



NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Encontro Internacional de
Educação em Engenharia ACOFI

Implementación de estrategias pedagógicas basadas en TIC para el fortalecimiento del proceso de aprendizaje de estudiantes de circuitos eléctricos

Diego Jiménez Alvernia, Juan Manuel Rey, Mariana Gómez, Johanna Ribero

**Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

Este trabajo describe la experiencia de implementación de estrategias pedagógicas basadas en TIC para el curso de pregrado de Circuitos Eléctricos I de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Las estrategias presentadas son diseñadas a partir de la identificación de desafíos en el regreso a la modalidad presencial y experiencias desarrolladas por el grupo de profesores en otras asignaturas relacionadas durante la contingencia del COVID 19, considerando la evaluación del impacto que estas tuvieron sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Algunas de las experiencias incluidas son: a) el rediseño total del aula virtual de Moodle considerando aspectos gráficos, estéticos y funcionales; b) La carga de material audiovisual complementario incluyendo cursos externos, normatividad técnica y códigos seleccionados para reforzar conceptos e ilustrar sobre aplicaciones profesionales; c) la creación de un canal de YouTube y la implementación de aulas digitales como repositorio de clases, banco de ejercicios y memorias de horas de tutorías; d) El diseño de talleres de ejercicios con niveles de dificultad; e) uso de herramientas de simulación de circuitos como complemento de estudio, entre otros.

Palabras clave: aula virtual; circuitos eléctricos; herramientas TIC; Moodle

Abstract

This work describes the experience of implementing ICT-based pedagogical strategies for the undergraduate course of Electrical Circuits I at the School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering (E3T) of the Industrial University of Santander (UIS). The strategies presented are designed based on the challenges identified in the return to the face-to-face teaching modality and experiences developed in other related subjects during the COVID 19 contingency, considering the impact on the students' learning process. Some of the experiences included are: a) design of the Moodle virtual classroom considering graphic, aesthetic and functional aspects; b) inclusion of complementary audiovisual material including external courses, technical regulations and selected codes to reinforce concepts and illustrate professional applications; c) creation of a YouTube channel and the implementation of digital classrooms as a class repository and exercise bank; d) design of exercise guides with levels of difficulty; e) use of circuit simulation tools as a study complement, among others.

Keywords: *virtual classroom; electrical circuits; ICT-based strategies; Moodle*

1. Introducción

La pandemia del COVID-19 provocó una crisis educativa en el mundo entero. Más de 190 países adoptaron medidas de mitigación y contención de la propagación del virus incluyendo cuarentenas y aislamientos preventivos masivos, lo que produjo la migración súbita de las actividades presenciales de más de 1.200 millones de estudiantes de todos los niveles (**CEPAL, 2020**). Desde la Universidad Industrial de Santander (UIS), la apuesta para afrontar este complejo reto empezó en marzo del 2020 con la publicación de lineamientos académico-administrativos que suspendieron la presencialidad y adoptaron las modalidades *presencialidad remota* (académica) y *trabajo en casa* (administrativa). Entre abril y mayo de 2020, la Vicerrectoría Académica y el Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS (CEDEDUIS) desarrollaron cursos de formación TIC para docentes, enfocados en el manejo de la plataforma Moodle y se adquirieron aulas virtuales en las plataformas Zoom y Teams (**Rodríguez-Villamizar, 2022**). A partir de julio de 2021 comenzó el retorno gradual a la presencialidad. Durante los semestres académicos 2020-1 y 2020-2, las actividades académicas de pregrado se realizaron totalmente bajo la modalidad *presencialidad remota*. En los semestres académicos 2021-1 y 2021-2 se realizaron actividades híbridas en las que se alternaba o se realizaban simultáneamente actividades presenciales y virtuales, haciendo uso de los recursos y herramientas TIC adquiridos tras el proceso de modernización de las aulas en las diferentes sedes de la UIS.

Desde la E3T de la UIS, surgieron múltiples iniciativas en asignaturas teóricas y teórico-prácticas para afrontar esta transición. Específicamente, en el área de Circuitos Eléctricos, algunos de los coautores de este trabajo desarrollaron la experiencia que fue reportada en el *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería - ACOFI 2021*, titulada "Estrategias pedagógicas basadas en herramientas TIC para la enseñanza de circuitos eléctricos" (**Alvernia, 2021**). Este trabajo describe los desafíos identificados y las estrategias pedagógicas basadas en herramientas TIC utilizadas para la transición a la presencialidad remota del curso de pregrado de Circuitos Eléctricos II. Tras



cumplirse dos años de su implementación, la evaluación y realimentación por parte de los estudiantes sirvió para mejorar la propuesta. Esta experiencia fue tomada como **propuesta base** para adaptarla a la asignatura Circuitos Eléctricos I, con el fin de afrontar un nuevo reto: el regreso a la modalidad *presencial* y el reencuentro con estudiantes tras dos años de actividades virtuales. En la siguiente sección se presentarán las generalidades de la **propuesta base**, los resultados de su evaluación y los aspectos que fueron mejorados para ser implementados en la asignatura Circuitos Eléctricos I.

2. Evaluación de la experiencia en Circuitos Eléctricos II (propuesta base)

En los programas académicos de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica de la E3T, la enseñanza de los conceptos básicos del análisis de Circuitos Eléctricos está agrupado en dos asignaturas secuenciales: Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II. En la primera de estas asignaturas se cubren las leyes fundamentales y las técnicas de análisis para circuitos en DC, la frecuencia compleja y análisis senoidal, el régimen transitorio y el balance de potencia. Por su parte, y teniendo como requisito la aprobación de Circuitos Eléctricos I, en la segunda asignatura se abordan temáticas de aplicaciones y dominios de análisis como circuitos trifásicos, respuesta en frecuencia, transformada de Laplace, circuitos con acoplamientos magnéticos y redes de dos puertos.

Previo al inicio del semestre académico 2020-1, cuando el gobierno nacional ya había decretado las principales medidas relacionadas al COVID 19, se realizó por parte de los docentes de la asignatura la identificación de desafíos para la transición a la modalidad de presencialidad remota (**Alvernia, 2021**).

Desafíos identificados

- La necesidad de adecuar el aula virtual de forma estratégica. Previamente, esta era usada como apoyo parcial y en la nueva modalidad se convertiría en la principal interfaz con los estudiantes aportando inmediatez e interactividad (**Ordoñez, 2018**).
- Los problemas de conectividad de docentes y estudiantes que dificultan la asistencia y atención en las actividades síncronas.
- La disponibilidad limitada de material audiovisual de estudio y consulta.
- La necesidad de diseñar estrategias motivantes para los estudiantes quienes se enfrentarían a una experiencia académica totalmente nueva.

Con el objetivo de enfrentar estos desafíos, se propusieron e implementaron las siguientes estrategias basadas en TIC.

Estrategias aplicadas en el curso Circuitos Eléctricos II (propuesta base)

- **Rediseño del aula virtual:** El aula virtual implementada en la plataforma Moodle de la UIS fue rediseñada considerando aspectos estéticos y funcionales. Para esto, se definió un concepto y una línea gráfica que fueron aplicados a los títulos, imágenes de apoyo y piezas audiovisuales. Por otro lado, el aula virtual fue complementada con material audiovisual



incluyendo cursos virtuales externos, videos animados de demostraciones, blogs de ejercicios, normatividad legal relevante para el desarrollo del curso, entre otros.

- **Diseño de talleres de ejercicios con niveles de dificultad:** Para cada uno de los contenidos de la asignatura se diseñaron tres talleres categorizados por dificultad: un primer taller de ejercicios introductorios, denominado taller básico; un segundo taller de ejercicios más complejos que involucran múltiples conceptos así como el análisis de enunciados de planteamientos de problemas sencillos, denominado taller medio; y un tercer taller de ejercicios tipo problemas, de mayor complejidad y manejo de conceptos, denominado taller pro.
- **Creación de un canal de YouTube:** Se creó un canal como repositorio de clases, ejercicios y memorias de horas de consulta de fácil acceso. Algunas clases y ejercicios fueron editados a modo de videos cortos con el fin de abordar conceptos puntuales, facilitando la búsqueda y consulta.
- **Charlas con egresados E3T:** Invitación a ingenieros egresados de la E3T de diferentes promociones para que compartan su experiencia profesional con los estudiantes del curso, motivándolos a reconocer la relevancia del análisis de los circuitos eléctricos en sus actividades profesionales.

Evaluación de las estrategias aplicadas en el curso (propuesta base)

Para evaluar el impacto que estas estrategias pedagógicas tuvieron sobre el proceso de aprendizaje, se realizó una encuesta a estudiantes y ex-estudiantes del curso de Circuitos Eléctricos II en los semestres académicos 2020-1, 2020-2, 2021-1 y 2021-2. La encuesta se realizó de forma virtual y voluntaria, por lo que la participación por grupo de semestre académico fue variada. Se realizaron las siguientes preguntas:

- **Estrategia: Rediseño del Aula Virtual**

- 1) *Valore el impacto que tuvo sobre su proceso de aprendizaje el diseño del aula virtual de la asignatura.*

	0	1	2	3	4	5	
Poco impacto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Alto impacto

- 2) *Valore qué tan destacada fue el aula virtual de Circuitos Eléctricos II con respecto a las aulas virtuales de otras asignaturas de la UIS.*

	0	1	2	3	4	5	
Poco destacada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Una de las mejores aulas virtuales

Diseño del aula virtual

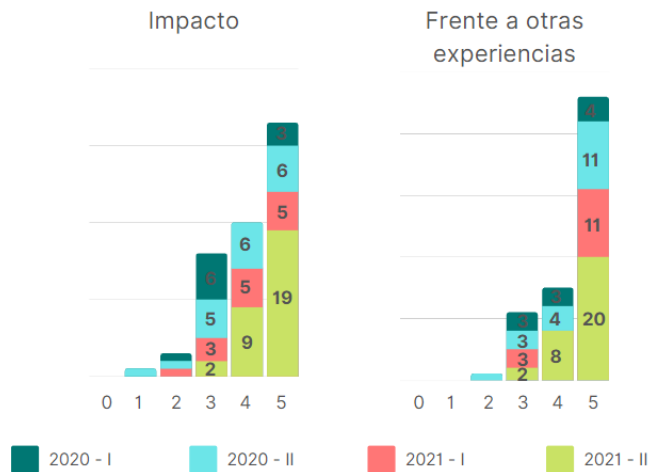
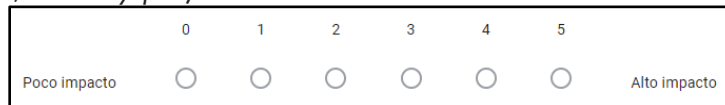


Figura 1. Respuestas a las preguntas 1 y 2 (Aula Virtual).

De los resultados obtenidos se puede concluir que la estrategia de rediseño del aula virtual tuvo un alto impacto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes (más del 70% la calificó como 4/5 o 5/5). Por su parte, con respecto a las aulas virtuales de otras asignaturas de la UIS, el aula virtual de Circuitos Eléctricos II puede clasificarse como una de las mejores (más del 80% la calificó como 4/5 o 5/5).

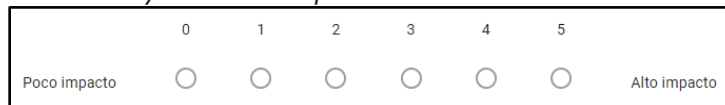
- **Estrategia: Diseño de talleres de ejercicios con niveles de dificultad**

3) *Valore el impacto que tuvo sobre su proceso de aprendizaje los talleres por niveles de dificultad (básico, medio y pro).*



- **Estrategia: Creación de un canal de YouTube**

4) *Valore el impacto que tuvo sobre su proceso de aprendizaje el uso de un canal de Youtube como repositorio de clases y banco de ejercicios.*



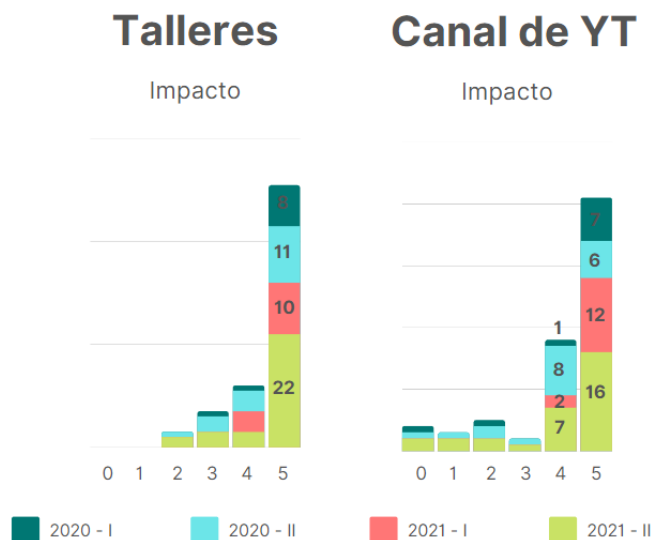


Figura 2. Respuestas a las preguntas 3 (Talleres) y 4 (Canal de YouTube).

De los resultados obtenidos se puede concluir que las estrategias de talleres de ejercicios con niveles de dificultad y la creación de un canal de YouTube como repositorio de clases y ejercicios tuvieron un alto impacto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes (más del 80% las calificó como 4/5 o 5/5).

3. Desafíos identificados

Con respecto al curso de pregrado de Circuitos Eléctricos I, los principales desafíos identificados en el regreso a la modalidad presencial fueron los siguientes:

- a) **Adecuación del aula virtual:** Aunque en el regreso a la modalidad presencial las actividades realizadas en el salón de clases volvieron a ser protagonistas, la experiencia durante la pandemia permitió concluir sobre el impacto positivo que un adecuado diseño del aula virtual y uso de TICs puede tener sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes (**UNESCO, 2014**). Así, inspirados en la experiencia de la propuesta base, se realizaron adecuaciones estéticas y funcionales al aula virtual de Circuitos Eléctricos I.
- b) **Disponibilidad limitada de material audiovisual de estudio y consulta:** Los resultados de la evaluación de la propuesta base permitieron concluir que las estrategias de talleres de ejercicios con niveles de dificultad y la creación de un canal de YouTube tuvieron un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. A través de estas fue posible poner a disposición material de estudio incluyendo ejercicios y soluciones en video que les permite a los estudiantes avanzar en las horas de trabajo individual. Organizar los ejercicios clasificados en talleres con niveles de dificultad permitió favorecer el desarrollo secuencial de las habilidades de análisis de circuitos eléctricos.



- c) Motivación y atención durante las sesiones presenciales síncronas:** Uno de los principales desafíos del regreso a la modalidad presencial es mantener la motivación y atención de los estudiantes durante las sesiones presenciales. Luego de varios semestres con clases síncronas virtuales, es necesario diseñar estrategias pedagógicas que permitan captar la atención para mejorar los procesos de aprendizaje. Por esta razón, aunque la asignatura Circuitos Eléctricos I está planteada para ser teórica, se identifica la necesidad de acompañar las explicaciones con demostraciones y ejemplos prácticos que despierten el interés y permitan contrastar las bases conceptuales estudiadas.

4. Estrategias pedagógicas implementadas

En esta sección se describen las estrategias pedagógicas implementadas en el curso Circuitos Eléctricos I con las que se buscó dar respuesta a los retos identificados.

- a) Rediseño del aula virtual:** Usando la plataforma Moodle de la UIS, el aula virtual fue rediseñada considerando aspectos estéticos y funcionales. Se utilizó una línea gráfica similar a la del curso Circuitos Eléctricos II, con una paleta de colores diferente. Esto permite transmitir cohesión entre los dos cursos y, al compartir una organización similar, familiarizar a los estudiantes con la exploración de las secciones. Para esto se trabajó en conjunto con una estudiante de diseño industrial. La Figura 3 presenta algunos ejemplos de las piezas utilizadas.

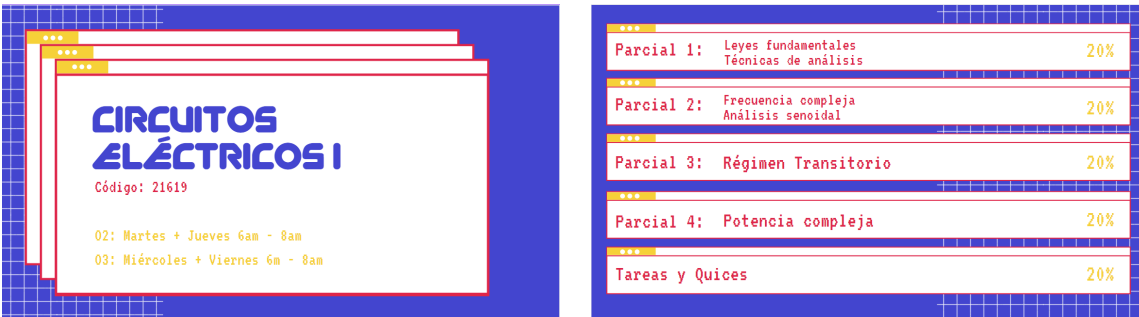


Figura 3. Elementos gráficos del aula virtual de Circuitos Eléctricos I.

- b) Material complementario:** Al aula virtual se agregaron enlaces de material audiovisual de interés de la asignatura incluyendo cursos virtuales, videos animados de explicaciones de conceptos claves, blogs de ejercicios y páginas de simuladores en línea. La búsqueda de este material se realizó en conjunto con una auxiliar académica estudiante de Ingeniería Eléctrica y con enlaces aportados previamente por otros estudiantes. Para darle relevancia, es necesario hacer referencia permanente a este material en las clases, con el objetivo de crear curiosidad por parte de los estudiantes quienes propondrán otros enlaces para complementar el curso.

c) **Creación de un canal de YouTube:** Durante los periodos académicos en los que se mantuvo la modalidad de *presencialidad remota* se implementó un canal de YouTube para la propuesta base (Alvernia, 2021). En este se alojaron las grabaciones de las clases, sesiones de ejercicios y material audiovisual complementario. Esta estrategia permitió tener un repositorio para que los estudiantes que tuvieran problemas de conectividad revisaran las clases de forma asíncrona y contarán con un solucionario en video de los ejercicios de los talleres.

El impacto positivo que tuvo esta estrategia sobre el proceso de enseñanza de los estudiantes motivó ir un paso más allá. Para esto, se usó el canal inicial como punto de partida para crear un canal de YouTube independiente titulado "Circuit+" en el cual se integraron grabaciones y explicaciones de conceptos de asignaturas como Circuitos Eléctricos y Máquinas Eléctricas. Además, se incluyeron tutoriales de herramientas de simulación y software como Matlab. En este canal será cargado contenido didáctico, con la intención de integrar los conceptos de varias asignaturas relacionadas a las ingenierías eléctrica y electrónica. Al ser público, podrá estar disponible para toda la comunidad interesada incluyendo estudiantes y profesores. La Figura 4 muestra una captura de pantalla de parte del contenido disponible en el canal.

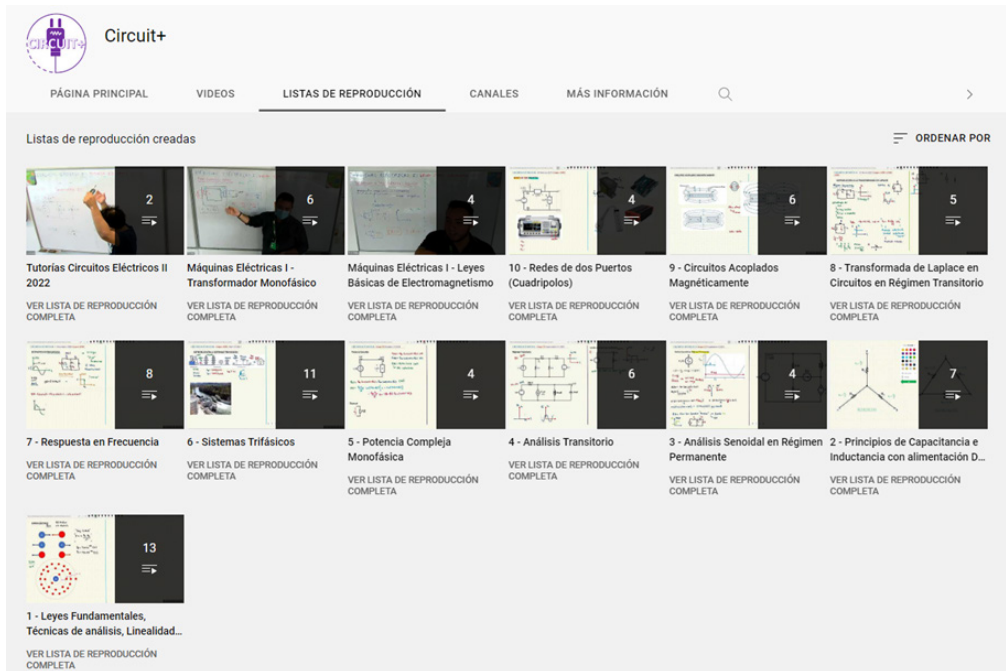


Figura 4. Captura de pantalla del contenido disponible en el canal de YouTube Circuit+.

d) **Diseño de talleres de ejercicios con niveles de dificultad:** Partiendo de la experiencia de la propuesta base, se diseñaron tres talleres por niveles de dificultad para cada uno de los contenidos principales de la asignatura. Se denominaron: básico, medio y avanzado. Se trabajará en la construcción de un solucionario en video, a partir de las tareas de los estudiantes quienes de manera voluntaria deben manifestar su interés por permitir la publicación de los videos en el aula virtual del curso.

- e) **Herramientas de simulación y emulación de circuitos como complemento de estudio:** Circuitos Eléctricos I es una de las asignaturas más importantes para la formación básica en las ingenierías eléctrica y electrónica (**Gómez Vásquez, 2017**). Por esta razón, se decidió integrar en el curso la presentación y ejemplificación a través de simulaciones en Matlab/Simulink, usando las bibliotecas especializadas con las que cuenta este software. Esta estrategia permite facilitar la comprensión de los fenómenos físicos, reproducir y comprobar problemas planteados en diferentes textos guías y talleres de estudio, y motivar a una inmersión temprana al manejo de software de simulación. En la Figura 5 se detalla el montaje de un problema propuesto para el análisis nodal de circuitos, presentado en clase con el fin de despertar el interés de los estudiantes y contrastar resultados obtenidos en el planteamiento teórico del problema.

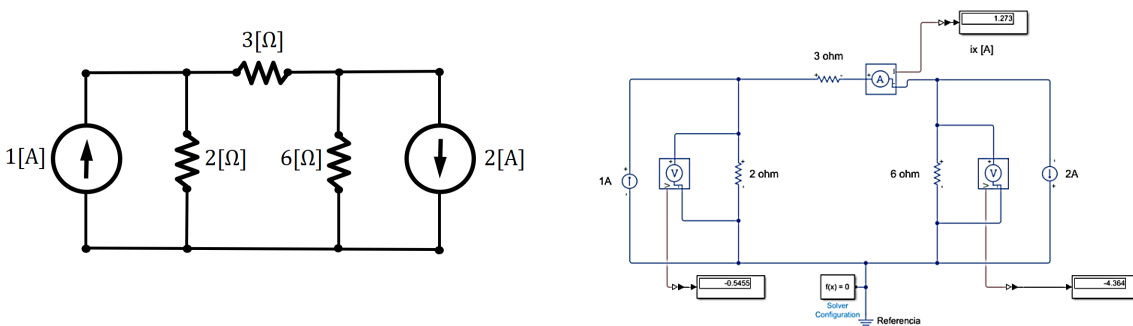


Figura 5. Montaje de circuito para análisis nodal en Matlab/Simulink

5. Conclusiones

Este trabajo presentó una recopilación y descripción de las estrategias pedagógicas basadas en herramientas TIC utilizadas en el curso de pregrado de Circuitos Eléctricos I de la E3T de la UIS. Las estrategias presentadas fueron diseñadas a partir de la evaluación de la experiencia en la asignatura Circuitos Eléctricos II (propuesta base), analizando el impacto que esta tuvo sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes en los semestres académicos bajo la modalidad de *presencialidad remota* (contingencia COVID 19). De igual forma, se identificaron los desafíos del regreso a la modalidad presencial. Las estrategias implementadas permitieron responder a la necesidad de adecuar el aula virtual, poner a disposición de los estudiantes material audiovisual de estudio y consulta y motivar a los estudiantes en su regreso a las actividades presenciales síncronas. Las estrategias descritas en este trabajo han sido implementadas y se encuentran en proceso de evaluación y mejora desde el primer semestre del 2022. En futuros trabajos se presentará la evaluación del impacto que tuvieron en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

6. Referencias

- Alvernia, D. J., & Rey López, J. M. (2021). Estrategias pedagógicas basadas en herramientas TIC para la enseñanza de circuitos eléctricos. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería - ACOFI 2021.
- CEPAL. (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19.
- Gómez Vásquez, E. (2017). Estrategias de aprendizaje para un curso de Circuitos Eléctricos del área de ingeniería. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería - ACOFI 2017.
- Ordóñez López, D. F., & Buchely, A. B. (2018). Exploración de herramientas TIC para la enseñanza de las matemáticas generales en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería 2018.
- Rodríguez-Villamizar, L. A., Sosa-Ávila, L. M., Zafra-Carrillo, L. H., Rodríguez-Medina, J., Prada-Albarracín, V. M., & Vera-Cala, L. M. (2022). Desarrollo y resultados de la respuesta institucional dirigida a la comunidad universitaria UIS frente a la pandemia por COVID-19 durante 2020-2021. Salud UIS, 54.
- UNESCO. (2014). Enfoques estratégicos sobre las TIC en educación en América latina y el caribe. Santiago: OREALC/UNESCO.

Sobre los autores

- **Diego Alfonso Jiménez Alvernia:** Ingeniero Electricista de la Universidad Industrial de Santander. Profesor Cátedra Asistente de la Universidad Industrial de Santander. diego.jimenez@e3t.uis.edu.co
- **Juan Manuel Rey López:** Ingeniero Electricista y Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Industrial de Santander, Doctor en Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña. Profesor Asistente de la Universidad Industrial de Santander. juanmrey@uis.edu.co
- **Mariana Gómez Casadiego:** Estudiante de Diseño Industrial, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Universidad Industrial de Santander. mariana2192344@correo.uis.edu.co
- **Leidy Johanna Ribero Amado:** Estudiante de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Universidad Industrial de Santander. leidyribero66@gmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

