

## Experiencias en la utilización de materiales multimedia para facilitar la comprensión de los conceptos físicos básicos del área de la ingeniería eléctrica

### *Experiences in the use of multimedia resources to facilitate the understanding of basic physical concepts in the field of electrical engineering*

Guillermo Escrivá-Escrivá<sup>a</sup>, Carlos Roldán-Blay<sup>b</sup>, Daniel Dasí-Crespo<sup>c</sup>, Carlos Roldán-Porta<sup>b</sup>, Isidoro Segura-Heras<sup>b</sup>, Vicente Fuster-Roig<sup>b</sup> y Tania García-Sánchez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universitat Politècnica de València (Camino de Vera, s/n, Valencia, España). Email: [guieses@die.upv.es](mailto:guieses@die.upv.es). Tlf.: 963877007 ext.75901

<sup>b</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universitat Politècnica de València (Camino de Vera, s/n, Valencia, España)

<sup>c</sup>Instituto de Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València (Camino de Vera, s/n, Valencia, España)

**How to cite:** Guillermo Escrivá-Escrivá, Carlos Roldán-Blay, Daniel Dasí-Crespo, Carlos Roldán-Porta, Isidoro Segura-Heras, Vicente Fuster-Roig y Tania García-Sánchez. 2023. Experiencias en la utilización de materiales multimedia para facilitar la comprensión de los conceptos físicos básicos del área de la ingeniería eléctrica. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16549>.

---

### **Abstract**

*Information and Communication Technologies (ICT) have become indispensable in the new hybrid educational model, which combines face-to-face teaching with online teaching. Both teachers and students must adapt and actively participate in the learning process to make the most of these technologies, which enable for greater accessibility and flexibility in education, improving personalization and collaborative learning. Specifically, this paper exposes experiences in the use of interactive multimedia materials to help students in the courses of "Circuit Theory" and "Electromagnetic experiments and their theoretical foundations" at the Higher Technical School of Industrial Engineers of the Universitat Politècnica de València, who have difficulty in understanding the basic concepts of those courses, which is reflected in poor performance in the evaluations. With the implementation of these new multimedia resources, the aim is to improve student motivation and facilitate the learning of each concept or methods explained in the courses. After implementation, it is shown that these activities significantly improve student performance, achieving positive results in terms of usefulness and ease of use for students.*

**Keywords:** *ICT, virtual laboratory, instructional video, academic performance, assessment, usefulness.*

---

### **Resumen**

*Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han vuelto indispensables en el nuevo modelo educativo híbrido, donde se combina la enseñanza presencial con la enseñanza online. Profesores y estudiantes deben adaptarse y participar activamente en el*

*proceso de aprendizaje para aprovechar el máximo estas tecnologías, las cuales permiten una mayor accesibilidad y flexibilidad en la educación, mejorando la personalización y la colaboración del aprendizaje . En concreto, en este trabajo expone diferentes experiencias en el uso de material multimedia interactivo para ayudar a los estudiantes de las asignaturas de “Teoría de Circuitos” y “Electromagnetic experiments and their theoretical foundations” de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València, los cuales tienen dificultades para comprender los conceptos básicos de las asignaturas, lo que se refleja en los malos resultados que obtienen en las evaluaciones. Con la implementación de estos nuevos recursos multimedia se pretende mejorar la motivación del alumno y facilitar el aprendizaje de cada concepto o método explicado en las asignaturas. Tras su implementación, se muestra que dichas actividades mejoran significativamente el rendimiento de los estudiantes, obteniendo resultados positivos tanto en utilidad como en facilidad de uso por parte de los estudiantes.*

**Palabras clave:** *TIC, laboratorio virtual, video didáctico, rendimiento académico, evaluación, utilidad.*

---

## **1. Introducción**

Con el cierre de las escuelas y universidades en todo el mundo durante la pandemia del COVID 19, los docentes y estudiantes se vieron obligados a adaptarse rápidamente a la educación en línea y a utilizar herramientas y recursos tecnológicos para continuar con el proceso educativo (Packmohr, 2021). Si bien la tendencia global antes de la pandemia en la enseñanza superior ya se orientaba hacia los recursos digitales, las plataformas en línea, los sistemas de gestión de aprendizaje, los dispositivos móviles y las redes sociales, entre otros, tras la pandemia se convirtieron en herramientas indispensables. Por ello, teniendo en cuenta la digitalización del mundo y las nuevas necesidades de los estudiantes, se deben replantear y rediseñar los procedimientos y la forma de funcionar en la educación superior (Brink, 2020; Ruperez, 2022). En este nuevo escenario educativo, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han revolucionado la forma en que se imparte la enseñanza universitaria. Las TIC permiten una mayor accesibilidad y flexibilidad en la educación, mejorando la personalización y la colaboración en el aprendizaje, proporcionando oportunidades sin precedentes para la educación y el crecimiento personal y profesional de los estudiantes.

Dentro de este modelo de enseñanza híbrido, donde convive la enseñanza síncrona y asíncrona, se debe tener en cuenta tanto el papel del docente como del alumno. Por un lado, el docente debe integrar correctamente las TIC en la enseñanza. Los profesores deben tener habilidades y conocimientos para utilizar las tecnologías de manera efectiva y adaptarlas a las necesidades de sus estudiantes y objetivos de aprendizaje, para fomentar el desarrollo personal y profesional de los alumnos (Guseva, 2018). Por otro lado, el estudiante debe ser un agente activo en la integración de las TIC en la enseñanza, que debe conocer y utilizar de manera adecuada las TIC que se han seleccionado (López, 2019). Para ello es fundamental que participe de forma proactiva y autónoma para mejorar su aprendizaje y desarrollar sus habilidades y competencias.

En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universitat Politècnica de València (UPV), en concreto en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) y en el Grado en Ingeniería de Organización Industrial (GIOI), se imparte la asignatura de Teoría de Circuitos (TC). Esta asignatura, impartida durante el segundo cuatrimestre del segundo curso de ambos grados, se ha convertido con los

años en una asignatura que muchos estudiantes ven como un obstáculo, pues les resulta realmente difícil aprobarla. El principal problema que se detecta en esta asignatura es que los estudiantes no llegan a dominar los conceptos explicados en un tema antes de pasar al siguiente, incluso en muchos casos, no llegan a dominarlos en todo el curso. La falta de comprensión de todos estos conceptos se aprecia fácilmente en los resultados de los tests de ambos parciales. Los alumnos realizan un test en cada uno de los dos exámenes parciales acerca de conceptos o ejemplos de aplicación sencillos. Cada test tiene 10 preguntas de opción múltiple con tres posibles respuestas. Solamente una es correcta. Las preguntas acertadas suman un punto y las erróneas restan 1/3 de punto. Las preguntas en blanco no puntúan. Se exige un mínimo de 2,5 puntos en cada test para aprobar la asignatura. A pesar de la sencillez de las cuestiones y de que los fallos solamente resten 1/3 en lugar de 1/2 (que sería lo correcto matemáticamente), los resultados son a menudo alarmantemente pobres. Por ejemplo, en GITI que hay un mayor número de alumnos, más de 300, en el curso 2021-2022 el porcentaje de alumnos suspendidos en el test del primer parcial ha sido del 62,58% y en el segundo parcial se ha obtenido un porcentaje de suspensos del 51,10% (mucho más reducido de lo usual que suele acercarse más al 70%). Sin embargo, en el año anterior, se obtuvieron resultados más típicos, con un 76,15% de suspensos en el test del primer parcial y un 69,6% de suspensos en el segundo. Con estas cifras queda claramente justificada la necesidad de actuar para conseguir involucrar un poco más al alumnado y que alcancen una mejor comprensión de los conceptos y métodos más importantes.

La situación descrita relativa al bajo nivel de conocimientos previos y la falta de motivación del alumnado ya ha sido reportada con anterioridad por miembros del equipo docente de la asignatura, como puede verse en (Escrivá, 2011). Además, se han comentado las ventajas del uso de las TIC en varias ocasiones, como por ejemplo (Escrivá, 2010; Roldán, 2017; Roldán, 2018).

Por otro lado, la asignatura optativa de GITI de la ETSII conocida como Electromagnetic experiments and their theoretical foundations (EEATTF) es también un entorno adecuado para la inclusión de las TIC. Dicha asignatura es impartida en el primer cuatrimestre del cuarto curso del grado. En ella se trabajan los conceptos básicos de la rama eléctrica durante muchas horas en el laboratorio. Si bien en dicha asignatura se busca una participación activa del alumnado, es necesario ofrecerle material de soporte que le permita mantener una actitud de interés, reflexionando y explorando con distintos materiales acerca de los distintos contenidos de la asignatura. Esta asignatura no cuenta con el gran bagaje de TC, ya que se ofertó por primera vez durante el curso 2021-2022. Por tanto, es una asignatura que se ha planteado desde cero teniendo en cuenta las TIC, y buscando siempre la mejora continua en su desarrollo.

Con la finalidad de implementar las TIC en estas asignaturas, se ha propuesto un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) para tratar de mejorar esta situación, titulado “Materiales multimedia para facilitar la comprensión de los conceptos físicos básicos del área de la ingeniería eléctrica”. Este proyecto ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación y Seguimiento de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (CESPIME) obteniendo financiación para su implantación y difusión tras una evaluación positiva. El proyecto ha consistido en la elaboración de materiales didácticos con un cierto nivel de interactividad para fomentar la implicación del alumno, tratando de mejorar su motivación (Uukkivi, 2018) y facilitando el aprendizaje de cada concepto o método explicado en las asignaturas. Se ha puesto especial atención en crear materiales variados para las asignaturas citadas y obtener diversas métricas del impacto de los mismos sobre el estudiantado.

## **2. Objetivos**

Dada la situación descrita, es necesario actuar para evitar que los estudiantes encuentren más dificultad de la que en realidad hay en los contenidos de las asignaturas y que dichos conceptos básicos adquiridos

ayuden al aprendizaje de otras asignaturas del área eléctrica. Por tanto, la finalidad de este trabajo es exponer los resultados de diferentes experiencias en el uso de materiales multimedia didácticos, con un cierto nivel de interactividad para fomentar la implicación del alumno. Con ello se pretende mejorar la motivación del alumnado y facilitar el aprendizaje de cada concepto o método explicado en la asignatura, que año tras año se detecta que los estudiantes no dominan en el momento adecuado. Además, estos materiales se han de encaminar adecuadamente para el trabajo de algunas competencias transversales como aplicación y pensamiento práctico, análisis y resolución de problemas, aprendizaje permanente o instrumental específica, ya que todas ellas están relacionadas con la resolución de problemas y/o el uso de métodos y recursos. Para alcanzar dicho objetivo, se realizarán una serie de vídeos y materiales similares por los profesores y los alumnos, lo que permitirá obtener el enfoque en la explicación de los dos grupos de personas.

A modo de resumen, los objetivos específicos de este proyecto son:

1. Aumentar la motivación del alumnado a través del uso de las TIC. Para ello se desarrollan materiales docentes interactivos de alta calidad, en forma de objetos de aprendizaje digitales como vídeos screencast y laboratorios virtuales, con el propósito de facilitar el aprendizaje de los conceptos fundamentales en el campo de la ingeniería eléctrica. Dichos conceptos suelen presentar más dificultad para los estudiantes de la asignatura de TC y EEATTF.
2. Aumentar el rendimiento del alumnado a través del uso de las TIC. Se pretende garantizar que gran parte del estudiantado domine los conceptos básicos de la asignatura en un plazo de tiempo que contribuya a aumentar el porcentaje de éxito (aumentar el número de estudiantes que superan el curso) de la asignatura. Para ello se plantean dos casos concretos:
  - Analizar circuitos en régimen permanente de corriente continua y en régimen estacionario senoidal.
  - Aplicar de forma adecuada los conceptos de electromagnetismo como fuerza electromotriz, campo magnético, flujo magnético, etc.

Como meta global, se pretende mejorar los resultados de los estudiantes en cada una de las pruebas en que se evalúen los conceptos tratados en los vídeos generados y los laboratorios virtuales, y evitar que se alcance el final de curso y la mayoría de estudiantes no dominen las primeras unidades didácticas, en las que se han explicado conceptos básicos que se utilizan a lo largo de todo el curso.

### **3. Desarrollo de la innovación**

La literatura previa ha comprobado la utilidad y la aceptación de los materiales multimedia por parte de los estudiantes (Torres, 2014). En concreto, los vídeos resultan un elemento dinamizador de la clase, que aumenta la atención y la motivación del alumno (Guseva, 2018). Además, presenta la ventaja de que permite detener, rebobinar y ejecutar las grabaciones de vídeo, lo que resulta crucial para la realización de las actividades de los estudiantes, que se suelen llevar a cabo en un momento diferente al de la visualización real del vídeo (Moltó, 2014). Así mismo, los laboratorios virtuales permiten a los estudiantes poner en práctica sus conocimientos teóricos y experimentar cuantas veces lo requieran (Lara, 2022). Todo ello favorece el aprendizaje autónomo de manera asíncrona.

Para implementar dichos recursos en una asignatura existente, es necesario realizar una serie de tareas previas. Para ello se ha propuesto y se ha ejecutado en este proyecto de innovación y mejora educativa la siguiente metodología:

1. Reunión inicial del equipo docente participante para elaborar la lista de conceptos fundamentales que presentan resultados deficientes en los actos de evaluación con mayor frecuencia.

2. Análisis de la situación, detección de las deficiencias en el aprendizaje y posibilidades de mejora.
3. Elaboración de un listado de materiales a desarrollar que faciliten el aprendizaje de los conceptos planteados.
4. Elaboración de materiales didácticos multimedia para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la asignatura de TC de GITI y GIOI y de la asignatura EEATTF de GITI.
5. Revisión de los materiales desarrollados por parte del equipo docente participante.
6. Publicación de los materiales desarrollados en Poliformat y realización de prueba/encuesta a los alumnos para valorar el impacto de los mismos.
7. Análisis de los resultados obtenidos y validación del material desarrollado.

Con los resultados obtenidos de las pruebas realizadas al alumnado, se pretende medir el impacto que los materiales multimedia desarrollados tienen en el aprendizaje. Para ello, en las experiencias desarrolladas en la asignatura de TC se ha decidido analizar los resultados de aquellos alumnos que participan en las experiencias antes y después de la visualización de un vídeo, teniendo una valoración más cuantitativa, acorde con la evaluación de la asignatura (que consiste en pruebas objetivas y resolución de problemas de respuesta abierta). Por otro lado, en las experiencias empleadas en la asignatura de EEATTF se ha realizado de forma anónima una encuesta de satisfacción a todos los alumnos participantes, para valorar su opinión acerca del impacto y la utilidad de estos nuevos recursos, lo que proporciona una valoración personal y más cualitativa, acorde también en la evaluación de la propia asignatura que consiste en trabajos y presentaciones.

Para futuros cursos, los materiales multimedia desarrollados formarán parte del conjunto de recursos disponibles para alcanzar los resultados de aprendizaje. Además, al tratarse de recursos didácticos en formato de objetos de aprendizaje, éstos están descontextualizados. Es decir, pueden ser empleados en cualquier asignatura de otro grado, para alcanzar los mismos resultados de aprendizaje.

### **3.1. Desarrollo de la innovación en la asignatura TC**

Como se ha detallado anteriormente, esta asignatura es impartida en el segundo curso de GITI y GIOI, siendo considerada un obstáculo por la mayoría de los estudiantes. Tras analizar las dificultades que presentan la mayor parte de ellos para alcanzar los resultados de aprendizaje de las primeras unidades didácticas de la asignatura, se ha detectado que, a pesar de las respectivas sesiones de clase presencial, las clases prácticas en laboratorio, y el trabajo en casa, el alumno no llega a comprender correctamente la aplicación de las leyes de Kirchhoff, compuesta por:

- Identificación de los nudos y mallas de un circuito.
- Aplicación de la primera ley de Kirchoff a los nudos de un circuito respetando los signos de las intensidades entrantes y salientes.
- Aplicación de la segunda ley de Kirchoff a caminos cerrados de un circuito aplicando correctamente los criterios de signos.
- Sustitución de tensiones por intensidades y viceversa, mediante la ley de Ohm aplicando correctamente el criterio de signos.

Para mejorar el aprendizaje de estos conceptos, se ha preparado un sencillo vídeo llamado “Aplicación de la Segunda ley de Kirchhoff en un circuito eléctrico”, disponible en <https://media.upv.es/player/?id=cedf9bd0-9561-11ec-8a6c-6b10746e17a9> que detalla los aspectos básicos de las leyes de Kirchhoff, así como su aplicación en un caso concreto. Posteriormente, se han elaborado

unas preguntas de opción múltiple para evaluar el aprendizaje de los conceptos y métodos mencionados. Estos materiales se utilizarán para evaluar al alumnado antes y después de trabajar con el vídeo elaborado.

Con la finalidad de comprobar la utilidad y la replicabilidad del uso de estos recursos, se realizará esta actividad en distintos grupos de los citados grados, utilizando el siguiente sistema:

1. Realización de una evaluación inicial, mostrada en la Fig. 1.
2. Realización de un trabajo supervisado por el profesor con los materiales didácticos.
3. Realización de una prueba posterior de evaluación, mostrada en la Fig. 2.

La segunda prueba tiene una complejidad ligeramente superior a la realizada previamente. Ambas pruebas se realizan mediante una batería de preguntas, donde cada alumno tiene unos datos de entrada diferentes. Estas actividades tienen una duración aproximada de 30 minutos. Con los resultados previos y posteriores se evaluará el impacto de este recurso en el aprendizaje.

The screenshot shows a web interface for a multiple-choice question. The header includes the logo of the Universitat Politècnica de València and the text 'poli (format)'. On the right, there are navigation links: 'Acceder A La Vista Alumno', '19 Sitios', and 'Guillermo'. A sidebar on the left contains a menu with items like 'Información del sitio', 'Sondeos', 'Calendario', 'Anuncios', 'Correo interno', 'Foros', 'Chat', 'PIME', 'Videoapuntes', 'O365', and 'Participantes'. The main content area contains the question: 'En el siguiente circuito en régimen permanente de corriente continua, calcula la intensidad I:'. Below the text is a circuit diagram with a 10V DC source on the left, a 2Ω resistor at the top, a 5V DC source in the middle, a 1Ω resistor on the right, and another 2Ω resistor at the bottom. The current I is indicated by an arrow pointing right through the 5V source. Below the diagram are three radio button options: 'A. 1 A', 'B. 3 A', and 'C. -1 A'. At the bottom left of the question area is a red link that says 'Borra selección'. A small icon with a question mark is in the bottom right corner.

Fig. 1 Prueba de opción múltiple a realizar por los alumnos de TC previamente a la visualización del video

The screenshot shows a web interface for a multiple-choice question. The header includes the logo of the Universitat Politècnica de València and the text 'poli (format)'. On the right, there are navigation links: 'Acceder A La Vista Alumno', '19 Sitios', and 'Guillermo'. A sidebar on the left contains a menu with items like 'Información del sitio', 'Sondeos', 'Calendario', 'Anuncios', 'Correo interno', 'Foros', 'Chat', 'PIME', 'Videoapuntes', 'O365', and 'Participantes'. The main content area contains the question: 'En el siguiente circuito en régimen permanente de corriente continua calcula la tensión V:'. Below the text is a circuit diagram with a 5A current source on the left, a 1Ω resistor at the top, a 5V DC source in the middle, a 10V DC source at the bottom, and a 1Ω resistor on the right. The voltage V is indicated by an arrow pointing up through the 5A current source. Below the diagram are three radio button options: 'A. 25 V', 'B. 5 V', and 'C. 15 V'. At the bottom left of the question area is a small icon with a question mark.

Fig. 2 Prueba de opción múltiple a realizar por los alumnos de TC posteriormente a la visualización del video

### 3.2. Desarrollo de la innovación en la asignatura EEATTF

La asignatura de EEATTF se imparte con carácter optativo durante el primer cuatrimestre del último curso de GITI únicamente. Si bien es una asignatura eminentemente práctica, donde los alumnos pueden experimentar por ellos mismos con los fenómenos electromagnéticos más básicos, durante el curso 2021-2022 se detectó que los aspectos que más dificultad les entrañan son:

- Representación fasorial de corrientes y voltajes en circuitos eléctricos en régimen estacionario senoidal.
- Interacción entre campos eléctricos y magnéticos. Comprensión del fenómeno eléctrico conocido como corrientes de Foucault.

Ambos conceptos conllevan una gran dificultad de comprensión por parte del alumno debido a que se trata de representaciones y fenómenos físicos poco intuitivos para el ser humano, pues requieren de una gran abstracción para su análisis.

Por un lado, para facilitar el aprendizaje relativo a la representación de los fasores de corriente y tensión en circuitos eléctricos en régimen estacionario senoidal, se ha creado un laboratorio virtual llamado “Fasores temporales y ondas senoidales” disponible en <https://labmatlab.upv.es/eslabon/fasor2onda/>. Este laboratorio virtual le permite al alumno interactuar y plantear de forma sencilla diferentes casos de estudio, donde se le muestran los fasores de corriente y tensión en función del caso introducido junto con la función senoidal que representan. Con ello, el alumno puede comprobar si su resolución es correcta y puede, de una forma rápida y sencilla, comprobar otros escenarios. En la Fig. 3 se muestra dicho laboratorio virtual.

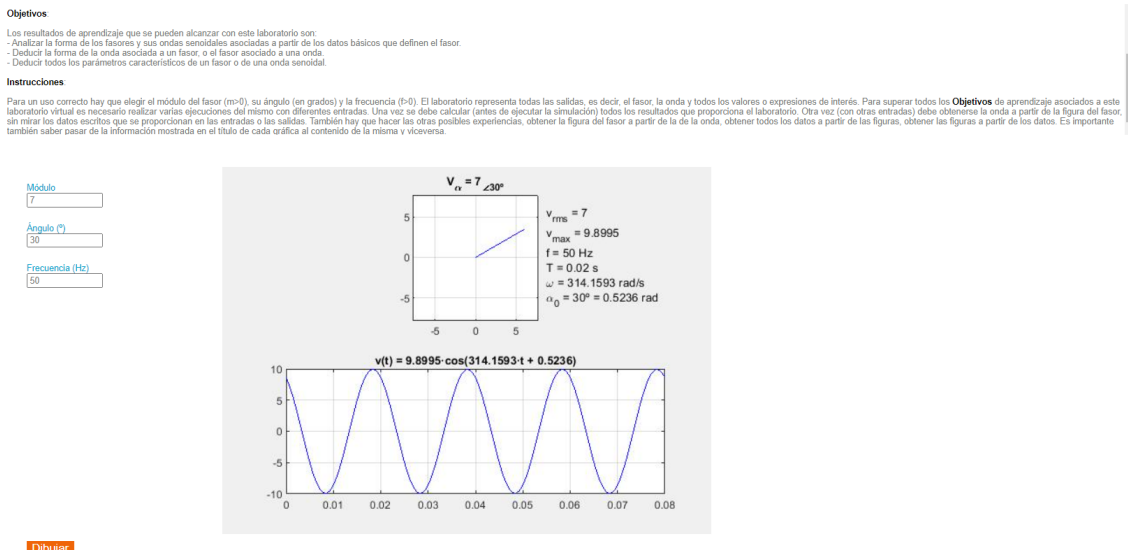


Fig. 3 Laboratorio virtual de fasores temporales y ondas senoidales

Por otro lado, para ayudar al alumnado a comprender el fenómeno de las corrientes de Foucault, se ha realizado el vídeo disponible en <https://media.upv.es/player/?id=b6309de0-ccc0-11ed-b716-77ee466eb043> donde se detallan los aspectos teóricos y se muestran diferentes experiencias que el alumno puede replicar de forma sencilla. La Fig. 4 muestra un fragmento del recurso multimedia.

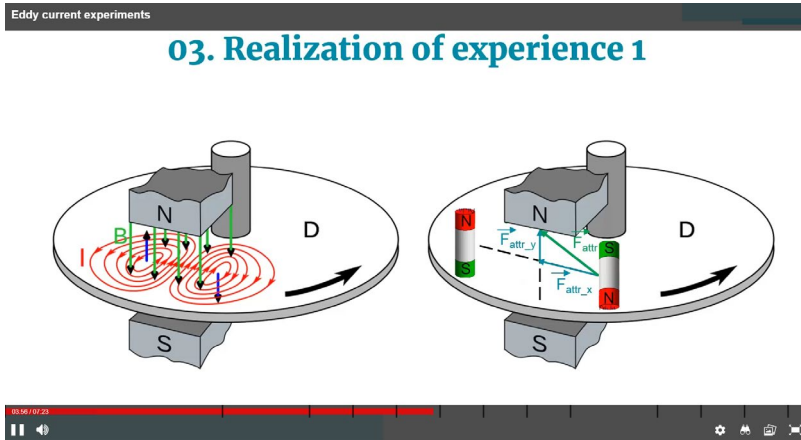


Fig. 4 Captura del video "Eddy current experiments"

Para comprobar la utilidad de ambos recursos se realizan las siguientes experiencias:

1. En el caso de los fasores, se realiza previamente una sesión presencial, donde se le explica al alumno los conocimientos básicos para la representación de fasores, y se plantea un ejercicio para resolver conjuntamente entre el docente y los alumnos en el aula. Posteriormente, se deja en manos del alumno, un ejercicio de mayor dificultad el cual debe realizar de forma no presencial. Para este segundo ejercicio se le permite el uso del laboratorio virtual, con el cual puede comprobar los errores cometidos. Con ello, se pretende que el alumno sea capaz de representar correctamente los fasores y pueda consultar al profesor las dudas que le surgen en su correcta realización, asentando los conocimientos previos.
2. En el caso de las corrientes de Foucault, se realiza en primer lugar una sesión práctica donde el alumno puede realizar los ensayos y comprobar el efecto de las corrientes de Foucault. Debido a que dicha sesión práctica es realizada a mediados de la asignatura, este vídeo se les facilita durante los últimos días de la asignatura. Con ello se pretende refrescar al alumno los conocimientos obtenidos, e incitar nuevas dudas que pudieron no surgirle durante la realización de la experiencia.

Finalmente, para conocer el impacto que estos recursos tienen en el alumno, se cumplimentan sendas encuestas de satisfacción con los materiales desarrollados. Estas pruebas se llevan a cabo en Poliformat, para facilitar la recogida y el tratamiento y análisis de los datos (que además son anónimos). En la Fig. 5 se muestra el modelo de encuesta que se ha realizado.



Por favor, califique la siguiente información en una escala del 1 al 5, donde 5 significa "totalmente de acuerdo" y 1 significa "totalmente en desacuerdo" sobre el elemento de innovación

1.- Este elemento es fácil de entender.	1	2	3	4	5
2.- El objetivo es claro.	1	2	3	4	5
3.- El elemento ha resultado útil.	1	2	3	4	5
4.- Una variedad de diferentes elementos de este tipo pueden ayudar a entender el tema de cada sesión.	1	2	3	4	5
5.- El uso de un elemento como este requiere demasiado tiempo para una clase.	1	2	3	4	5
6.- La duración ha resultado excesivamente larga.	1	2	3	4	5
7.- Es aburrido utilizar estos elementos relacionados con el curso.	1	2	3	4	5
8.- El elemento ayuda a clarificar los conceptos.	1	2	3	4	5
9.- El elemento ha despertado nuevas inquietudes y cuestiones que tendré que aprender.	1	2	3	4	5
10.- El elemento ha funcionado correctamente en mi dispositivo	1	2	3	4	5
11.- El elemento ayuda a investigar sobre la relación entre diversos conceptos.	1	2	3	4	5

Fig. 5 Modelo de encuesta utilizada tras cada elemento de innovación.

## 4. Resultados obtenidos

En esta sección se muestran los resultados obtenidos mediante las actividades de innovación planteadas.

### 4.1. Resultados en la asignatura TC

En esta asignatura se ha desarrollado la experiencia de innovación lo antes posible para poder ejecutarla en un número de estudiantes lo más grande posible en dos cursos consecutivos. Los resultados del ejercicio de evaluación desarrollado antes y después de visualizar el vídeo se muestran en las Fig. 6 - Fig. 8.

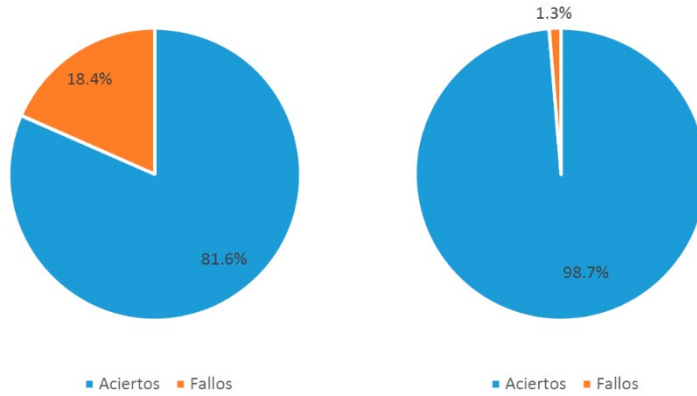


Fig. 6 Resultados de evaluación previa (izquierda) y posterior (derecha) en GITI en 2022, con 76 participantes.

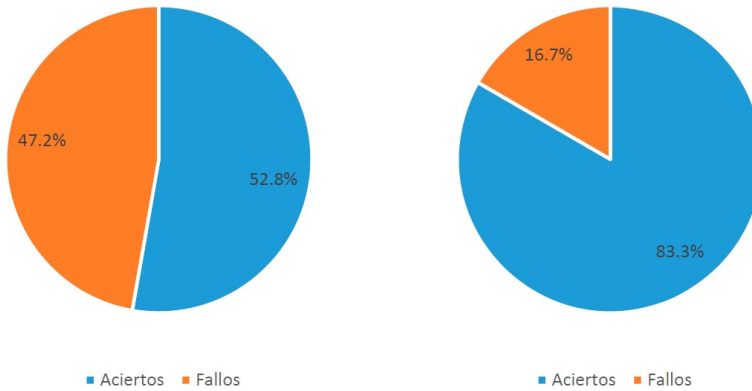


Fig. 7 Resultados de evaluación previa (izquierda) y posterior (derecha) en GIOI en 2023, con 36 participantes.

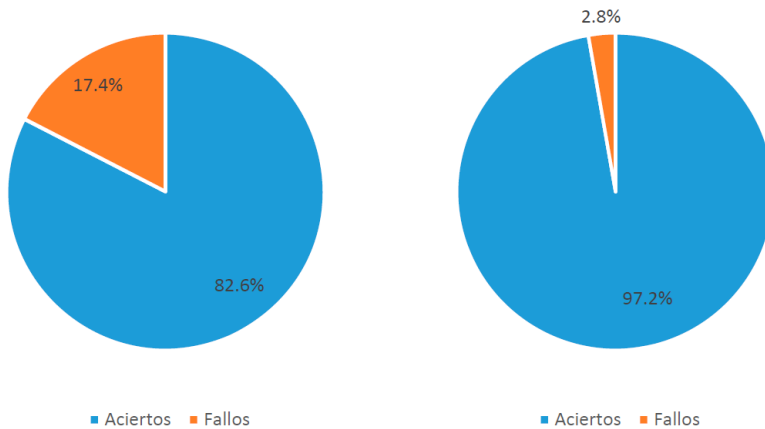


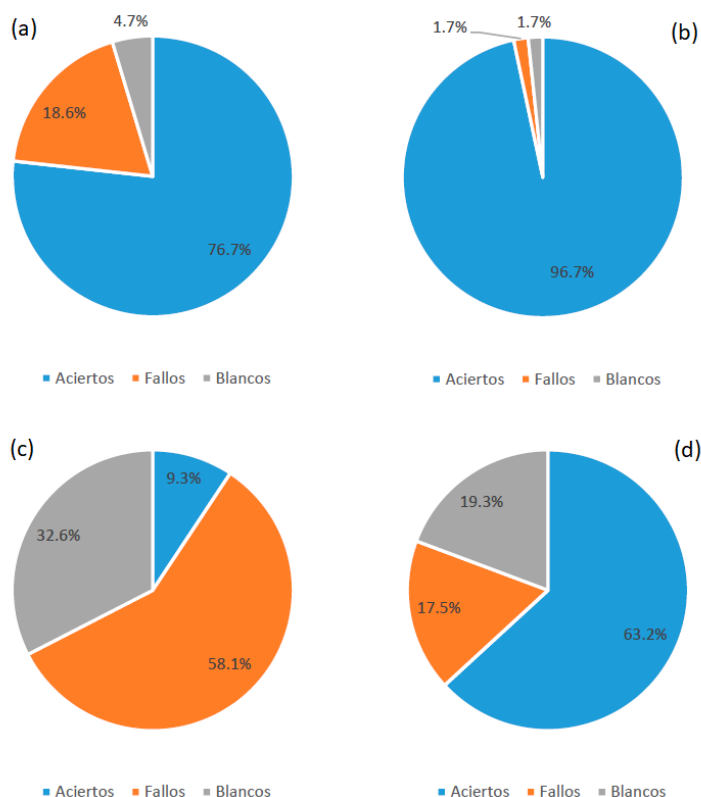
Fig. 8 Resultados de evaluación previa (izquierda) y posterior (derecha) en GITI en 2023, con 77 participantes.

Como se observa, existe una mejora sustancial en los resultados, con un porcentaje de aciertos un 20% superior tras la visualización del vídeo. Esta experiencia demuestra que un breve recurso didáctico puede ayudar a aclarar un concepto de forma fiable. Del total de 189 alumnos participantes, 37 han mejorado sus resultados y solo 1 ha empeorado. El resto han mantenido su nota entre ambos ejercicios. Estos números validan la eficacia de la experiencia llevada a cabo.

Dado que la experiencia se ha centrado en una parte específica de un tema en la que se producían numerosos errores, el impacto en la calificación global no se espera que sea significativo todavía. Para lograr un

resultado con un claro impacto global, será necesario extender la experiencia hasta cubrir buena parte del temario. No obstante, a modo de validación, se ha analizado estadísticamente la cuestión del examen que está directamente relacionada con el concepto trabajado en esta experiencia, en un examen anterior al proyecto y en el del curso actual. Los resultados se muestran en la Fig. 9.

Como se observa en esta figura, el software de análisis de calificaciones de la UPV muestra los resultados (aciertos, fallos y abstenciones) en esa pregunta considerando dos grupos de estudiantes, consistentes en el percentil 20 de las mejores y peores calificaciones del examen. Este análisis permite comprobar si alguna pregunta ha resultado discriminatoria. En la Fig. 9 (a) se observa que entre los mejores estudiantes había un 76.7% de aciertos en la cuestión relacionada con esta experiencia antes de su implantación, mientras que en el presente curso, el porcentaje de aciertos ha sido de un 96.7%. Por otro lado, entre los estudiantes con calificaciones más bajas, se observa que antes de implantar esta experiencia, el porcentaje de aciertos era de un 9.3% y en el curso actual, este valor ha ascendido a un 63.2%. Este resultado es muy esperanzador como validación de la experiencia, por lo que en años próximos se seguirá trabajando en esta línea, con nuevos materiales para el trabajo de otros aspectos que entrañan una dificultad notable para el estudiantado.



*Fig.9 Resultados de evaluación anterior al proyecto (izquierda) y posterior (derecha) en GITI, analizando el percentil 20 de estudiantado con mayor puntuación (arriba) y con menor puntuación (abajo).*

#### 4.2. Resultados en la asignatura EEATTF

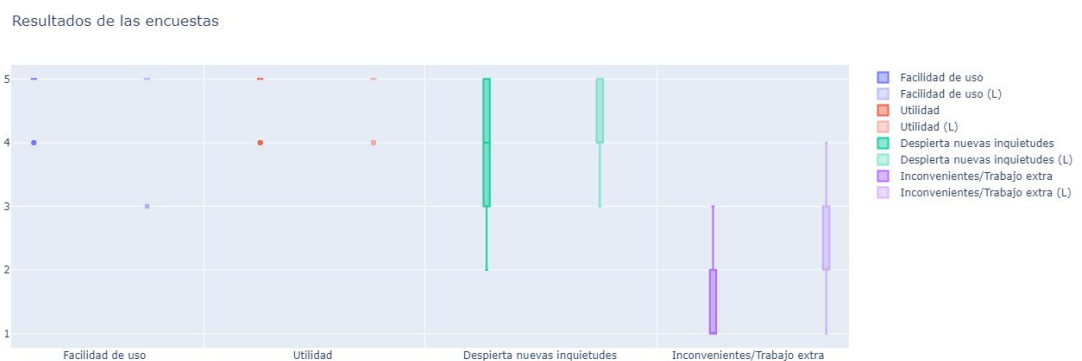
En esta asignatura, se han obtenido opiniones de los estudiantes durante el primer año y se ha decidido elaborar dos materiales diferentes para el segundo año. El laboratorio virtual sobre fasores ha permitido a los estudiantes trabajar y mejorar su comprensión sobre esta herramienta matemática para representar magnitudes en régimen estacionario senoidal. El vídeo sobre las corrientes de Foucault ha permitido repasar

el concepto, observarlo mediante experiencias sencillas, despertar cierto interés y afianzar el aprendizaje antes del examen de la asignatura.

Para poder valorar la experiencia del alumnado se ha elaborado la encuesta mostrada en la Fig. 5. Los colores mostrados en la Fig. 5 corresponden a 4 dimensiones diferentes, las cuales son:

- Facilidad de uso del material elaborado.
- Utilidad de la experiencia.
- Capacidad del material para despertar nuevas inquietudes y ampliar conocimientos en el alumnado.
- Inconvenientes del material (trabajo excesivo, dificultad...).

Cabe destacar que los colores mostrados en la Fig. 5 solo se han añadido para mostrar la clasificación realizada. En la encuesta original, no se utilizaba ningún distintivo entre preguntas. Los resultados de dichas encuestas se muestran en la Fig. 10.



*Fig. 10 Resultados de encuestas del video en la serie oscura y el laboratorio virtual (L) en la serie clara.*

De estos resultados cabe destacar que los materiales han sido bien valorados por los estudiantes en las tres dimensiones principales (sencillez, utilidad y capacidad para despertar curiosidad). En cuanto a los inconvenientes, la valoración ha sido notablemente reducida, lo cual es bueno.

Es importante recalcar diversas buenas prácticas llevadas a cabo en estas encuestas para reforzar los resultados y la validez de los mismos:

- Duración reducida
- Formato sencillo
- Preguntas de control
- Dimensiones a evaluar mezcladas en la encuesta
- Anonimidad

Todo ello ha contribuido a obtener respuestas con mayor sinceridad y fiabilidad.

## 5. Conclusiones

En este trabajo se ha planteado la incorporación de recursos multimedia en las asignaturas de TC y EEATTF en la ETSII de la UPV, donde los estudiantes presentan dificultades para comprender los conceptos y métodos más importantes de la asignatura. Para lograr este objetivo, se propone una metodología que

incluye la reunión del equipo docente, el análisis de la situación y la elaboración de los materiales que faciliten el aprendizaje y la comprensión de los conceptos físicos básicos del área de la ingeniería eléctrica.

En la experiencia realizada en la asignatura de TC han participado un total de 188 estudiantes de los grados de GITI y GIOI. En esta experiencia, se ha realizado un ejercicio previo al trabajo con los materiales didácticos desarrollados. Tras visualizar el video y realizar una prueba de similar dificultad, el porcentaje de aciertos es un 20% superior. Esta experiencia demuestra que un breve recurso didáctico puede ayudar a aclarar un concepto de forma fiable en etapas básicas de la ingeniería (Justo, 2021). Esto se puede comprobar también en los resultados de las pruebas parciales, donde la mejora ha sido de un 20% más de aciertos entre el percentil 20 de mejores estudiantes y de un 54% más de aciertos entre el percentil 20 de estudiantes con peores calificaciones.

En la experiencia realizada en la asignatura de EEATTF se ha desarrollado un laboratorio virtual sobre fasores que ha permitido a los estudiantes trabajar y mejorar su comprensión sobre esta herramienta matemática para representar magnitudes en régimen estacionario senoidal. Por otro lado, se ha realizado un vídeo sobre las corrientes de Foucault que ha permitido repasar el concepto, observarlo mediante experiencias sencillas, despertar cierto interés y afianzar el aprendizaje antes del examen de la asignatura. Para poder valorar estas experiencias se ha elaborado una encuesta, de la cual se ha obtenido que los materiales han sido bien valorados por los estudiantes en las tres dimensiones principales (sencillez, utilidad y capacidad para despertar curiosidad). Resultados que también se han podido ver en experiencias similares realizadas en otras universidades (Guerrero, 2023).

Finalmente, estos recursos multimedia se pueden transferir a otras asignaturas del área de la ingeniería eléctrica, tales como máquinas eléctricas y tecnología eléctrica, y pueden aplicarse en cursos de cualquier nivel (grado o máster) para facilitar la comprensión de los conceptos fundamentales y las leyes involucradas en los fenómenos a estudiar. Por otro lado, al tratar en los vídeos los conceptos básicos del área de ingeniería eléctrica, también pueden ser útiles para otras titulaciones de electrónica, telecomunicaciones, arquitectura, etc. La metodología propuesta en este proyecto fomenta la participación del alumnado, permitiendo profundizar en la analítica del aprendizaje y crear materiales de utilidad para cursos posteriores.

## **6. Referencias**

Packmohr, S., & Brink, H. (2021, July). Comparing Pre-and Intra-Covid-19 students' perception of the digitalization of higher education institutions. In 7th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'21) (pp. 719-726). Editorial Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd21.2021.13044>

Brink, H., Packmohr, S., & Vogelsang, K. (2020). The digitalization of universities from a students' perspective. In 6th international conference on higher education advances (HEAd'20) (pp. 967-974). Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd20.2020.11181>

Rupérez, M. J., & Pedrosa, A. M. (2022). On the presentation of academic works in blended learning environments. In INTED2022 Proceedings (pp. 4280-4283). IATED. <https://doi.org/10.21125/inted.2022.1154>

Guseva, Y., & Kauppinen, T. (2018). Learning in the era of online videos: How to improve teachers' competencies of producing educational videos. In International Conference on Higher Education Advances. <http://dx.doi.org/10.4995/HEAD18.2018.8096>

- López-Quintero, J. L., Pontes-Pedrajas, A., & Varo-Martínez, M. (2019). Las TIC en la enseñanza científico-técnica hispanoamericana: Una revisión bibliográfica. *Digital Education Review*, 229-243. <https://doi.org/10.1344/der.2019.35.229-243>
- Escrivá-Escrivá, Guillermo (2011). Paradojas de la implementación española del EEES en la docencia de teoría de circuitos. EN XIX Jornadas Internacionales Universitarias de Tecnología Educativa (JUTE 2011). (1 - 13). Sevilla, España.
- Escrivá-Escrivá, G. (2010). Uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la docencia de teoría de circuitos: la pizarra y el papel. EN XVIII Jornadas Internacionales Universitarias de Tecnología Educativa (JUTE 2010): Didáctica de los contenidos 2.0. (1 - 9). Gandía, España: Universidad de Valencia.
- Roldán-Blay, C., & Pérez-Sánchez, M. (2017). Laboratorio virtual como herramienta para comprender el funcionamiento de las líneas de alta tensión. *Modelling in Science Education and Learning*, 10(2), 95-106. <http://dx.doi.org/10.4995/msel.2017.5902>
- Roldán-Blay, Carlos; Escrivá-Escrivá, Guillermo; Fuster Roig, Vicente Luis; Segura Heras, Isidoro; Roldán-Porta, Carlos (2018). Utilización de vídeos screencast para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería. EN XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2018) . (394 - 405). Gijón, Spain: Universidad de Oviedo.
- Uukkivi, A., & Labanova, O. (2018, May). How we have motivated students in sciences. In 4th International Conference on Higher Education Advances (pp. 769-776). <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd18.2018.8082>
- Torres-Ramírez, M., García-Domingo, B., Aguilera, J., & De La Casa, J. (2014). Vídeo-sharing educational tool applied to the teaching in renewable energy subjects. *Computers & Education*, 73, 160-177. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.12.014>
- Moltó, G., Monserrat del Río, J. F., Fita Fernández, I. C., & Fita, A. (2014). Experiencias Tecnológicas de Soporte al Blended Learning en un Contexto Multidisciplinar. *Jornadas de Innovación Educativa y docencia en Red de la Universitat Politècnica de València*, 54-68. <http://hdl.handle.net/10251/66235>
- Lara Ramírez, L. E., Pérez Vega, M. I., Villalobos Gutiérrez, P. T., Villa-Cruz, V., Orozco López, J. O., & López Reyes, L. J. (2022). Uso de laboratorios virtuales como estrategia didáctica para el aprendizaje activo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 4211-4223. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1794](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1794)
- Justo-López, A. C., Aguilar-Salinas, W. E., de las Fuentes-Lara, M., & Astorga-Vargas, M. A. (2021). Uso de videos educativos en la materia de programación durante la etapa básica de ingeniería. *Formación universitaria*, 14(6), 51-64. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000600051>
- Guerrero Torres, Y. G. (2023). Uso del aula virtual y el aprendizaje autónomo de los estudiantes de ingeniería eléctrica, universidad pública 2022. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/111920>