto. No obstante, existe una gran variedad de enfoques que ya han sido explorados y validados, aportando diferentes soluciones durante la última década. Particularizando dentro del área de las carreras técnicas, el uso de recursos digitales para complementar las clases magistrales tradicionales es ampliamente reconocido [3]–[5]. Siempre que estos recursos se sustenten en marcos de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), brindan una puerta abierta para integrar entornos digitales y virtuales, facilitando el establecimiento de modelos de aprendizaje online [6], [7] y semipresencial [8], [9].

El principal aspecto en común de cualquier ejemplo de propuesta educativa soportada por herramientas TIC radica en el diseño metodológico, el cual puede concebirse como una de las siguientes alternativas: online, presencial o semipresencial. Sin embargo, recae una exigencia notable sobre los profesores, quienes deben dominar distintas habilidades digitales y técnicas para poder manejar correctamente los enfoques y metodologías TIC más recientes. En algunos casos [10] esto supone un desafío para poder lidiar con entornos online que realmente deberían aportar valor añadido al aprendizaje activo de los estudiantes, pero que en muchos casos, y lamentablemente, terminan por no tener éxito. Por lo tanto, en ciertos contextos, un modelo fusionado que combine clases magistrales tradicionales, en formato presencial, con el soporte de herramientas digitales y TIC específicas, puede representar una propuesta más factible para lograr objetivos e indicadores de aprendizaje.

La línea de partida de este trabajo surge de nuestra experien-

cia docente en el área de Electrónica de la Universidad Miguel Hernández, en España. Después de varios años renovando programas e intervenciones de aprendizaje, hemos detectado claramente algunas dificultades entre los estudiantes. En particular, generalmente no logran adquirir habilidades prácticas válidas, en línea con antecedentes previos [11]–[13]. Este hecho ha sido constatado y abordado tras la puesta en marcha de diferentes proyectos de innovación [14], financiados por convocatorias locales de nuestra universidad (“PIEU2017/17-Recursos de simulación para mejorar el aprendizaje de la electrónica general”; “PIEU/2019/35 -Fomento de enfoques activos y habilidades prácticas en el aula de Electrónica”). Todos ellos tenían como finalidad común dar respuesta a las dificultades que presentaban los alumnos para asimilar y trasladar los conceptos teóricos a procedimientos prácticos que conllevaban la adquisición de competencias para su futuro profesional como ingenieros electrónicos.

Así pues, al amparo de dicha experiencia previa, se han identificado distintos aspectos en cuanto a los beneficios y perjuicios del uso de diferentes herramientas TIC para apoyo a la docencia, como pueden ser el uso de software específico para la simulación y resolución de ejercicios y problemas, o el uso de equipos portátiles de medición para replicar los procedimientos de laboratorio durante las clases teóricas en el aula [14]. El análisis de estos aspectos se ha visto reforzado por la experiencia reciente durante los dos últimos cursos académicos, donde se plantearon restricciones de asistencia como consecuencia de la crisis sanitaria asociada a la pandemia. Este contexto educativo instó a los docentes a adoptar herramientas online y digitales, que en la mayoría de los casos tuvo éxito en su propósito, si bien en muchos otros no. En consecuencia, hemos podido diseñar la propuesta actual, con la intención de utilizar y explotar aquellos recursos verdaderamente significativos para los estudiantes, con el objetivo de contribuir en los siguientes aspectos:

- Adquisición de habilidades prácticas y apoyo a la asimilación de conceptos teóricos.
- Enfoque de aprendizaje activo, dominado por los alumnos de forma autónoma.
- Facilitación de herramientas TIC online y software libre para la resolución de ejercicios y problemas, casos prácticos y procedimientos de laboratorio, a desarrollar mediante actividades tanto presenciales como online, y/o de forma autónoma por parte de los alumnos.

Este trabajo se ha implementado durante el curso académico en vigor, 2021-2022, en un curso estructurado bajo la materia “Electrónica General”, que se encuentra planificado en el segundo curso de tres grados de ingeniería que comparten estructura común hasta tercer curso: Ingeniería Mecánica (ME), Ingeniería Eléctrica (EE) e Ingeniería Electrónica y Automática (EAE), respectivamente. El estudio se llevó a cabo con más de 250 estudiantes. Dado que la asistencia presencial se ha restablecido por completo después de las restricciones de asistencia por la pandemia durante 2020 y 2021, la metodología propuesta persigue explotar los poten-

ciales de varios recursos, como ejercicios interactivos en un Jupyter Notebook de Google, vídeo lecciones en un canal de Youtube, e-books en Google Books, ejercicios de simulación en Tinkercad, etc., todo ello integrado en una mezcla con la clase magistral tradicional. El objetivo subyacente pretende proporcionar un modelo de aprendizaje ejemplificador que apoye las explicaciones teóricas mediante recursos TIC válidos y significativos. Esta propuesta ha sido validada en términos de desempeño, así como de percepción, adhesión y continuidad de los estudiantes a los recursos propuestos.

El resto del trabajo se estructura así: la sección 2 presenta los materiales y el método del programa; la sección 3 describe los resultados obtenidos y su análisis; la sección 4 establece una discusión y elabora las principales conclusiones del trabajo.

II. MATERIALES Y MÉTODO

Este programa se ha puesto en marcha durante el presente curso académico 2021-2022, buscando el refuerzo y fomento del aprendizaje activo y autónomo mediante una metodología que aprovecha al máximo las clases magistrales tradicionales, apoyándose en un conjunto de recursos TIC significativos. Estos recursos se han utilizado simultáneamente durante la explicación teórica, de modo que sirvan como herramientas válidas para la ejemplificación. Además, debido a la naturaleza de la mayoría de ellos, se han utilizado intencionalmente con un formato de aula invertida. Es decir, determinados recursos TIC, como vídeos de Youtube y Google Books, se han propuesto para algunas actividades previas a la clase presencial, a realizar por los propios alumnos autónomamente. Cabe mencionar que todos estos materiales juegan un papel de apoyo a la explicación de la materia, donde la herramienta de evaluación está representada por un examen que tiene lugar a final del semestre. Opcionalmente, los alumnos pueden optar por ponderar sus notas en el examen hasta en un 10%, en función de las actividades y trabajos entregados.

A. *Objetivo*

El objetivo general del programa consiste en promover el aprendizaje activo y por competencias de los alumnos matriculados en la asignatura “Electrónica General” mediante la realización de actividades complementarias a las sesiones presenciales, apoyadas en recursos TIC como vídeos elaborados por el profesorado en un canal de Youtube, e-books en Google Books, y el uso de la herramienta de simulación Tinkercad, en una aproximación a la metodología de aula invertida.

Este conjunto de actividades se centra en el trabajo grupal y colaborativo. Gracias a las características de los recursos digitales mencionadas anteriormente, estas actividades se pueden realizar en formato remoto y asíncrono, pero también presencialmente durante las clases magistrales tradicionales. Por lo tanto, dichos recursos son utilizados regularmente por los profesores como una herramienta de apoyo durante las sesiones presenciales.

Cuadro I
PARTICIPANTES

n° estudiantes	Mecánica (ME)	Eléctrica (EE)	Electrónica & Automática (EAE)
participantes	139	34	79

Cuadro II
RECURSOS TIC USADOS EN ESTA PROPUESTA

ICT resouce	Hosted
Jupyter Notebook	https://campus.umh.es/
Google e-books	https://editorial.umh.es/2018/09/20/electronica-general/ https://editorial.umh.es/2021/01/11/electronica-general-amplificadores-con-transistores-de-union-bipolar-conceptos-basicos-y-examenes-resueltos/
Canal de Youtube	https://www.youtube.com/playlist?list=PLCIKgnzRFYe5hQtJyr9Syst4e6La8mMI
Simulador Tinkercad	https://www.tinkercad.com/

B. Participantes

En este programa han participado un total de 252 alumnos, quienes representan al conjunto que asiste asiduamente a las clases magistrales presenciales, en al menos el 75% de las sesiones impartidas. La Tabla I presenta la clasificación de estos estudiantes por grado de procedencia. Lamentablemente no se ha implementado la segmentación grupal para análisis de dependencias estadísticas y contraste de hipótesis, dado que tales agrupamientos están limitados al horario de cada grado, disponibilidad de aulas y política interna de la universidad, quien promueve enfoques abiertos para programas innovadores de esta índole, dando cabida a todo el estudiantado.

C. Recursos TIC

La metodología propuesta requiere de varios materiales que comprenden un conjunto de recursos TIC, probados y validados en estudios previos llevados a cabo durante cursos anteriores, bajo las restricciones de la pandemia. Estos probaron ser significativos para la correcta comprensión de conceptos electrónicos. Dichos recursos se pusieron a disposición de los estudiantes a través de un Jupyter Notebook de Google Colab, pero también a través de otro sistema de gestión de aprendizaje como es Moodle, tal y como se indica a continuación en Tabla II. Además, la Fig. 1 presenta ejemplos de cada uno de ellos.

III. RESULTADOS

Como se ha comentado en el apartado anterior, la introducción de recursos TIC durante las clases teóricas pretendía tener un papel ejemplificador durante la clase magistral tradicional. Además, se aprovechó otra ventaja de este tipo de herramientas digitales: el uso que permiten con formato de aula invertida, de manera que se anima a los alumnos a visualizar determinados vídeos (canal de Youtube) y ejercicios resueltos (Google e-books) antes de algunas lecciones, y en algunos casos, antes de determinadas actividades y entregas propuestas. De esta manera, los estudiantes se enfrentaban a nuevos contenidos previamente a la clase presencial. En esta sección pretendemos presentar resultados sobre el uso de estos recursos, siempre que su registro fue posible. Cabe señalar que el curso actual

sigue su desarrollo (enero a junio de 2022), por lo que los siguientes resultados mostrados son aquellos de los que se dispone de informes hasta la fecha. En algunos casos, se han establecido resultados comparativos con el curso anterior, 2020-2021, en el que esta metodología no estaba totalmente implantada (con formato de aula invertida).

A. Visualización de vídeos

De acuerdo con los comentarios anteriores, y en primera instancia, hemos monitorizado los datos asociados al uso de estos recursos TIC, antes de que tuvieran lugar las lecciones presenciales y se presentaran algunos ejercicios y actividades a los estudiantes. Por lo tanto, se registró la visualización de los vídeos de Youtube y las descargas de libros electrónicos, con el fin de observar la adherencia al programa y su seguimiento entre los participantes, bajo este formato de aula invertida. La Fig. 2 muestra la evolución temporal en el número de visualizaciones a lo largo del curso. Nuevamente cabe señalar que el curso académico 2021-2022 sigue en vigor. En consecuencia, se puede observar que solo se reportan visualizaciones hasta marzo de 2022. Sin embargo, ya se pueden extraer algunas conclusiones de la comparación entre 2020-2021 y el curso actual 2021-2022. Se puede observar tanto en el número absoluto de visualizaciones, Fig. 2(a), como en el% de visualizaciones respecto al total de participantes, Fig. 2(b), que existe un incremento relevante durante el inicio del presente curso académico. Hay que tener en cuenta que esta materia está programada para comenzar en el segundo semestre, durante la última semana de enero de 2022. Este hecho representa un primer resultado sobre la positiva aceptación de la metodología apoyada en las TIC, especialmente cuando se trata del formato invertido por el cual ciertas lecciones y actividades son trabajadas previamente al transcurso de la clase presencial. Cabe señalar que las ratios de visualización más elevadas durante el curso 2020-2021 se corresponden con periodos de exámenes (junio, septiembre y diciembre) con valores cercanos al 40%, 25% y 10%, respectivamente, en cuanto al número de alumnos matriculados. Por contra, en solo dos meses de clases del curso 2021-2022, se observa un gran crecimiento que lleva a aproximadamente el 55% y el 75% de los participantes que han visualizado los vídeos durante

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$v_o = i' \cdot R_{eq} = (i_s - g_m v_{gs}) R_{eq} = 1$$

$$v_i = v_{gs}$$

Sustituyendo: $A_v = \frac{v_o}{v_i}$

Sustituyendo: $A_v = \frac{v_o}{v_i}$

$$v_o = i' \cdot R_{eq} = \left(\frac{v_i - v_o}{R_3} - g_m v_{gs} \right) R_{eq}$$

```

[ ] #@title Resolución numérica: introducir datos variables
Req=0.5
R3=10
gm=5
vi=10
vgs=vi
Av=1
v0=((vi-Av*vi)/r3)-gm*vgs)*Req

print('Req', Req, 'R3', R3, 'gm', gm, 'vi', vi, 'vgs', vgs, 'Av', Av)
print('El resultado obtenido para vo es de ', v0)

```

(a)

editorial electrónica **UNIVERSITAS Miguel Hernández**
 Inicio Presentación Catálogo ¿Quieres publicar?

Electrónica General. Amplificadores con Transistores de Unión Bipolar: Conceptos Básicos y Exámenes Resueltos
 por patricia.zeveche | ene 11, 2021 | INGENIERIA ELECTRÓNICA
 Título: Electrónica General. Amplificadores con Transistores de Unión Bipolar: Conceptos Básicos y Exámenes Resueltos
 Autores: David Valiente García, Juan Carlos Ferrer Millán, Susana Fernández de Ávila López ISBN: 978-84-18177-02-6
 Adquirir libro en: Google Play...

Apuntes de Cuadripolos. Conceptos Básicos y Ejercicios Resueltos
 por g.martinez | dic 12, 2019 | Ingeniería, INGENIERIA ELECTRÓNICA, INGENIERIA INDUSTRIAL, Publicación, TELECOMUNICACIONES
 Título: Apuntes de Cuadripolos. Conceptos Básicos y Ejercicios Resueltos. Autores/as: Juan Carlos Ferrer Millán, Susana Fernández de Ávila López, David Valiente García. ISBN: 978-84-16024-40-3 Adquirir libro en: Amazon, Google Play. El libro "Apuntes de Cuadripolos..."

Electrónica General. Polarización de Transistores: Conceptos Básicos y Exámenes Resueltos
 por alma.martinez01 | sep 20, 2018 | Ingeniería, INGENIERIA ELECTRÓNICA, Publicación
 Título: Electrónica General. Polarización de Transistores: Conceptos Básicos y Exámenes Resueltos. Autor: David Valiente García, Susana Fernández de Ávila López, Juan Carlos Ferrer Millán, Abraham Ruz Gómez. ISBN: 978-84-16024-76-6
 Adquirir libro en: Google Play...

(b)

UNIVERSITAS Miguel Hernández
 ELECTRONICA GENERAL
 REPRODUCIR TODO

umh1793 - Electrónica General
 17 vídeos · 3019 visualizaciones · Actualizado por última vez el 12 jul 2021

Vídeos de la asignatura Electrónica General. Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela Politécnica Superior de Elche. web asignatura: <http://umh1793.edu.umh.es/> web: <http://umh.es>

Universidad Miguel Hernández de Elche **SUSCRIBIRME**

- Lec001 Problema Diodos Parte001 (umh1793 2020-21) 13:13
- Lec001 Problema Diodos Parte002 (umh1793 2020-21) 11:23
- Lec001 Problema Diodos Parte003 (umh1793 2020-21) 8:27
- Lec001 Problema Diodos Parte004 (umh1793 2020-21) 14:27
- Lec001 Examen Electrónica General Junio 2019-Prob1 (umh1793 2018-19) 33:39
- Lec001 Examen Electrónica General Junio 2019-Prob2 (umh1793 2018-19) 13:24
- Lec001 Examen Electrónica General Junio 2019-Prob3 (umh1793 2018-19) 16:33

(c)

(d)

Figura 1. Ejemplos de cada recurso TIC utilizado durante el curso: (a) Jupyter Notebook con actividades. (b) Google e-books con ejercicios y problemas de examen resueltos. (c): vídeos de Youtube con ejercicios resueltos; (d): simulación con Tinkercad.

febrero y marzo, respectivamente. También cabe mencionar que no se ha promocionado la visualización de vídeos con medidas directas como el incremento de la calificación, o similar. Únicamente se mantiene la opción de ponderar la nota final del examen con un 10% de la nota obtenida en los trabajos y actividades entregadas (tanto para 2020-2021 como para 2021-2022).

B. Entrega de actividades

De modo similar a los registros llevados a cabo del canal de Youtube, también se ha analizado el seguimiento de un conjunto de actividades y ejercicios planteados durante el transcurso de la materia. Han estado alojados en un Jupyter Notebook, Fig. 1(a), durante el presente curso académico

2021-2022. Además, este año se han abordado algunos de ellos de forma invertida con la ayuda de los vídeos del canal de Youtube, y con los ejercicios resueltos de los e-books. Antes de las lecciones donde se explicarían y/o resolverían estas actividades, se animaba a los alumnos a visualizar determinados vídeos con contenidos y actividades similares, así como los e-books. Así se les permitió anticiparse a la explicación y tratar de comprenderlos y resolverlos antes de la lección. A veces, se les pedía que entregaran la actividad como tarea. La Fig. 3 presenta los resultados de estas tareas y los compara entre 2020-2021, Fig. 3(a) (sin uso de vídeos durante la clase, ni con formato invertido) y 2021-2022, Fig. 3(b). Nuevamente, los resultados presentan datos hasta marzo de 2022 para el curso en vigor. En la misma línea que se ha

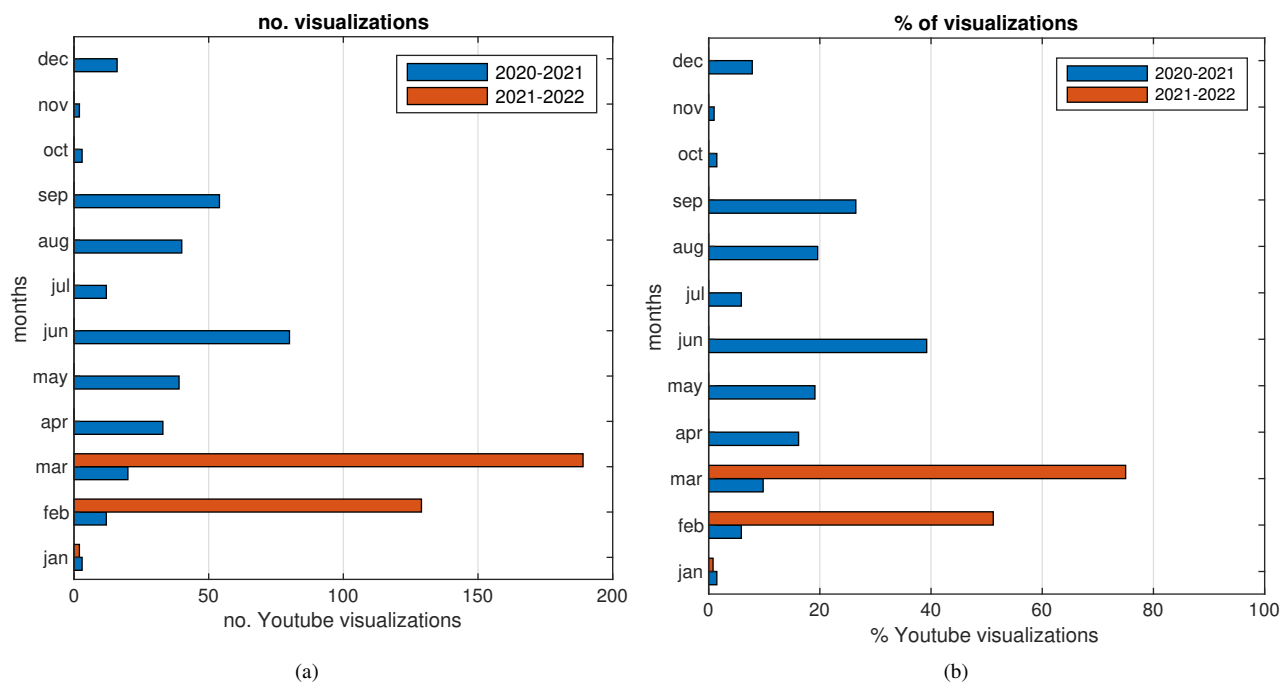


Figura 2. Número de visualizaciones de vídeos de Youtube durante 2020-2021 y 2021-2022. (a) número total de visualizaciones. (b) % de visualizaciones con respecto al número de participantes.

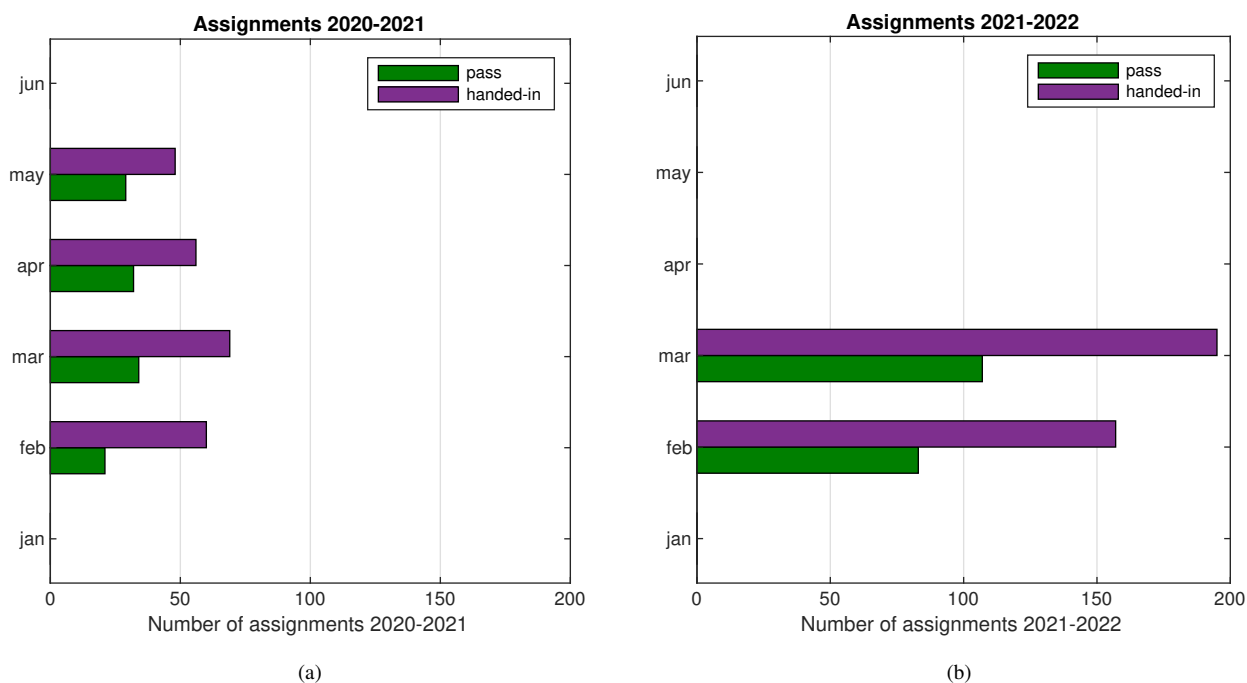


Figura 3. Número de actividades entregadas durante 2020-2021 y 2021-2022. (a) actividades entregadas y “aprobadas” en 2020-2021. (b) % actividades entregadas y “aprobadas” en 2021-2022.

representado en la Fig. 2 para los vídeos, se puede notar que aparece un aumento relevante en el número de estudiantes que se comprometen con las tareas durante los dos meses del curso actual. Para un mejor análisis, se han separado entre alumnos que consiguen “aprobar” el trabajo frente a los que no. Aparte

del aumento de la participación durante el curso 2021-2022 con respecto al curso 2020-2021, también hay que destacar la ratio positiva de alumnos que consiguen “aprobar” los trabajos, superando el 50% de entre todos los que los entregan. Con el fin de tener una visión más profunda sobre estos resultados, la

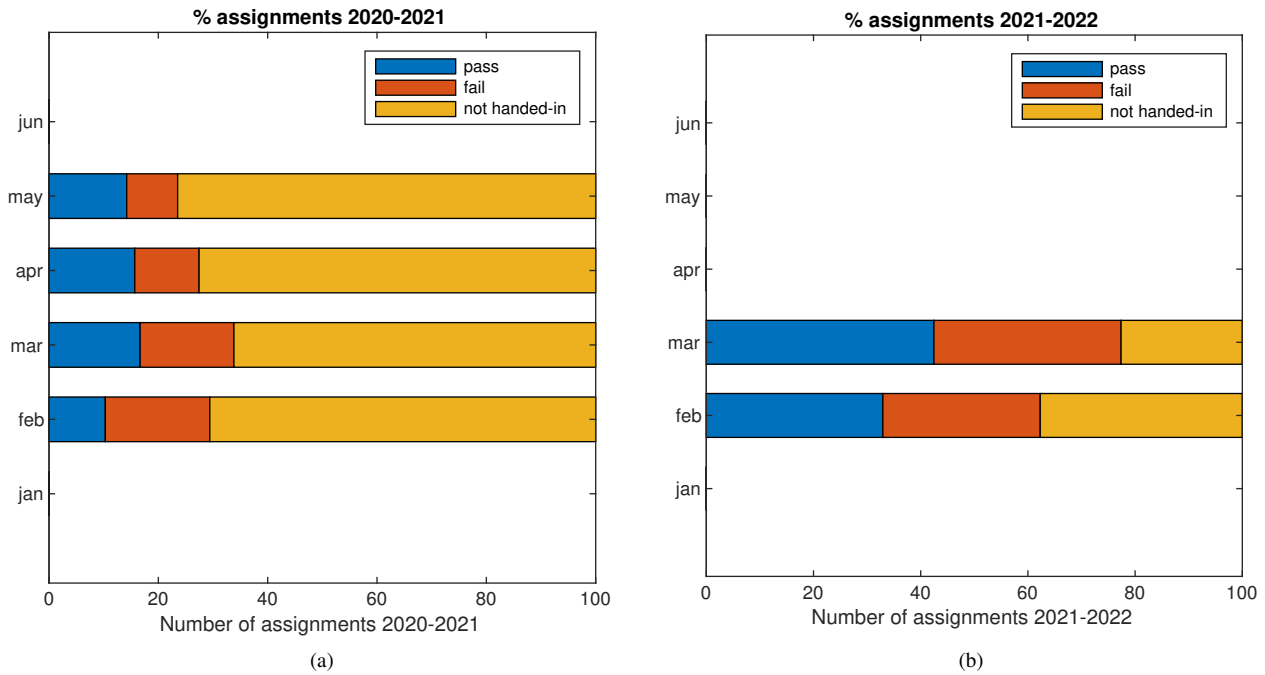


Figura 4. Comparativa del% de actividades durante 2020-2021 y 2021-2022 con respecto al número de estudiantes. (a)% de actividades “aprobadas”, “suspensas” y “no entregadas” durante 2020-2021. (b)% de actividades “aprobadas”, “suspensas” y “no entregadas” durante 2021-2022.

Fig. 4 presenta relaciones en términos de% sobre el número total de estudiantes que participan. Ahora es más perceptible el resultado positivo que se obtiene con este formato de aula invertida, dado que las ratios observadas durante 2020-2021, Fig. 4(a), han sido mejoradas claramente durante 2021-2022, Fig. 4(b), puesto que se ha reducido drásticamente el alumnado que no entregó, pero también se ha mejorado notablemente la ratio de “aprobados”. Estos resultados hay que valorarlos junto con el uso de los vídeos, puesto que ambos pretenden facilitar la comprensión de las actividades, y cuya relevancia radica en su uso previo a las clases.

C. Descarga de e-books

En cuanto al número de descargas de libros electrónicos dentro de la suite de Google Books, se observa una disminución evidente en la adherencia de los estudiantes frente a otros recursos. Posiblemente se deba a que los vídeos de Youtube cubren el mismo objetivo, siendo igualmente útiles para poder abordar los trabajos y actividades. En este sentido, los vídeos resultan más atractivos para un estudiantado que está altamente acostumbrado a estos formatos digitales en su día a día, con el valor añadido de su corta duración. Como resultado, la Fig. 5 pone de manifiesto estas consideraciones. Aunque los informes proporcionados por Google son anuales, se puede observar claramente que los dos libros electrónicos disponibles para descarga son adquiridos por muy pocos estudiantes. No obstante, la tendencia es satisfactoria durante el curso 2021-2022, donde bastante más alumnos, en términos relativos, han adquirido estos e-books en tan solo dos meses de curso, en contraste con todo el curso 2020-2021.

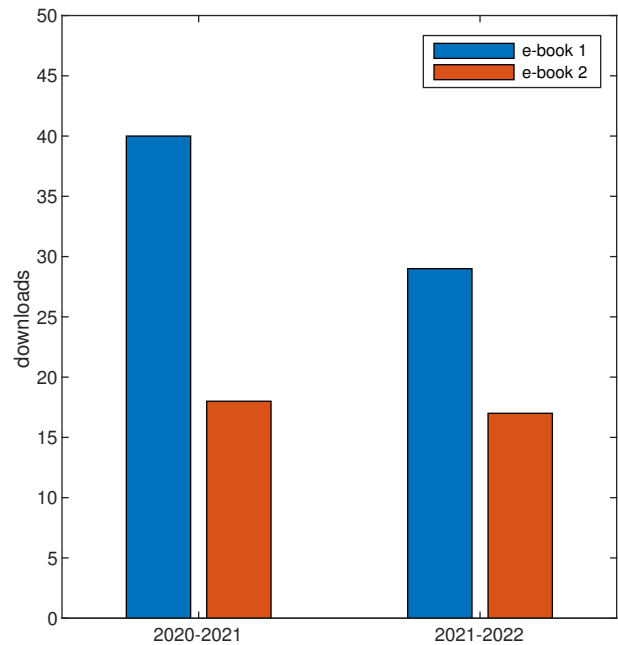


Figura 5. Comparativa del número de descargas de e-books durante 2020-2021 y 2021-2022.

D. Percepción del estudiantado

A la vista de los resultados anteriores, se ha logrado obtener una perspectiva preliminar sobre el uso y apego de los estudiantes a los recursos TIC considerados en este programa. Sin embargo, también se les pidió a los estudiantes completar

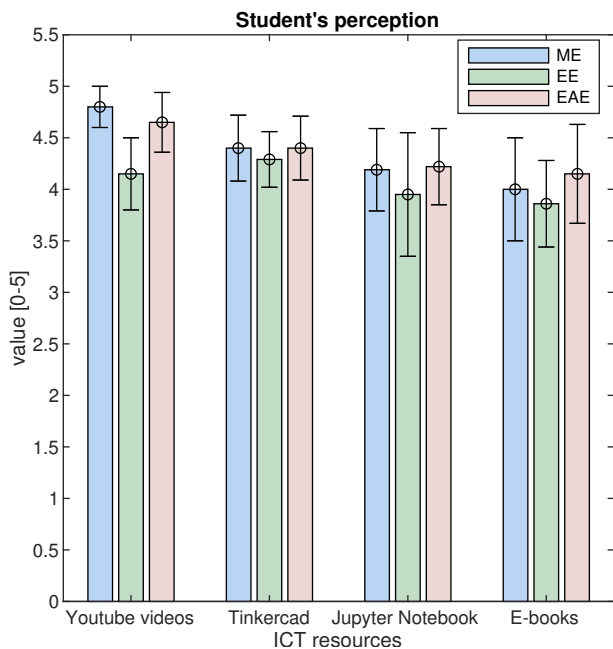


Figura 6. Percepción del estudiantado acerca del uso de cada recurso TIC. Los resultados han sido clasificados según el grado en de procedencia de cada estudiante: Ingeniería Mecánica (ME), Ingeniería Eléctrica (EE) e Ingeniería Eléctrica y Automática (EAE).

una encuesta de percepción mediante la cual reportaron sus pensamientos sobre dichas herramientas TIC y el uso que se les daba antes, después y durante las clases. En términos generales, todas ellas fueron valoradas positivamente, con puntuaciones que oscilaban en una escala de Linker entre 0-5. La Fig. 6 sintetiza la opinión del estudiantado. De entre los recursos TIC presentados en Tabla II, la clasificación enumera los siguientes: 1) vídeos de Youtube, 2) simulación Tinkercad, 3) Jupyter Notebook y 4) libros electrónicos.

Como se comentó recientemente, esto revela la inclinación entre los estudiantes a los recursos online de fácil uso. Cabe señalar que, además del evidente protagonismo de los vídeos, el simulador online Tinkercad, gracias a su apariencia, usabilidad y facilidad, supera a otros software específicos del campo de la electrónica como Orcad-Pspice. Así pues, se confirma que los alumnos perciben esta herramienta como sencilla y eficaz para poder comprobar rápidamente la resolución de circuitos, tal y como los profesores han mostrado en casi todas las clases presenciales.

E. Desempeño

Uno de los resultados más sencillos para evaluar la bondad de esta propuesta es el desempeño o rendimiento final obtenido por los alumnos en términos de calificaciones. Aunque esto podría haberse centrado en aspectos más específicos e indicadores de logro, dado que el curso aún está en vigor (2021-2022), ese análisis se realizó a medida que los estudiantes entregaban sus tareas. El resultado final de la asignatura estará disponible en junio de 2022 cuando realicen el examen final. A pesar de ello, hemos podido extraer inferencias en este

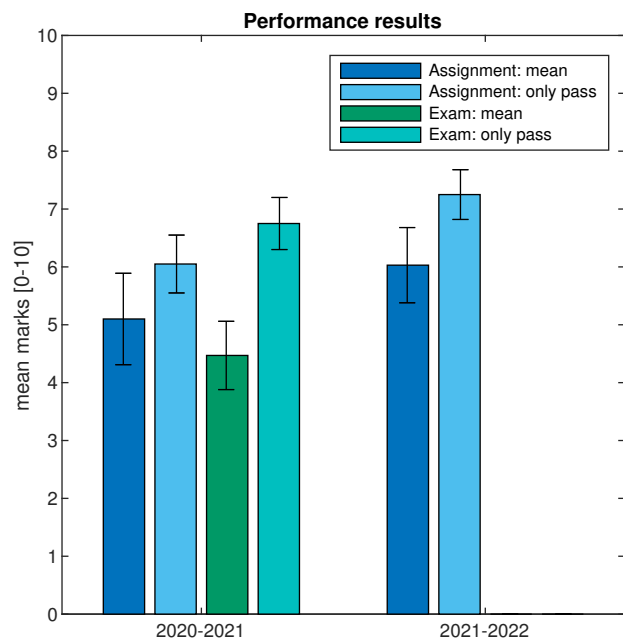


Figura 7. Comparativa del desempeño en término de calificaciones. Los resultados disponibles de la entrega de actividades y examen final, han sido comparados para los cursos 2020-2021 y 2021-2022.

contexto: se ha establecido una comparación para deducir mejoras respecto al curso anterior 2020-2021, cuando el uso de los recursos TIC se contemplaba únicamente como una mera herramienta de apoyo extra para los estudiantes, para ser utilizados a su conveniencia, y nunca como recursos de apoyo con formato de aula invertida. La Fig. 7 presenta dicha comparación. De su inspección se puede observar rápidamente que tanto las calificaciones promedio en las tareas para todo el grupo de estudiantes, como las calificaciones promedio para solo aquellos que obtuvieron al menos una calificación de “aprobado”, son significativamente más bajas en 2020-2021 que en el actual curso 2021-2022. Este hecho representa una evidencia más sobre el efecto positivo del uso de los recursos TIC de manera invertida, como durante el transcurso de las clases magistrales con formato presencial.

Además de esto, también se pueden observar las calificaciones finales obtenidas en el examen para el curso académico 2020-2021. En ese curso, la relación entre las calificaciones obtenidas en la entrega de trabajos y actividades frente al examen es ligeramente negativa en términos generales, para todo el conjunto de estudiantes que realizó el examen (aproximadamente -0,5 puntos). En cambio, se aprecia una pendiente positiva para el conjunto de alumnos que obtuvo notas superiores al “aprobado” (aproximadamente +0,35). A la vista de todos los resultados anteriores, y teniendo en cuenta las notas disponibles para los trabajos y actividades durante el 2021-2022, se podría esperar una mejora en las notas en el examen final, con respecto al 2020-2021.

IV. CONCLUSIONES

Este trabajo ha presentado una metodología renovada para un programa de aprendizaje de la asignatura “Electrónica General”, impartida en tres grados de ingeniería de la Universidad Miguel Hernández, en España. Se consideró como participantes a un conjunto de 252 alumnos que asistieron al menos al 75% de las clases presenciales. El objetivo de esta propuesta era apoyar el aprendizaje activo de los estudiantes, facilitando la adquisición de habilidades prácticas y la provisión de recursos TIC verdaderamente relevantes para tal efecto. Este diseño se ha apoyado en la experiencia previa en el uso de varios recursos digitales y online durante las restricciones de asistencia presencial, consecuencia de la pandemia. El equipo de profesores ha propuesto este programa, que basa su naturaleza en una mezcla de clases magistrales presenciales, asistidas por el uso de los recursos TIC planteados, que se utilizan antes, durante y después de esas clases presenciales. La lista de recursos TIC la conforman: vídeos de Youtube, simulaciones en Tinkercad, actividades digitales en un Jupyter Notebook y ejercicios resueltos en libros electrónicos disponibles en Google Books.

Se han presentado distintos resultados para verificar y validar la idoneidad de este enfoque. En primer lugar, se ha representado la adherencia del alumnado al uso de estos recursos en términos del número de visualizaciones de los vídeos de Youtube, tanto en valor absoluto como en % sobre el total de participantes. Además, se ha comparado con el curso anterior, 2020-2021. El primer resultado es claro y evidente: hay un aumento notable en las visualizaciones, en solo dos meses del curso en vigor, gracias al formato de aula invertida mediante el cual se introducen algunas lecciones y actividades a los estudiantes. Este aspecto también se ha explorado con diferente resultado para los libros electrónicos, que tienden a ser menos atractivos que los vídeos. Posiblemente se deba a cuestiones ya estudiadas como el contenido visual, el tipo de duración, la facilidad de visualización, etc. No obstante, se ha analizado un aspecto mucho más importante en términos de rendimiento. A primera vista, aquellos alumnos que entregan los trabajos planteados durante el presente curso 2021-2022, presentan ratios de “aprobado” superiores a los del curso 2020-2021. Sin olvidar que también hay un aumento evidente en el número de alumnos que entregan sus trabajos. Siendo más específicos, también se han demostrado mejores ratios en cuanto al % de alumnos que “aprueban” y entregan los trabajos, sobre el total de participantes. Este hecho valida la idoneidad de un formato invertido. Otro resultado interesante también se ha puesto de manifiesto mediante una comparativa: las notas medias obtenidas en los trabajos y actividades entregadas frente a las notas obtenidas por solo aquellos alumnos que “aprueban” en 2020-2021 y 2021-2022, respectivamente. De nuevo, vuelve a comprobarse la mejora durante el curso actual. Además, a la vista de estos resultados cabría poder esperar una mejora de las notas en el examen final.

En conclusión, este estudio de caso ha demostrado resultados adecuados en cuanto a su aplicación durante el

curso académico 2021-2022, respaldado adicionalmente por las comparaciones con el curso anterior 2020-2021, donde no se introdujeron específicamente los recursos TIC con un enfoque de aula invertida. Al margen de los resultados ya comentados, es importante destacar la percepción reportada por los participantes, quienes valoraron positivamente el uso de todos los recursos TIC, con especial incidencia en los vídeos de Youtube y el simulador Tinkercad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Universidad Miguel Hernández mediante los proyectos PIEU-A/2021/05 y PIEU-B/2021/32, respectivamente.

REFERENCIAS

- [1] R. A. Abumalloh, S. Asadi, M. Nilashi, B. Minaei-Bidgoli, F. K. Nayer, S. Samad, S. Mohd, and O. Ibrahim, “The impact of coronavirus pandemic (covid-19) on education: The role of virtual and remote laboratories in education,” *Technology in Society*, vol. 67, p. 101728, 2021.
- [2] D. A. L. Silva, G. Giusti, I. S. Rampasso, A. C. F. Junior, M. A. S. Marins, and R. Anholon, “The environmental impacts of face-to-face and remote university classes during the covid-19 pandemic,” *Sustainable Production and Consumption*, vol. 27, pp. 1975–1988, 2021.
- [3] D. Valiente, Y. Berenguer, L. Payá, A. Peidró, and O. Reinoso, “Development of a platform to simulate virtual environments for robot localization,” in *INTED 2018, the 12th annual International Technology, Education and Development Conference*, Valencia, Spain, 2018, pp. 1232–1241.
- [4] D. Valiente, L. Payá, S. F. de Ávila, J. Ferrer, S. Cebollada, and O. Reinoso, “Active learning program supported by online simulation applet in engineering education,” in *9th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications*, vol. 1, 2019, pp. 121–128.
- [5] L. C. M. Schlichting, D. D. de Bona, G. S. Ferreira, and G. R. Alves, “The visir implementation process at ifsc - problems, obstacles and solutions,” in *2018 XIII Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAAE)*, June 2018, pp. 1–6.
- [6] T. Almpanis and P. Joseph-Richard, “Lecturing from home: Exploring academics’ experiences of remote teaching during a pandemic,” *International Journal of Educational Research Open*, vol. 3, p. 100133, 2022.
- [7] J. Fu, “Innovation of engineering teaching methods based on multimedia assisted technology,” *Computers and Electrical Engineering*, vol. 100, p. 107867, 2022.
- [8] J. D. Aguilar-Peña, F. J. Muñoz-Rodríguez, C. Rus-Casas, and J. I. Fernandez-Carrasco, “Blended learning for photovoltaic systems: Virtual laboratory with pspice,” in *2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAAE)*, June 2016, pp. 1–6.
- [9] D. Valiente, H. Campello-Vicente, E. Velasco-Sanchez, F. Rodriguez-Mas, and N. Campillo-Davo, “Assessing the impact of attendance modality on the learning performance of a course on machines and mechanisms theory,” *Mathematics*, vol. 9, no. 5, 2021.
- [10] S. M. Saha, S. A. Pranty, M. J. Rana, M. J. Islam, and M. E. Hossain, “Teaching during a pandemic: do university teachers prefer online teaching?” *Heliyon*, vol. 8, no. 1, p. e08663, 2022.
- [11] A. Leniz, K. Zuza, and J. Guisasola, “Difficulties understanding the explicative model of simple dc circuits in introductory physics courses,” in *Physics Education Research Conference 2014*, ser. PER Conference, 2014, pp. 151 – 154.
- [12] A. Leniz and K. Z. J. Guisasola, “University students use of explanatory models for explaining electric current in transitory situations,” *Universal Journal of Physics and Application*, vol. 9, no. 6, pp. 258–262, 2015.
- [13] E. Arno-Macia, M. Aguilar-Perez, and D. Tatzl, “Engineering students’ perceptions of the role of esp courses in internationalized universities,” *English for Specific Purposes*, vol. 58, pp. 58–74, 2020.
- [14] D. Valiente, F. Rodriguez, J. Ferrer, J. Alonso, and S. Fernandez de Avila, “Enhancing practical skills in the electronics classroom with portable labs,” in *2020 XIV Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAAE)*, 2020, pp. 1–8.