



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

Estudio y propuesta de implementación de software libre de simulación mediante laboratorios virtuales para el desarrollo de competencias prácticas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la UCSG.

AUTOR:

Velasco Amaluisa, Johanna Katherine

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERA EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny MsC.

Guayaquil, Ecuador

4 de septiembre del 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera en Telecomunicaciones**.

TUTOR (A)

f. _____

Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny MsC.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, Ph.D

Guayaquil, a los 4 días del mes de septiembre del año 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Estudio y propuesta de implementación de software libre de simulación mediante laboratorios virtuales para el desarrollo de competencias prácticas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la UCSG**, previo a la obtención del título de **Ingeniera en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 4 días del mes de septiembre del año 2026

LA AUTORA

.. _____
Velasco Amaluisa, Johanna Katherine



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Estudio y propuesta de implementación de software libre de simulación mediante laboratorios virtuales para el desarrollo de competencias prácticas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la UCSG**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 4 días del mes de septiembre del año 2026

LA AUTORA:

t. _____
Velasco Amaluisa, Johanna Katherine



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Tesis Velasco FINAL corregido 26 08 2026

ID : a3de0970f5f70b925552f853077bc3aeda2ff878



5%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : Tesis Velasco FINAL corregido 26 08 2026.txt
Tamaño del archivo original : 7,07 MB
Número de palabras : 24.268

Depositante : Ricardo Xavier Ubilla Gonzalez
Fecha de depósito : 26 de agosto de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 26 de agosto de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

<1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

4%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



INFORME DE COMPILATIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado **“Estudio y propuesta de implementación de software libre de simulación mediante laboratorios virtuales para el desarrollo de competencias prácticas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la UCSG”**, fue enviado al Sistema Anti plagio Compilatio, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 5%.

TUTORA

f. _____

Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny MsC.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. CELSO BAYARDO BOHÓRQUEZ ESCOBAR, Ph.D
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. RICARDO XAVIER UBILLA GONZÁLEZ, MSc.
COORDINADOR DEL ÁREA

f. _____

WALTER AGUSTIN ANCHUNDIA CORDOVA, MSc.
OPONENTE

ÍNDICE

RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1	5
PROBLEMA	5
1.1. Antecedentes del problema	5
1.2. Planteamiento del problema	7
1.3. Pregunta central del problema	8
1.3.1. Preguntas específicas	8
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo general	8
1.4.2. Objetivos específicos	9
1.5. Supuesto de Trabajo	9
1.6. Justificación de la investigación	9
1.6.1. Justificación práctica	9
1.6.2. Justificación metodológica	10
1.6.3. Justificación teórica	11
1.7. Delimitación de la investigación	11
1.8. Alcance y limitaciones	12
CAPÍTULO 2	14
MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes de la investigación	14
2.2. Bases teóricas	15
2.2.1. Constructivismo y aprendizaje activo	15
2.2.2. Aprendizaje experiencial	15
2.2.3. Formación basada en competencias	16
2.2.4. Integración pedagógica de la tecnología	16
2.3. Fundamentos conceptuales y tecnológicos	17
2.3.1. Simulación en ingeniería	17
2.3.2. Laboratorios virtuales	17
2.3.3. Software libre y condiciones de licencia	17
2.3.4. Complementariedad entre laboratorio virtual y laboratorio físico ..	18
2.4. Marco contextual y curricular	18
2.4.1. Contexto institucional	18
2.4.2. Carrera de Electrónica y Automatización	19

2.4.3. Carrera de Electricidad.....	19
2.5. Marco legal	20
2.5.1. Constitución de la República del Ecuador.....	20
2.5.2. Ley Orgánica de Educación Superior.....	20
2.5.3. Reglamento de Régimen Académico	20
2.5.4. Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.....	20
2.5.5. Aplicación del marco legal a la propuesta	20
CAPÍTULO 3	22
METODOLOGÍA.....	22
3.1. Enfoque metodológico	22
3.2. Tipo y diseño de la investigación	22
3.3. Objeto de estudio y contexto	23
3.4. Unidades de análisis.....	23
3.5. Categorías de análisis, dimensiones, indicadores e ítems	24
3.6. Universo de estudio y selección intencional	26
3.7. Técnicas e instrumentos de investigación	27
3.7.1. Revisión documental y curricular.....	27
3.7.2. Análisis comparativo de alternativas tecnológicas	27
3.7.3. Comprobación funcional de SimulIDE.....	28
3.7.4. Análisis técnico-económico de la propuesta	28
3.7.5. Encuesta a estudiantes	28
3.8. Procedimiento de la investigación	29
3.9. Rigor de los procedimientos	30
3.10. Procesamiento y análisis de la información	31
3.11. Alcance de la validación	32
CAPÍTULO 4	33
ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
4.1. Resultados del análisis curricular	33
4.1.1 Resultados de la encuesta	33
4.1.2 Selección de Asignaturas.....	44
4.1.3. Sustento documental de las asignaturas comunes seleccionadas	46
4.2. Resultados de la revisión comparativa de software libre	52
4.3. Selección de SimulIDE para la comprobación funcional.....	55
4.4. Resultados de la comprobación funcional	55
4.5. Resultados del análisis de infraestructura y gestión	58
4.6. Resultado económico	59

4.7. Integración e interpretación de los resultados	61
CAPÍTULO 5	63
PROPUESTA TÉCNICO-ACADÉMICA.....	63
5.1. Denominación de la propuesta	63
5.2. Fundamentación y pertinencia	63
5.3. Objetivo de la propuesta	64
5.4 Competencias técnicas fortalecidas mediante la propuesta	64
5.5. Alcance de la implementación	65
5.6. Modelo de funcionamiento del laboratorio	65
5.7. Componentes de la propuesta	67
5.8. Fases de implementación	67
5.9. Integración académica inicial	68
5.10. Uso de las herramientas de simulación	69
5.11. Responsabilidades	70
5.12. Presupuesto de la propuesta	70
5.13. Validación de la propuesta.....	71
5.14. Criterios de seguimiento institucional.....	72
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES	76
Referencias	77
ANEXOS	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Categorías, dimensiones, indicadores e ítems de análisis</i>	25
Tabla 2	<i>Unidades seleccionadas y función dentro del estudio</i>	27
Tabla 3	<i>Dificultad para comprender contenidos técnicos sin práctica</i>	33
Tabla 4	<i>Recurso que más ayuda a comprender los contenidos técnicos</i>	35
Tabla 5	<i>Utilidad del simulador cuando no es posible realizar una práctica física</i>	37
Tabla 6	<i>Uso previo de programas de simulación</i>	39
Tabla 7	<i>Asignatura que requiere mayor apoyo mediante simulación</i>	41
Tabla 8	<i>Aporte de la simulación a la asignatura de Electrónica</i>	43
Tabla 9.	<i>Justificación curricular de las asignaturas comunes seleccionadas para el apoyo mediante simulación</i>	50
Tabla 10	<i>Comparación general de las alternativas de software libre analizadas</i>	52
Tabla 11	<i>Correspondencia entre las asignaturas comunes y las herramientas de simulación</i>	53
Tabla 12	<i>Criterios considerados para la selección de SimulIDE</i>	55
Tabla 13	<i>Resultados de la comprobación funcional de SimulIDE</i>	56
Tabla 14.	<i>Comparación de las características técnicas del equipo utilizado en la comprobación y los computadores de la Facultad</i>	59
Tabla 15.	<i>Recursos económicos considerados para una posible implementación</i>	60
Tabla 16	<i>Competencias Técnicas Consideradas</i>	64
Tabla 17.	<i>Componentes de la propuesta de laboratorio virtual</i>	67
Tabla 18.	<i>Fases de implementación de la propuesta de laboratorio</i>	67
Tabla 19.	<i>Responsabilidades relacionadas con la propuesta de laboratorio virtual</i>	70
Tabla 20.	<i>Recursos económicos considerados en la propuesta</i>	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Objetivo de la asignatura Circuitos Eléctricos</i>	46
Figura 2. <i>Objetivo de la asignatura Circuitos de Corriente Alterna</i>	47
Figura 3. <i>Objetivo de la asignatura Electrónica</i>	49
Figura 4. <i>Correspondencia curricular de las tres asignaturas comunes y su relación con herramientas de simulación</i>	51
Figura 5. <i>Correspondencia entre las asignaturas comunes y las herramientas de simulación analizadas</i>	54
Figura 6. <i>Secuencia de la comprobación funcional realizada con SimulIDE</i>	57
Figura 7. <i>Ruta lógica del estudio y de la solución propuesta</i>	62
Figura 8. <i>Modelo gráfico de la propuesta de laboratorio virtual</i>	66

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. FICHA DE VERIFICACIÓN FUNCIONAL POR ESTACIÓN	83
Anexo B. ESTRUCTURA DEL REGISTRO TÉCNICO DE LA COMPROBACIÓN	84
Anexo C. EVIDENCIAS GRÁFICAS DE LA COMPROBACIÓN FUNCIONAL DE SIMULIDE	85

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Sigla	Denominación completa
CA	Corriente alterna
CC	Corriente continua
CES	Consejo de Educación Superior
DITCO	Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación
GPL	GNU General Public License
IVA	Impuesto al valor agregado
LOES	Ley Orgánica de Educación Superior
Mbps	Megabits por segundo
OMEdit	OpenModelica Connection Editor
RRA	Reglamento de Régimen Académico
SCADA	Supervisión, control y adquisición de datos
SPICE	Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
UCSG	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil
WiFi	Tecnología de conexión inalámbrica a redes

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo diseñar una propuesta de laboratorio virtual mediante software libre de simulación para apoyar el desarrollo de actividades prácticas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. La investigación fue de tipo aplicado, documental, técnica y proyectiva, sustentada no sólo en el análisis de mallas curriculares y sílabos, sino también en la encuesta realizada a 50 estudiantes de quinto y sexto semestre y el contraste entre Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower. Los hallazgos permitieron definir 3 asignaturas coincidentes para las 2 carreras: Circuitos eléctricos, Circuitos de corriente alterna y Electrónica. La revisión tecnológica permitió conocer que Qucs-S guarda una preponderancia con Circuitos eléctricos y Circuitos de corriente alterna, y que SimulIDE con Electrónica. Se seleccionó a SimulIDE para el chequeo técnico funcional, el mismo que se realizó en una computadora personal y que permitió comprobar la instalación, apertura, la construcción de un circuito eléctrico, la modificación de parámetros y la ejecución de la simulación. Luego se contrastaron las características técnicas del equipo utilizado con las de los computadores disponibles en la Facultad como criterio para evaluar su compatibilidad. La propuesta, propone la posibilidad de utilizar los recursos tecnológicos existentes y el software libre como complemento de las experiencias presenciales, pero también se deja abierta la posibilidad de utilizar otras herramientas en función de futuras necesidades académicas.

Palabras clave: laboratorio virtual; software libre; simulación; SimulIDE; enseñanza práctica; ingeniería.

ABSTRACT

The research aimed to design a virtual laboratory using open-source simulation software to support practical activities in the Electronics and Automation and Electrical Engineering programs at the Catholic University of Santiago de Guayaquil. The applied, documentary, technical, and projective research was based not only on an analysis of curricula and syllabi but also on a survey of 50 fifth- and sixth-semester students and a comparison of Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica, and pandapower. The findings identified three overlapping courses for both programs: Electrical Circuits, Alternating Current Circuits, and Electronics. The technological review revealed that Qucs-S is particularly relevant for Electrical Circuits and Alternating Current Circuits, while SimulIDE is more prevalent for Electronics. SimulIDE was selected for a technical and functional evaluation, which was conducted on a personal computer. This evaluation allowed for verification of the software's installation, operation, construction of an electrical circuit, parameter modification, and simulation execution. The technical specifications of the equipment used were then compared with those of the computers available at the Faculty as a criterion for evaluating compatibility. The proposal suggests the possibility of using existing technological resources and free software to complement in-person experiences, but also leaves open the possibility of using other tools depending on future academic needs.

Keywords: virtual laboratory; free software; simulation; SimulIDE; practical learning; engineering.

INTRODUCCIÓN

La formación universitaria en ingeniería requiere que los estudiantes relacionen los conocimientos teóricos con actividades de análisis, diseño, experimentación y resolución de problemas. Los laboratorios físicos constituyen un espacio importante para desarrollar estas capacidades; sin embargo, el uso de herramientas de simulación puede complementar las actividades prácticas al permitir construir modelos, modificar parámetros, repetir ejercicios y observar resultados antes o después de trabajar con equipos reales. De esta manera, la simulación se plantea como un recurso de apoyo y no como un sustituto de las prácticas que requieren instrumentación, mediciones reales y aplicación de normas de seguridad.

La evidencia académica reciente señala que los laboratorios virtuales pueden favorecer el aprendizaje, la motivación y la participación cuando se integran con objetivos curriculares definidos. El metaanálisis de Li y Liang (2024) identificaron efectos positivos en educación en ingeniería, mientras que Sellberg, Nazari y Solberg (2024) señalaron que la denominación de laboratorio virtual comprende diferentes configuraciones y que su utilidad depende de la manera en que estas herramientas se incorporan a las actividades educativas. Por esta razón, la selección de un software de simulación debe considerar su relación con los contenidos académicos y las actividades prácticas que se pretenden desarrollar.

La presente investigación se desarrolla en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Para identificar las necesidades académicas se consideraron los resultados de una encuesta aplicada a 50 estudiantes de quinto y sexto semestre, junto con la revisión de las mallas curriculares y los sílabos correspondientes. Del presente análisis se extrajeron tres asignaturas comunes a las dos titulaciones: Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica, puesto que resultan de interés debido a la conexión con actividades que pueden ser respaldadas a partir de herramientas de simulación.

Seguidamente, se llevó a cabo un análisis comparativo sobre Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower en diferentes aspectos, por ejemplo, evaluando la funcionalidad, la facilidad de uso, la compatibilidad, la documentación, la licencia, los requisitos técnicos y la relación respecto de los contenidos académicos que se han identificado. La comparación permitió

determinar que las herramientas presentan diferentes campos de aplicación. Qucs-S mantiene una relación más directa con Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna, mientras que SimulIDE presenta aplicaciones principalmente relacionadas con Electrónica. Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower se mantienen como alternativas complementarias para otras necesidades de modelado y análisis.

Dentro del alcance de la investigación se seleccionó SimulIDE para realizar una comprobación funcional en una computadora personal. A lo largo de esta fase se verificó la puesta en marcha del programa, se construyó un circuito, se modificaron parámetros y se hizo la ejecución de la simulación. Las fotografías obtenidas de la prueba se utilizaron de evidencia del procedimiento. A continuación, se realizó una comparación de las características de los equipos personales con los ordenadores que hay disponibles en la Facultad a fin de poder tener un referente sobre las condiciones necesarias para una posible utilización del software en sus ordenadores. Esta comparación no es una prueba directa de SimulIDE sobre los equipos institucionales.

En función de lo expuesto a partir de los resultados obtenidos, se propone implementar un laboratorio virtual utilizando SimulIDE, como herramienta de partida, manteniendo Qucs-S y el resto de las alternativas anteriormente exploradas como alternativas de incorporación de acuerdo con las necesidades académicas. La propuesta, principalmente, tiene en cuenta el aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles en la Facultad y el uso de software libre, evitando establecer procedimientos administrativos o de adquisición sujetos a decisiones institucionales. El laboratorio virtual mantiene un carácter complementario respecto al laboratorio físico y busca proporcionar otra alternativa para el desarrollo y repetición de actividades prácticas mediante simulación.

La estructura del documento es la siguiente: el Capítulo I se dedica a presentar el problema de investigación, las preguntas, los objetivos, la justificación, la delimitación, el alcance y otros elementos que permiten dar dirección a la investigación. Se dedica el Capítulo II a la presentación de los antecedentes y el desarrollo de los fundamentos teóricos, conceptuales, tecnológicos, curriculares y legales que se relacionan con los laboratorios virtuales y el software libre de simulación. El Capítulo III presenta la metodología aplicada, la población objeto de estudio, los instrumentos, la revisión documental y el procedimiento seguido para

el desarrollo de la investigación. Posteriormente, el Capítulo IV recoge los resultados de la encuesta, la selección de las asignaturas, la revisión comparativa de las herramientas, la comprobación funcional de SimulIDE y el análisis de las condiciones técnicas y económicas. Finalmente, el Capítulo V recoge la propuesta técnico-académica del laboratorio virtual, el planteamiento de los componentes del mismo, las etapas y fases, la integración con la academia, los recursos que lo sustentan, la validación de la propuesta y los criterios considerados para su seguimiento. A partir de estos resultados se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA

1.1. Antecedentes del problema

La transformación digital del ámbito universitario ha venido a sumar nuevos recursos en cuanto a plataformas, modelos computacionales y simuladores. No obstante, la UNESCO (2023) advierte de que la tecnología educativa debe valorarse, frente a otros parámetros, por su pertinencia, su equidad, su viabilidad y su aportación al aprendizaje, y es en el ámbito de la ingeniería donde esa exigencia lleva a establecer relaciones entre los recursos y los resultados de aprendizaje, las actividades, los instrumentos de evaluación y las condiciones técnicas comprobables.

En su trabajo, Raman et al. (2022) analizaron un total de 9.523 publicaciones acerca de laboratorios virtuales producidas entre 1991 y 2021 constataron un aumento continuo del ámbito, sobre todo durante la última década del período analizado. Este crecimiento no solo pone de manifiesto el interés académico acerca de las experiencias simuladas, sino que también muestra la variedad de herramientas, disciplinas y formas de uso. En este contexto, la abundancia de la oferta tecnológica exige la definición de criterios de selección y evita que la elección quede determinada únicamente por la aceptación de un programa.

Li y Liang (2024) realizaron una revisión sistemática clave sobre educación en ingeniería, integrando 46 estudios extraídos de 22 publicaciones, y encontraron que los laboratorios virtuales tienen efectos positivos en motivación, en la participación, en el aprendizaje de contenidos, en las capacidades cognitivas, en las habilidades operativas o prácticas, y en el rendimiento académico. Sus resultados dan soporte al uso de simuladores virtuales, a la vez que permiten asegurar que no se producen los mismos efectos utilizando cualquier simulador ni que la experiencia virtual sustituye la práctica física. La efectividad depende de la relación herramienta-contenido-estrategia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La revisión de Sellberg et al. (2024) identificó que los laboratorios virtuales se entienden como entornos mediados por tecnología en los que se pueden desarrollar experimentos o actividades prácticas. Los autores también señalaron que existen diferentes formas de aplicar estos recursos dentro de la educación. Por esta razón, la incorporación de un laboratorio virtual requiere establecer una

relación entre el software utilizado, los contenidos que se desean trabajar y las actividades prácticas que puede realizar el estudiante.

En el contexto de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad cuentan con mallas curriculares organizadas en ocho ciclos y contienen asignaturas relacionadas con circuitos eléctricos, electrónica, sistemas digitales, automatización, máquinas eléctricas y sistemas eléctricos de potencia (UCSG, 2026). Dentro de estas mallas existen asignaturas con contenidos teóricos y prácticos que pueden ser apoyados mediante herramientas de simulación.

Para determinar cuáles de estos contenidos pueden ser considerados dentro de una propuesta de laboratorio virtual, es necesario relacionar la percepción de los estudiantes con la revisión de las mallas curriculares y los sílabos vigentes. De esta manera, la selección de las asignaturas no depende únicamente de la disponibilidad de un programa de simulación, sino también de las necesidades de apoyo práctico identificadas y de los contenidos establecidos en cada asignatura.

A partir de dicha relación, la investigación considera la revisión de Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower como diferentes alternativas de software libre de simulación que se centran en distintos campos de aplicación. La comparación de estas herramientas es útil para poder establecer su relación con las asignaturas y contenidos que han sido seleccionados, introduciendo aspectos como pueden ser la funcionalidad, la facilidad de uso, la compatibilidad, la documentación, la licencia y los requerimientos técnicos.

SimulIDE, entre las alternativas revisadas, fue la opción escogida para realizar comprobaciones funcionales a partir de la instalación y ejecución del software en un PC de pruebas. La validación funcional permite observar su funcionamiento en actividades sobre circuitos y electrónica, así como identificar los recursos técnicos requeridos para su uso. Las características del PC empleado se pueden contrastar posteriormente con las de los PC que se disponen en los laboratorios de la Facultad, con la situación objetivo de contar con una referencia técnica para una posible puesta en práctica.

En este sentido, la investigación diferencia la revisión documental de las alternativas de software de la comprobación práctica realizada con SimulIDE. El propósito no es sustituir los laboratorios físicos, sino establecer una propuesta de laboratorio virtual que pueda complementar las prácticas y brindar a los estudiantes

una herramienta adicional para trabajar contenidos relacionados con las asignaturas seleccionadas.

1.2. Planteamiento del problema

La formación en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad requiere que los estudiantes relacionen los conocimientos teóricos con actividades prácticas que permitan comprender el comportamiento de circuitos, señales y componentes eléctricos y electrónicos. En este proceso, las prácticas de laboratorio tienen un papel importante, debido a que facilitan la aplicación de los contenidos estudiados en las diferentes asignaturas.

No obstante, el desarrollo de las prácticas podría, a la larga, aparecer limitado o condicionado por la disponibilidad de equipamientos, de componentes, de instrumentos o de locales. Dicha disponibilidad pudiera hacer que se llegara a la restricción de repetir ejercicios o de hacer pruebas adicionales en otros períodos fuera de las horas fijadas en cuanto al espacio del uso de los laboratorios. Frente a esta situación, los laboratorios virtuales pueden utilizarse como un recurso complementario para realizar simulaciones y reforzar determinados contenidos antes de trabajar con equipos físicos.

Para establecer la necesidad de este tipo de recurso en las carreras analizadas, es necesario conocer la percepción de los estudiantes e identificar las asignaturas en las que consideran necesario un mayor apoyo práctico. Esta información debe complementarse con la revisión de las mallas curriculares y los sílabos vigentes, con el propósito de determinar los contenidos que pueden ser trabajados mediante herramientas de simulación.

También hay que tener en cuenta la elección del software. Hay muchos programas de simulación que son válidos para el área de la electricidad y la electrónica, pero no todos responden al mismo contenido y tampoco exigen los mismos requerimientos técnicos. Por ello, hay que examinar propuestas del software libre y ver cuál es su vinculación con las asignaturas y aplicaciones prácticas ya expuestas, teniendo en cuenta criterios como la funcionalidad, la facilidad de uso, compatibilidad y requerimientos de instalación.

Dentro de las alternativas analizadas, también se requiere contar con una evidencia práctica que permita conocer el funcionamiento de una herramienta de simulación. Para este propósito, la investigación considera la comprobación

funcional de SimulIDE mediante su instalación y ejecución en un equipo de prueba. A partir de esta comprobación se pueden identificar sus requerimientos técnicos y compararlos con las características de los equipos disponibles en la Facultad, como referencia para determinar las condiciones necesarias para una posible implementación.

En consecuencia, el problema de investigación se centra en la necesidad de establecer una propuesta de laboratorio virtual que relacione las necesidades académicas de los estudiantes, los contenidos de las asignaturas, las herramientas de software libre disponibles y los requerimientos técnicos para su posible implementación en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.3. Pregunta central del problema

- ¿Cómo estructurar una propuesta de implementación futura de software libre de simulación mediante laboratorios virtuales para fortalecer competencias prácticas en asignaturas específicas de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la UCSG?

1.3.1. Preguntas específicas

- ¿Qué asignaturas y contenidos de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad pueden ser apoyados mediante laboratorios virtuales, de acuerdo con la percepción de los estudiantes y la revisión de las mallas curriculares y los sílabos vigentes?
- ¿Qué programas de software libre de simulación se ajustan a las asignaturas, contenidos y aplicaciones prácticas identificadas en ambas carreras?
- ¿Qué resultados presenta SimulIDE durante su comprobación funcional y cuáles son los requerimientos técnicos necesarios para su posible implementación en los laboratorios de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Diseñar una propuesta de implementación de software libre de simulación mediante laboratorios virtuales para apoyar el desarrollo de competencias

prácticas en asignaturas de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.4.2. Objetivos específicos

- Proponer las asignaturas y contenidos susceptibles de apoyo mediante laboratorios virtuales en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad, a partir de la percepción de los estudiantes y del análisis de las mallas curriculares y los sílabos vigentes.
- Seleccionar alternativas de software libre de simulación y establecer su correspondencia con las asignaturas, contenidos y aplicaciones prácticas identificadas en ambas carreras.
- Comprobar el funcionamiento de SimulIDE mediante su instalación y ejecución práctica, y establecer los requerimientos técnicos necesarios para su posible implementación en los laboratorios de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

1.5. Supuesto de Trabajo

El uso de software libre de simulación constituye una herramienta de apoyo académico pertinente para fortalecer el aprendizaje práctico de los estudiantes de Ingeniería en Electrónica y Automatización y Electricidad, debido a que facilita la comprensión de contenidos técnicos, complementa las actividades experimentales y permite desarrollar prácticas de simulación cuando existen limitaciones de acceso a laboratorios o equipos físicos.

1.6. Justificación de la investigación

1.6.1. Justificación práctica

La investigación se justifica en la necesidad de complementar las actividades prácticas de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad mediante herramientas de simulación que puedan relacionarse con los contenidos de las asignaturas. Los laboratorios virtuales permiten realizar ejercicios, observar el comportamiento de circuitos y sistemas, modificar condiciones de funcionamiento y repetir procedimientos sin depender exclusivamente de la disponibilidad de equipos físicos.

El uso de software libre representa una alternativa para este propósito, debido a que permite disponer de herramientas de simulación sin generar costos permanentes por licencias. Sin embargo, su incorporación debe responder a las

necesidades académicas de las carreras y a los contenidos establecidos en las asignaturas. Por esta razón, la investigación considera la percepción de los estudiantes, la revisión de las mallas curriculares y los sílabos vigentes, así como la relación entre los contenidos identificados y las funciones disponibles en los programas analizados.

La propuesta busca complementar las prácticas presenciales y no sustituirlas. Su aplicación permitiría disponer de un recurso adicional para preparar actividades, repetir ejercicios y reforzar contenidos relacionados con circuitos eléctricos, corriente alterna y electrónica. De esta manera, los estudiantes podrían utilizar la simulación como apoyo antes o después de determinadas prácticas realizadas con equipos físicos.

1.6.2. Justificación metodológica

Desde el punto de vista metodológico, la investigación integra diferentes fuentes de información para sustentar la propuesta. En primer lugar, se considera la percepción de los estudiantes para identificar las necesidades de apoyo práctico y las asignaturas en las que el uso de herramientas de simulación puede resultar de mayor utilidad. Esta información se complementa con la revisión de las mallas curriculares y los sílabos vigentes, con el propósito de identificar contenidos que puedan ser trabajados mediante laboratorios virtuales.

Posteriormente, se revisan alternativas de software libre de simulación y se establece su relación con las asignaturas, contenidos y aplicaciones prácticas identificadas. Para esta comparación se consideran criterios relacionados con la funcionalidad, facilidad de uso, compatibilidad, documentación, licencia y requerimientos técnicos.

Como parte de la investigación también se realiza la comprobación funcional de SimulIDE mediante su instalación y ejecución en un equipo de prueba. Esta actividad permite verificar su funcionamiento y obtener una referencia de los recursos necesarios para su ejecución. A partir de estos resultados, las características del equipo utilizado pueden compararse con las de los computadores disponibles en los laboratorios de la Facultad, con el fin de establecer las condiciones técnicas necesarias para una posible implementación.

Esta secuencia permite relacionar la información obtenida de los estudiantes, la revisión curricular, el análisis del software y la comprobación

práctica de SimulIDE, evitando que la propuesta se base únicamente en la selección de una herramienta tecnológica.

1.6.3. Justificación teórica

Desde el punto de vista teórico, la investigación se apoya en estudios relacionados con laboratorios virtuales, simulación y educación en ingeniería. La literatura revisada muestra que estos recursos pueden favorecer el aprendizaje cuando se utilizan de manera complementaria a las actividades prácticas y cuando existe relación entre la herramienta tecnológica, los contenidos de las asignaturas y los objetivos de formación.

La investigación también considera que la simulación no reemplaza completamente la experiencia obtenida mediante equipos e instrumentos físicos. Su utilidad se encuentra en la posibilidad de complementar el proceso de aprendizaje mediante la representación de circuitos y sistemas, la repetición de ejercicios y la observación de diferentes condiciones de funcionamiento. En este sentido, el laboratorio virtual se plantea como un recurso de apoyo para las actividades prácticas desarrolladas en las carreras analizadas.

A partir de estos fundamentos, la propuesta relaciona los aportes teóricos sobre laboratorios virtuales con las necesidades académicas identificadas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad, manteniendo la complementariedad entre simulación y práctica presencial.

1.7. Delimitación de la investigación

La investigación tiene lugar en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, y se centra en las carreras de Electrónica y Automatización y Electricidad. La investigación tiene en cuenta asignaturas con contenidos básicamente teóricos, contenidos también prácticos que pueden recibir soporte mediante herramientas de simulación, considerando así las percepciones de los alumnos/as, las mallas curriculares y los sílabos en vigor.

La delimitación académica contempla, en un primer momento, la localización de asignaturas y contenidos asociados, principalmente, con circuitos eléctricos, con corriente alterna, y con electrónica, que, eventualmente, pueden ser trabajados por los medios existentes con laboratorios virtuales. Para esta selección se valoran las necesidades de apoyo práctico identificadas en la población estudiantil y el modo

en que se acotan los contenidos establecidos en las asignaturas. Ambos aspectos pertenecen a sendas titulaciones.

En el componente tecnológico, la investigación se limita al análisis de programas de software libre de simulación que puedan relacionarse con los contenidos identificados. Se consideran Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower como alternativas con diferentes campos de aplicación. La revisión toma en cuenta aspectos como funcionalidad, facilidad de uso, compatibilidad, documentación, licencia y requerimientos técnicos.

La comprobación práctica se delimita a SimulIDE, mediante su instalación y ejecución en un equipo de prueba. A partir de esta comprobación se identifican aspectos relacionados con su funcionamiento y los recursos técnicos necesarios para su ejecución. Estos elementos sirven como referencia para comparar las características del equipo utilizado con las de los computadores disponibles en los laboratorios de la Facultad y establecer condiciones técnicas para una posible implementación.

La investigación se limita al diseño de una propuesta de implementación de laboratorio virtual como complemento de las prácticas presenciales. Por esta razón, no contempla la sustitución de los laboratorios físicos ni la medición del impacto del laboratorio virtual sobre el rendimiento académico de los estudiantes después de su implementación.

1.8. Alcance y limitaciones

El alcance de la investigación abarca la elaboración de una propuesta de implantación de software libre de simulación mediante laboratorios virtuales para las carreras de Electrónica y Automatización y Electricidad de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Esta propuesta se establece como un recurso complementario de apoyo a las actividades prácticas asociadas a las asignaturas y contenidos que se reconocieron a lo largo de la investigación.

La investigación también analiza la opinión de los estudiantes, hace un repaso de las mallas curriculares y sílabos válidos, lo que hace posible la identificación de contenidos que se pueden tratar utilizando herramientas de simulación. Incluye la revisión de Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower, en función de las asignaturas y aplicaciones prácticas identificadas.

Dentro del alcance técnico se incluye la comprobación funcional de SimulIDE mediante su instalación y ejecución en un equipo de prueba. Esta comprobación permite observar el funcionamiento del programa e identificar los recursos técnicos necesarios para su ejecución. A partir de esta información se considera la comparación de las características del equipo utilizado con las de los computadores disponibles en los laboratorios de la Facultad, con el propósito de establecer una referencia para una posible implementación.

Entre las limitaciones del estudio se encuentra que la comprobación funcional se realiza únicamente con SimulIDE, por lo que los demás programas considerados se analizan a partir de sus características, funciones, documentación y requerimientos técnicos, sin realizar una comprobación práctica de cada uno de ellos. Asimismo, la investigación no contempla la implementación definitiva del laboratorio virtual ni la evaluación posterior de su efecto sobre el rendimiento académico o el desarrollo de competencias de los estudiantes.

Otra limitación corresponde a que la propuesta se desarrolla con base en las condiciones académicas y técnicas identificadas durante el período de estudio. Por esta razón, cualquier implementación posterior deberá considerar las características de los equipos disponibles, las condiciones de conectividad y los posibles cambios en las versiones o requerimientos de los programas seleccionados.

Finalmente, el laboratorio virtual propuesto se considera un complemento de las prácticas presenciales y no un reemplazo de los laboratorios físicos, debido a que la formación en estas carreras también requiere el manejo de instrumentos, equipos y componentes reales.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Raman et al. (2022) desarrollaron una revisión histórica y un análisis bibliométrico de 9.523 publicaciones sobre laboratorios virtuales en educación superior producidas entre 1991 y 2021. El estudio utilizó el protocolo SPAR-4-SLR y examinó producción científica, citas, países, instituciones y colaboración. Los autores encontraron que el 72 % de las publicaciones se concentró entre 2011 y 2021. Dicho antecedente sirve para consolidar el campo y fortalecer la necesidad de seleccionar herramientas mediante criterios explícitos que den cuenta de la gran variedad de enfoques y posibles usos.

Sapriati et al. (2023) llevan a cabo una revisión sistemática tipo paraguas sobre laboratorios virtuales y aprendizaje autorregulado en educación superior. De 267 registros obtenidos en Scopus y Web of Science, 20 artículos cumplieron los criterios de inclusión. Los resultados mostraron efectos favorables de las intervenciones sobre el desempeño y las estrategias de aprendizaje. Este estudio se relaciona con la tesis porque sustenta la utilidad de disponer de entornos que permitan al estudiante preparar, repetir y documentar actividades con mayor autonomía.

Sellberg et al. (2024) efectuaron una revisión de alcance de 23 artículos publicados entre 2012 y 2023 sobre laboratorios virtuales en educación superior STEM. Mediante análisis temático y síntesis narrativa identificaron características comunes y tradiciones teóricas utilizadas en el campo. Los autores señalaron que todavía existe heterogeneidad conceptual y que se requieren estudios de las prácticas educativas reales. Este antecedente respalda la decisión de definir operativamente el laboratorio virtual y relacionarlo con actividades curriculares específicas.

Zhang y Liu (2024) analizaron el diseño y la implementación de laboratorios virtuales en la Universidad de Nankai. El estudio destacó que estos entornos pueden ampliar la práctica, disminuir restricciones de tiempo y espacio y facilitar la repetición, pero también reconoció que no sustituyen completamente la manipulación física. La relación con la presente investigación se encuentra en la complementariedad: la simulación se incorpora antes o después del laboratorio presencial y no como reemplazo de las destrezas instrumentales.

Li y Liang (2024) realizaron un metaanálisis con 46 estudios provenientes de 22 publicaciones sobre educación en ingeniería. Los autores hallaron efectos beneficiosos en motivación, participación, conocimientos, capacidad cognitiva, habilidades operativas y rendimiento. La elevada heterogeneidad que existe entre los estudios sugiere que los resultados dependen del diseño de la intervención aplicada y del contexto. Por lo tanto, la tesis no considera que se produzcan efectos automáticos de los programas seleccionados y propone la validación de la utilidad en función de cada materia impartida.

En virtud de los antecedentes revisados, se puede determinar que los laboratorios virtuales podrían utilizarse como complemento de las prácticas de modalidad presencial en la formación de ingeniería, pero su aplicación debería observar las exigencias académicas, los contenidos de las asignaturas, las características del software y de los recursos técnicos disponibles.

Por ello, el presente estudio se enfoca al diseño de una propuesta de puesta en marcha de software libre de simulación de la carrera Electrónica y Automatización y Electricidad de la UCSSG, considerando estos aspectos según el contexto académico de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Constructivismo y aprendizaje activo*

El constructivismo concibe el aprendizaje como un proceso en el que el estudiante relaciona la información nueva con conocimientos previos y reorganiza sus explicaciones mediante la actividad. En ingeniería, esta construcción se fortalece cuando el estudiante manipula modelos, formula hipótesis, modifica parámetros y contrasta los resultados con principios físicos y matemáticos.

El aprendizaje activo traslada el énfasis desde la recepción de contenidos hacia la resolución de tareas. Un simulador puede favorecer esta participación si la práctica exige decisiones justificadas y no una secuencia mecánica de comandos. Por ello, las guías futuras deberán solicitar predicciones, comparación de resultados, explicación de errores y conclusiones técnicas.

2.2.2. *Aprendizaje experiencial*

El aprendizaje experiencial organiza la formación como una secuencia de experiencia, observación, conceptualización y nueva experimentación. En un laboratorio virtual, el estudiante ejecuta un modelo, evalúa la respuesta, relaciona

el comportamiento con la teoría y varia la configuración para comprobar una alternativa nueva.

La propuesta tolera esta dinámica en tres momentos: preparación virtual, comprobación o articulación en el laboratorio físico y análisis posterior. La fase virtual permite conocer las variables y errores, la fase física fomenta destrezas instrumentales, y la reflexión final reúne las diferencias entre el modelo y el sistema real.

2.2.3. Formación basada en competencias

La formación basada en competencias vincula conocimientos, procedimientos y criterios de actuación con tareas del campo profesional. Una competencia práctica no se demuestra por conocer la interfaz de un programa, sino por resolver un problema, interpretar los resultados y producir una evidencia que pueda evaluarse.

En esta tesis, la correspondencia curricular se expresa mediante asignatura, aplicación propuesta y evidencia esperada. El uso de Qucs-S, por ejemplo, se vincula con esquemas, gráficas y comparación teórico-simulada; pandapower se relaciona con modelos de red, perfiles de tensión y decisiones operativas. Esta estructura mantiene el software subordinado al aprendizaje.

2.2.4. Integración pedagógica de la tecnología

La integración tecnológica requiere coherencia entre objetivos, contenidos, actividades, evaluación y condiciones de acceso. La OCDE (2023) señala que un ecosistema digital efectivo combina infraestructura, recursos, competencias docentes, gestión y mecanismos de confianza. Instalar una aplicación sin la guía, sin la responsabilidad ni el mantenimiento adecuados no puede considerarse una estrategia educativa sostenible.

La propuesta asume la vertiente pedagógica y la técnica de modo conjunto. La selección parte de las mallas, la instalación es objeto de seguridad y control de versiones; el uso académico se concreta mediante prácticas y evidencias: la articulación no permite que el laboratorio virtual sea un conjunto de programas independientes.

2.3. Fundamentos conceptuales y tecnológicos

2.3.1. Simulación en ingeniería

La simulación es la ejecución de un modelo que representa el comportamiento de un sistema bajo condiciones definidas. El modelo conserva variables y relaciones relevantes, pero necesariamente simplifica elementos del sistema real. Por ello, los resultados deben interpretarse dentro del alcance del modelo, sus supuestos y la precisión de los parámetros utilizados.

En circuitos, la simulación permite observar tensiones, corrientes, potencia, fase y respuesta temporal. En control facilita el análisis de estabilidad y respuesta dinámica; en máquinas relaciona variables eléctricas y mecánicas; y en sistemas de potencia permite estudiar flujo de carga, cortocircuitos y contingencias. Cada dominio requiere herramientas y modelos diferentes.

2.3.2. Laboratorios virtuales

Un laboratorio virtual es un entorno organizado de programas, modelos, guías, evidencias y criterios de evaluación que permite desarrollar experiencias prácticas mediante recursos digitales. El esquema no sólo consiste en instalar un simulador. Tiene que haber una intención curricular, un set de instrucciones, unos archivos de trabajo, unos mecanismos de soporte y de articulación con otras actividades previstas para la asignatura.

La modalidad permite el acceso repetido, el trabajo del propio ritmo o bien la exploración de unas situaciones que serían costosas o arriesgadas en un entorno físico.

Las limitaciones son la dependencia de la calidad del modelo, el escaso contacto con instrumentos, la no presentación de fallos a nivel material o bien, la posibilidad de que el estudiante ejecute procedimientos sin su comprensión; justificaciones que llevan a la necesidad de un acompañamiento docente y su complementariedad.

2.3.3. Software libre y condiciones de licencia

El software libre concede libertades de uso, estudio, modificación y redistribución conforme a las condiciones de una licencia. La gratuidad no es su única característica: un programa puede ser gratuito sin permitir acceso al código, mientras que una herramienta libre puede imponer obligaciones de atribución o conservación de la licencia.

Qucs-S se distribuye bajo GPL-2.0; SimulIDE, bajo GPL-3.0; Scilab, bajo GPL v2.0; OpenModelica dispone de modalidades de uso y redistribución bajo GPL y la licencia pública de OSMC; y pandapower utiliza una licencia BSD de tres cláusulas. La implementación futura deberá conservar avisos, licencias y documentación de cada paquete. El costo de licencia es USD 0,00, pero ello no elimina los requerimientos de soporte o infraestructura.

2.3.4. Complementariedad entre laboratorio virtual y laboratorio físico

El laboratorio virtual es productivo para preparar, repetir y analizar alternativas. El laboratorio físico es útil para manipular instrumentos, reconocer las tolerancias, el ruido, las desconexiones, los riesgos y las condiciones reales de operación. Ambos laboratorios desarrollan componentes distintos de la competencia práctica.

La propuesta implica que la simulación anteceda a la práctica presencial o la complemente. Un circuito puede modelarse antes de ser montado; un controlador puede configurarse antes de ser puesto a punto en una planta; y una red puede ser analizada antes de que se sintetice una decisión de operación. La validación física es lo que queda cuando la asignatura y los recursos lo necesiten.

2.4. Marco contextual y curricular

2.4.1. Contexto institucional

La Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG oferta las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad en modalidad presencial. Las páginas institucionales publican una duración de ocho semestres y perfiles vinculados con el diseño, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas tecnológicos (UCSG, 2026).

El análisis curricular del currículo utiliza las mallas o programas analíticos oficiales válidos como referencias complementarias. Las mallas, al permitir identificar las distintas asignaturas y su ubicación dentro del periodo formativo, mientras que los programas analíticos permiten identificar los contenidos, los resultados de aprendizaje y las actividades prácticas que pueden estar apoyadas mediante simulación. Las mallas o programas analíticos oficiales válidos junto con la percepción de los estudiantes, permiten relacionar las necesidades académicas detectadas, y las herramientas de simulación consideradas en la investigación.

2.4.2. Carrera de Electrónica y Automatización

La malla de Electrónica y Automatización incluye una progresión desde circuitos y programación hacia electrónica, sistemas digitales, microcontroladores, control, potencia, robótica y automatización industrial. Esta secuencia combina contenidos teóricos y prácticos en los que la simulación puede utilizarse como apoyo para representar circuitos, observar señales, analizar el comportamiento de sistemas y comprobar diferentes condiciones de funcionamiento.

Dentro de esta progresión se encuentran Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica, asignaturas que forman parte de la base común considerada en esta investigación. Su relación con los contenidos susceptibles de simulación y con las herramientas tecnológicas analizadas se desarrolla posteriormente a partir de los resultados obtenidos.

2.4.3. Carrera de Electricidad

La malla de Electricidad presenta una progresión desde circuitos, física y electrónica hacia instalaciones, máquinas eléctricas, control, transmisión, distribución, protección y operación de sistemas de potencia. Esta formación requiere relacionar los fundamentos eléctricos con aplicaciones de mayor complejidad conforme el estudiante avanza en la carrera.

Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica también forman parte de la base común considerada en esta investigación. Aunque estas asignaturas se encuentran presentes en las dos carreras analizadas, su aplicación puede orientarse de manera diferente de acuerdo con el campo profesional de cada una. En Electricidad, estos conocimientos sirven como base para asignaturas posteriores relacionadas con máquinas, instalaciones y sistemas eléctricos de potencia.

Por esta razón, la relación entre los contenidos de estas asignaturas y las herramientas de simulación debe considerar tanto los fundamentos comunes como las aplicaciones propias de la carrera. La correspondencia específica entre asignaturas, contenidos y programas de simulación se presenta posteriormente en los resultados de la investigación.

2.5. Marco legal

2.5.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador (2008) establece que la educación constituye un derecho y que el sistema de educación superior tiene finalidades relacionadas con la formación científica y profesional, la investigación, la innovación y la generación de soluciones. La propuesta se vincula con estas finalidades al organizar el uso académico de recursos tecnológicos en la formación de ingeniería.

2.5.2. Ley Orgánica de Educación Superior

La Ley Orgánica de Educación Superior (2010) orienta a las instituciones hacia la calidad, la pertinencia, la investigación, la innovación y el ejercicio responsable de la autonomía. En este contexto, la propuesta de laboratorio virtual se relaciona con el uso de recursos tecnológicos como apoyo a la formación académica, respetando la autonomía y las disposiciones internas de la institución.

2.5.3. Reglamento de Régimen Académico

El Reglamento de Régimen Académico (2022) regula la organización de los procesos de formación y reconoce actividades de aprendizaje práctico, experimentación y aplicación apoyadas por tecnologías. El laboratorio virtual se plantea como recurso integrado a las asignaturas y no como una instalación independiente del currículo.

2.5.4. Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación

El Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación (2016) articula el sistema de ciencia, tecnología e innovación con la educación superior e incorpora disposiciones relacionadas con tecnologías libres. La selección de programas abiertos es coherente con la circulación del conocimiento, siempre que se respeten las licencias y los derechos aplicables.

2.5.5. Aplicación del marco legal a la propuesta

El marco legal revisado permite relacionar la propuesta con el uso de recursos tecnológicos dentro de la educación superior y con la utilización de software libre como alternativa para apoyar las actividades académicas. La implementación de estas herramientas debe respetar las licencias

correspondientes, los derechos aplicables y las disposiciones internas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

La propuesta se limita a establecer las condiciones académicas y técnicas necesarias para el uso de laboratorios virtuales, sin definir procedimientos administrativos internos de la Universidad. Los aspectos relacionados con infraestructura, conectividad y requerimientos técnicos se desarrollan posteriormente dentro de la propuesta de implementación.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque metodológico

La investigación se desarrolló desde un enfoque mixto de predominio cualitativo, con un componente cuantitativo descriptivo. El componente cualitativo permitió analizar la relación entre los contenidos curriculares, las funciones de los programas de simulación y las condiciones técnicas necesarias para una posible implementación.

El componente cuantitativo se incorporó mediante una encuesta aplicada a estudiantes de las carreras analizadas. Los resultados se procesaron mediante frecuencias absolutas y porcentajes, con el propósito de conocer la percepción estudiantil sobre las dificultades de aprendizaje cuando no se dispone de práctica, la importancia de las actividades prácticas, la utilidad de los simuladores como recurso complementario y las asignaturas en las que consideran necesario un mayor apoyo práctico.

El estudio mantuvo un diseño no experimental y transversal, debido a que no se manipularon variables ni se aplicó una intervención pedagógica a los estudiantes.

3.2. Tipo y diseño de la investigación

Por su finalidad, la investigación fue aplicada y proyectiva. Fue aplicada porque utilizó conocimientos pedagógicos, curriculares y tecnológicos para responder a una necesidad concreta relacionada con el uso de recursos de simulación en dos carreras de ingeniería. Fue proyectiva porque culminó en una propuesta de implementación futura basada en las necesidades académicas identificadas y en los requerimientos técnicos establecidos durante el estudio.

Por la fuente de información, el estudio fue documental y técnico. El componente documental comprendió el análisis de las mallas curriculares y los sílabos vigentes, la revisión de Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower, y la consideración de las condiciones legales e institucionales desarrolladas en el marco teórico. El componente técnico comprendió la selección de SimulIDE para su comprobación funcional mediante su instalación y ejecución en un equipo de prueba, así como la identificación de los requerimientos técnicos necesarios para una posible implementación.

El diseño fue no experimental, de corte transversal y descriptivo-propositivo. Fue no experimental porque no se manipularon variables educativas ni se conformaron grupos de control o experimentales. Fue transversal porque la recolección de información, la revisión documental y la comprobación técnica se realizaron durante el período de elaboración del trabajo. El alcance descriptivo permitió caracterizar las necesidades académicas, las alternativas de software y las condiciones técnicas requeridas, mientras que el componente propositivo permitió integrar estos resultados en una propuesta de implementación futura.

3.3. Objeto de estudio y contexto

Se llevó a cabo el estudio de la integración de software libre de simulación como recurso complementario al desarrollo al proceso de las actividades prácticas correspondientes a los distintos cursos de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

El contexto del proceso de investigación estuvo constituido por las especificaciones académicas y técnicas de una posible implementación de laboratorios virtuales. Para ello fueron consideradas la percepción de los estudiantes, las mallas curriculares o los sílabos en vigor, las características de los programas de simulación estudiados y las especificaciones técnicas para su uso.

La investigación fue en dirección de construir la vinculación entre las necesidades de apoyo práctico que se concluyeron como necesidades a partir de la pregunta de investigación que planteamos desde el inicio, los contenidos relacionados con las materias y las herramientas de simulación que encontramos disponibles en la literatura, con el objetivo de fundamentar una propuesta de implementación vinculada al contexto de las carreras en cuestión.

3.4. Unidades de análisis

1. La primera unidad de análisis estuvo conformada por la percepción de los estudiantes de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad sobre las necesidades de apoyo práctico y el uso de herramientas de simulación.
2. La segunda unidad de análisis estuvo formada por las mallas curriculares y los sílabos vigentes de ambas carreras, utilizados para identificar las asignaturas y contenidos que pueden ser apoyados mediante laboratorios virtuales.

3. La unidad tercera fue correspondiente a las cinco alternativas de software libre analizadas en la investigación: Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower; herramientas que fueron analizadas siguiendo las características que describen su relación con asignaturas, contenidos y aplicaciones prácticas que fueron identificados.
4. La cuarta unidad de análisis estuvo constituida por SimulIDE como herramienta seleccionada para la comprobación funcional. Para esta actividad se consideró su instalación y ejecución en un equipo de prueba, así como los requerimientos técnicos observados durante su funcionamiento.
5. Finalmente, se consideraron las condiciones técnicas necesarias para una posible implementación del laboratorio virtual, principalmente las características de los equipos, la conectividad y los recursos requeridos para el funcionamiento de la propuesta.

3.5. Categorías de análisis, dimensiones, indicadores e ítems

Debido a que el estudio no pretendió establecer relaciones causales ni contrastar variables estadísticas, se trabajó con categorías de análisis. Cada categoría se desagregó en dimensiones, indicadores e ítems de revisión, de manera que el análisis curricular, la selección tecnológica, la comprobación funcional y el diseño de la propuesta respondieran a criterios explícitos y reproducibles.

Tabla 1*Categorías, dimensiones, indicadores e ítems de análisis*

Categoría	Dimensión	Indicador	Ítem de revisión
*Percepción estudiantil	*Aprendizaje sin práctica	*Dificultad percibida	*¿Qué tan difícil le resulta comprender los contenidos técnicos de una asignatura cuando no puede realizar actividades prácticas?
*Percepción estudiantil	*Modalidad de aprendizaje	*Recurso de apoyo mejor valorado	*¿Qué recurso considera que le ayuda más a comprender los contenidos técnicos de las asignaturas?
*Percepción estudiantil	*Simulación complementaria	*Utilidad percibida	*Cuando no es posible realizar una práctica en un laboratorio físico, ¿qué tan útil considera el uso de un simulador como recurso complementario?
*Percepción estudiantil	*Experiencia con simuladores	*Uso previo	*Durante su formación universitaria, ¿ha utilizado algún programa de simulación para desarrollar actividades relacionadas con sus asignaturas?
*Percepción estudiantil	*Necesidad de apoyo práctico	*Asignatura que requiere mayor apoyo	*De las siguientes asignaturas comunes a las carreras analizadas, ¿cuál considera que necesita mayor apoyo práctico mediante herramientas de simulación?
*Percepción estudiantil	*Aplicación en Electrónica	*Aporte de la simulación	*¿Considera que el uso de un simulador favorecería la comprensión de los contenidos y el desarrollo de actividades prácticas en la asignatura de Electrónica?

Nota. Elaboración propia.

3.6. Universo de estudio y selección intencional

El universo de estudio estuvo relacionado con el contexto académico de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Para el componente estudiantil se consideraron alumnos de ambas carreras que, por su avance académico, hubieran cursado las asignaturas tomadas como referencia en la investigación y pudieran aportar información sobre las necesidades de apoyo práctico y el uso de herramientas de simulación.

Para la aplicación de la encuesta se trabajó con una muestra no probabilística e intencional de 50 estudiantes. La selección consideró estudiantes de 5to y 6to semestre, debido a que ya cuentan con experiencia académica en las asignaturas analizadas y pueden emitir una opinión relacionada con las prácticas, el uso de simuladores y las materias que requieren mayor apoyo mediante este tipo de herramientas.

Además del componente estudiantil, se consideraron las mallas curriculares y los sílabos vigentes de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad. La frecuencia de los contenidos que pueden ser apoyados por simulación y las asignaturas que existen en los documentos analizados fueron la base para la identificación de determinados contenidos que quedaban apoyados mediante simulación. Los contenidos de Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica fueron las que consideramos como asignaturas comunes a las dos carreras analizadas.

La parte tecnológica determinó cinco alternativas de software como programas de simulación y los seleccionados fueron Qucs-S, SimulIDE, SciLab/Xcos, OpenModelica y pandapower. Dicha selección se formuló a partir de su relación con los contenidos y las prácticas que consideramos y reflejamos en la reseña del estudio. Del total de las alternativas, decidimos elegir SimulIDE para llevar a cabo un tipo de verificación funcional de la instalación y la ejecución de las prácticas por esta herramienta sobre un PC.

La selección de los estudiantes, documentos curriculares y programas de simulación respondió a criterios relacionados con los objetivos de la investigación.

Tabla 2*Unidades seleccionadas y función dentro del estudio*

Unidad seleccionada	Cantidad	Tipo de selección	Función dentro del estudio
*Estudiantes de ambas carreras	*50	*No probabilística e intencional	*Conocer la percepción sobre las prácticas, el uso de simuladores y las asignaturas que requieren mayor apoyo.
*Mallas curriculares y sílabos	*2 mallas y sílabos de 3 asignaturas comunes	*Intencional por pertinencia académica	*Identificar asignaturas y contenidos que pueden ser apoyados mediante simulación.
*Software libre de simulación	5 *programas	*Intencional por pertinencia tecnológica	*Analizar su relación con los contenidos y aplicaciones prácticas identificadas.
*SimulIDE	*1 programa	*Intencional para comprobación funcional	*Comprobar su instalación y ejecución en una computadora personal e identificar sus requerimientos técnicos.

Nota. Elaboración propia.

3.7. Técnicas e instrumentos de investigación

3.7.1. Revisión documental y curricular

La revisión documental comprendió el análisis de las mallas curriculares y los sílabos vigentes de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad. Se revisaron las asignaturas, su ubicación dentro de las mallas y los contenidos que pueden ser apoyados mediante herramientas de simulación.

Esta revisión se utilizó como complemento de la información obtenida mediante la encuesta, con el propósito de relacionar las necesidades de apoyo práctico identificadas por los estudiantes con los contenidos establecidos en las asignaturas tomadas como referencia.

3.7.2. Análisis comparativo de alternativas tecnológicas

Para organizar la información obtenida de las mallas curriculares y los sílabos se utilizó una matriz de análisis curricular. En ella se registraron las asignaturas, el semestre en el que se encuentran ubicadas, los contenidos relacionados con actividades prácticas y las posibilidades de apoyo mediante simulación.

El análisis permitió establecer una relación entre las tres asignaturas comunes consideradas en las dos carreras: Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica, y los contenidos que posteriormente fueron relacionados con las herramientas de software libre analizadas.

3.7.3. Comprobación funcional de SimulIDE

Con el propósito de analizar los programas de software libre analizados, se aplicó una matriz comparativa que consideró el software Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower. La matriz comparativa incluyó consideraciones acerca de la funcionalidad, facilidad de uso, compatibilidad, documentación, tipos de licencia, las necesidades técnicas requeridas y relación con los contenidos y las aplicaciones prácticas para los que fueron identificados.

Esta técnica permitió establecer qué herramientas presentan mayor relación con las necesidades académicas analizadas, sin considerar que todos los programas fueron comprobados de manera práctica.

3.7.4. Análisis técnico-económico de la propuesta

La comprobación funcional se realizó únicamente con SimulIDE, debido a que fue la herramienta seleccionada para realizar una prueba práctica dentro de la investigación. El programa fue descargado, instalado y ejecutado en una computadora personal.

Durante la comprobación se verificaron aspectos relacionados con la instalación y apertura del programa, la construcción o carga del circuito utilizado para la prueba, la ejecución de la simulación y la visualización de su funcionamiento. Las capturas de pantalla obtenidas durante este proceso se utilizaron como evidencia de la comprobación realizada.

También se registraron las características técnicas de la computadora personal utilizada para la prueba, como sistema operativo, procesador y memoria RAM. Estas características se comparan posteriormente con las de los computadores disponibles en la Facultad, con el propósito de establecer si existen condiciones similares para la ejecución de SimulIDE.

3.7.5. Encuesta a estudiantes

Se aplicó una encuesta a una muestra no probabilística e intencional de 50 estudiantes de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad. Los participantes correspondieron a 5to y 6to semestre, considerando estudiantes que hubieran cursado las asignaturas tomadas como referencia en la investigación.

El instrumento estuvo conformado por seis preguntas cerradas, orientadas a conocer la percepción de los estudiantes sobre la dificultad para comprender contenidos técnicos sin realizar prácticas, la importancia de las actividades prácticas, la utilidad de los simuladores, la experiencia previa con herramientas de

simulación, las asignaturas que requieren mayor apoyo práctico y el posible aporte de la simulación en la comprensión de contenidos de Electrónica.

Previo a la aplicación del cuestionario, el instrumento fue validado mediante juicio de expertos, para lo cual fue entregado a especialistas del área que evaluaron el conjunto de ítems por medio de una matriz de validación, considerando criterios de claridad pertinencia, coherencia y relevancia. Las observaciones que surgieron fueron analizadas e incorporadas para asegurar fueran consideradas las exigencias metodológicas de la investigación.

Los resultados fueron organizados mediante frecuencias absolutas y porcentajes. La información obtenida se utilizó como apoyo para identificar las necesidades académicas y posteriormente contrastarlas con las mallas curriculares y los sílabos vigentes. El formato de la encuesta aplicada se incluye en los anexos de la investigación.

3.8. Procedimiento de la investigación

El procedimiento de la investigación se desarrolló de forma secuencial, de acuerdo con los objetivos específicos planteados. En una primera etapa se recopiló información relacionada con las necesidades de apoyo práctico de los estudiantes. Para ello, se aplicó una encuesta a 50 estudiantes de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad, considerando participantes que hubieran cursado las asignaturas tomadas como referencia en el estudio.

Las mallas curriculares y los sílabos vigentes de ambas carreras se sometieron a una revisión. Esta revisión logró comparar y contrastar la percepción de los alumnos con la estructura curricular y, al mismo tiempo, identificar las asignaturas y contenidos a los que se puede aplicar soporte mediante herramientas de simulación; como resultado de tal proceso se consideraron tres asignaturas comunes a las carreras consideradas: Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica.

En un segundo momento, se procedió a realizar el análisis de las aplicaciones de software libre Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower que hacían la competencia. Esto consistió en una revisión de su funcionalidad, facilidad de uso, compatibilidad, documentación, licencia, requerimientos técnicos y relación con los Contenidos y Aplicaciones Prácticas identificadas. A partir del estudio realizado entre unas y otras se conformaron las

herramientas de simulación e incluso las necesidades académicas tenidas en consideración para el estudio.

En una tercera etapa se realizó la comprobación funcional de SimulIDE. El programa fue descargado, instalado y ejecutado en una computadora personal, donde se verificaron aspectos relacionados con su instalación, apertura y funcionamiento mediante actividades de simulación. Durante este proceso se obtuvieron capturas de pantalla como evidencia de la comprobación realizada y se registraron las características técnicas del equipo utilizado.

Posteriormente, las características de la computadora personal utilizada para la prueba se compararon con las de los computadores disponibles en la Facultad, considerando principalmente el sistema operativo, procesador, memoria RAM y otros requerimientos necesarios para la ejecución del programa. Esta comparación permitió establecer una referencia sobre las condiciones técnicas requeridas para una posible implementación.

Finalmente, los resultados de la encuesta, el análisis curricular, la revisión de las alternativas de software y la comprobación funcional de SimulIDE se integraron para elaborar la propuesta de implementación del laboratorio virtual como complemento de las actividades prácticas de las carreras analizadas.

3.9. Rigor de los procedimientos

Para mantener la coherencia de la investigación, la información obtenida mediante la encuesta se contrastó con la revisión de las mallas curriculares y los sílabos vigentes de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad. Este procedimiento permitió relacionar la percepción de los estudiantes con las asignaturas y contenidos establecidos en los documentos académicos.

En el análisis de las alternativas de software se aplicaron los mismos criterios de revisión a Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower, considerando aspectos como funcionalidad, facilidad de uso, compatibilidad, documentación, licencia, requerimientos técnicos y relación con los contenidos identificados. De esta manera, la comparación se realizó bajo criterios comunes para las herramientas consideradas.

Para la comprobación funcional de SimulIDE se registraron las actividades realizadas durante la instalación y ejecución del programa en una computadora personal. Las capturas de pantalla obtenidas durante este proceso se conservaron como evidencia del funcionamiento observado. Asimismo, se registraron las

características técnicas del equipo utilizado para posteriormente compararlas con las de los computadores disponibles en la Facultad.

Finalmente, los resultados obtenidos mediante la encuesta, el análisis curricular, la revisión de las alternativas de software y la comprobación funcional se analizaron de manera conjunta, con el propósito de mantener correspondencia entre los objetivos específicos, los procedimientos realizados y la propuesta de implementación.

3.10. Procesamiento y análisis de la información

La información obtenida mediante la encuesta aplicada a 50 estudiantes se organizó de acuerdo con las seis preguntas del instrumento. Las respuestas se procesaron mediante frecuencias absolutas y porcentajes, con el propósito de identificar tendencias relacionadas con las dificultades de aprendizaje sin práctica, la importancia de las actividades prácticas, la utilidad y experiencia previa con simuladores, las asignaturas que requieren mayor apoyo práctico y el aporte que puede tener la simulación en la comprensión de contenidos de Electrónica.

Los resultados de la encuesta se organizaron considerando la carrera y el semestre de los participantes. Cuando fue necesario comparar la percepción de los estudiantes de Electrónica y Automatización con los de Electricidad, la información se presentó de manera separada por carrera, con el fin de facilitar su interpretación y evitar agrupar resultados correspondientes a contextos curriculares diferentes.

La información curricular se procesó por carrera, semestre, asignatura y contenidos susceptibles de simulación. Posteriormente, se compararon las mallas curriculares y los sílabos de ambas carreras para identificar coincidencias y establecer la relación de las tres asignaturas comunes consideradas en el estudio: Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica. Los resultados de la encuesta se contrastaron con la información, a fin de que sirviera para dar cuenta de la selección de la herramienta que estábamos buscando.

La información técnica se ordenó teniendo en cuenta herramientas, correspondencia curricular, funcionalidad, documentación, licencia, compatibilidad y requerimientos técnicos. Los mismos criterios se aplicaron en Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower, del que se imbricaron las relaciones con los contenidos y las aplicaciones prácticas como habíamos identificado. Como consecuencia de este análisis se decide elegir entre las herramientas SimulIDE para la comprobación funcional.

La información correspondiente a la comprobación de SimulIDE se organizó de acuerdo con las actividades realizadas durante su instalación y ejecución en una computadora personal. Se registró el funcionamiento observado y se utilizaron las capturas de pantalla obtenidas durante la prueba como evidencia de la comprobación. También se registraron las características técnicas de la computadora utilizada y se compararon con las de los computadores disponibles en la Facultad para establecer una referencia sobre las condiciones necesarias para la ejecución del programa.

La información económica se procesó mediante la organización de los costos considerados para la propuesta, diferenciando los recursos disponibles de aquellos que requieren una inversión. Finalmente, los resultados de la encuesta, el análisis curricular, la comparación de las alternativas de software, la comprobación funcional de SimulIDE y los requerimientos técnicos y económicos se integraron para sustentar la propuesta de implementación.

3.11. Alcance de la validación

La validación realizada en esta investigación se limitó al análisis académico y técnico necesario para sustentar la propuesta. En el componente académico, se consideró la relación entre la percepción de los estudiantes, las mallas curriculares y los sílabos vigentes, con el propósito de identificar las asignaturas y contenidos que pueden ser apoyados mediante herramientas de simulación.

En el componente tecnológico se analizaron Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower de acuerdo con los criterios establecidos en la investigación. La comprobación funcional se realizó únicamente con SimulIDE mediante su instalación y ejecución en una computadora personal. Las capturas obtenidas durante la prueba constituyeron evidencia del funcionamiento observado.

Como parte de esta comprobación también se consideraron las características técnicas de la computadora utilizada y su comparación con las de los computadores disponibles en la Facultad. Esta comparación permitió establecer una referencia de compatibilidad para una posible implementación, sin afirmar que el programa haya sido instalado o probado directamente en los equipos de la Universidad.

El alcance de la validación no incluyó la implementación definitiva del laboratorio virtual ni la evaluación de su efecto sobre el rendimiento académico de

los estudiantes. Por esta razón, los resultados obtenidos permiten sustentar la viabilidad de la propuesta desde las condiciones analizadas, pero no corresponden a una evaluación posterior a su implementación.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados del análisis curricular

4.1.1 Resultados de la encuesta

Tabla 3

Dificultad para comprender contenidos técnicos sin práctica

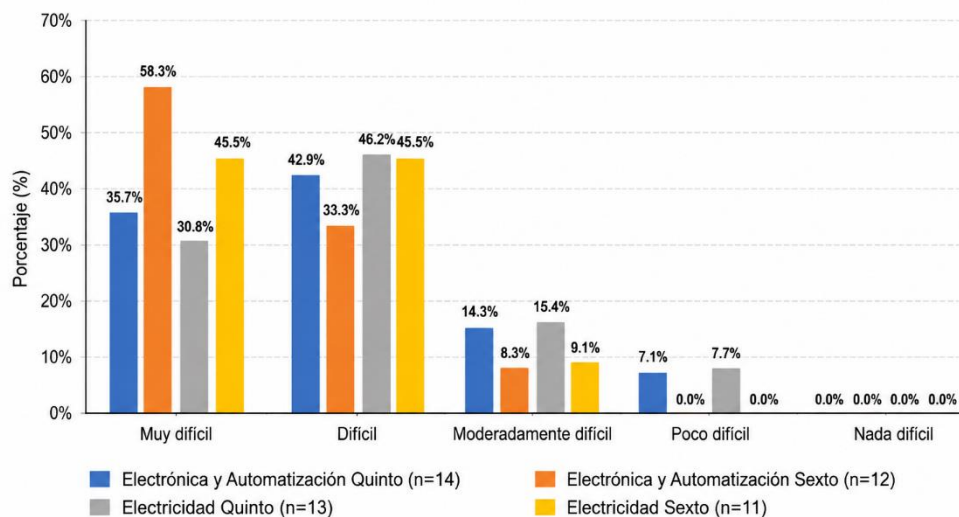
Carrera	Semes- tre	Muy di- fícil	Difícil	Moderada- mente difí- cil	Poco difícil	Nada difícil	Total
Electrónica y Au- tomatización	Quinto	5	6	2	1	0	14
Electrónica y Au- tomatización	Sexto	7	4	1	0	0	12
Electricidad	Quinto	4	6	2	1	0	13
Electricidad	Sexto	5	5	1	0	0	11
Total		21	21	6	2	0	50

Autores: Velasco Amaluisa, Johanna Katherine

Fuente: Encuesta aplicada

Gráfico 1

Dificultad para comprender contenidos técnicos sin práctica



Autores: Velasco Amaluisa, Johanna Katherine

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis: Los datos que se han obtenido muestran que la mayor parte del alumnado considera que la ausencia de actividades prácticas hace que la comprensión de los contenidos técnicos sea bastante complicada de asimilar. De la totalidad de los participantes, 21 estudiantes (42%) manifestaron que esta situación es "muy difícil", mientras que otros 21 estudiantes (42%) la consideran "difícil".

Si los datos son analizados de manera agrupada en función de los grupos académicos, los resultados muestran que el alumnado del sexto semestre manifiesta con mayor intensidad dicha dificultad, sobre todo en Electrónica y Automatización, en los que 7 de 12 participantes de esta materia optaron por la opción "muy difícil". El comportamiento de los datos obtenidos podría relacionarse con que, conforme el alumnado va avanzando en su formación académica, se enfrentan a contenidos más complejos, lo que también necesita de una interacción práctica especialmente intensa para llevar a cabo su asimilación.

En Electricidad el resultado también se inclina con un resultado positivo e incluso podría considerarse favorable en el sentido de que la mayor parte de los estudiantes consideran que es importante contar con herramientas complementarias que permitan hacer experimentos y validar conceptos técnicos fuera del laboratorio.

Tabla 4

Recurso que más ayuda a comprender los contenidos técnicos

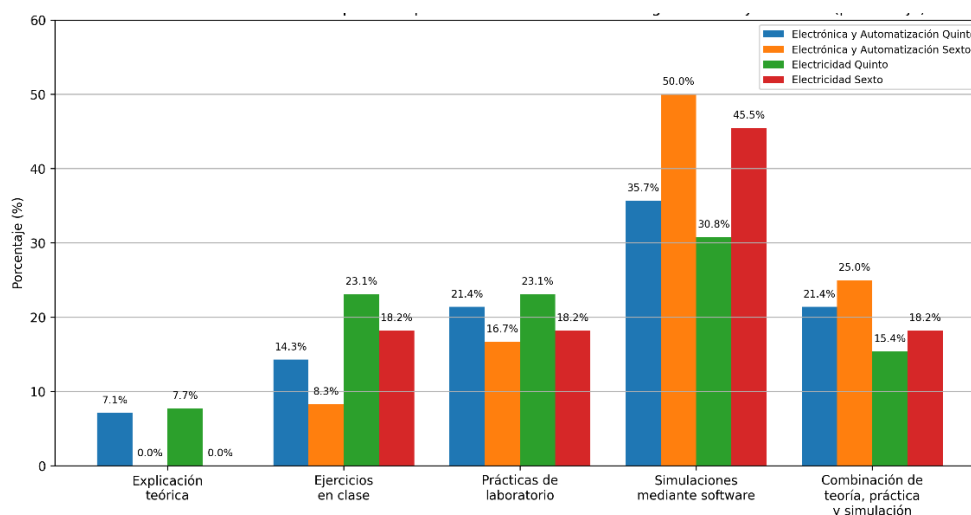
Carrera	Semestre	Explicación teórica	Ejercicios desarrollados en clase	Prácticas de laboratorio	Simulaciones mediante software	Combinación de teoría, práctica y simulación	Total
Electrónica y Automatización	Quinto	1	2	3	5	3	14
Electrónica y Automatización	Sexto	0	1	2	6	3	12
Electricidad	Quinto	1	3	3	4	2	13
Electricidad	Sexto	0	2	2	5	2	11
Total		2	8	10	20	10	50

Autores: Velasco Amaluisa, Johanna Katherine

Fuente: Encuesta aplicada

Gráfico 2

Recurso que más ayuda a comprender los contenidos técnicos



Autores: Velasco Amaluisa, Johanna Katherine

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis: Los resultados obtenidos revelan que los estudiantes consideran a las simulaciones por software como el recurso de mayor provecho para favorecer y/o estabilizar la comprensión de las materias técnicas, puesto que esta opción se erigió como la favorita del alumnado con hasta 20 estudiantes (40 %). Este hallazgo pone de relieve la relevancia que asumen las herramientas digitales como apoyo auxiliar dentro de la formación práctica en Ingeniería.

Al indagar en los resultados por carrera y por semestre se puede observar que los estudiantes de Electrónica y Automatización de sexto semestre tienen la mayor aceptación hacia las simulaciones por software, con una opción del 50 %, seguidos por los estudiantes de Electricidad de sexto semestre, que alcanzan un

45,5 % en cuanto a sus preferencias. Esta tendencia puede casar con la situación académica de ambos grupos, dado que los estudiantes del nivel superior tienen un mayor desarrollo curricular sobre las materias en las que tienen que analizar, verificar y modificar parámetros en los sistemas y circuitos eléctricos y electrónicos.

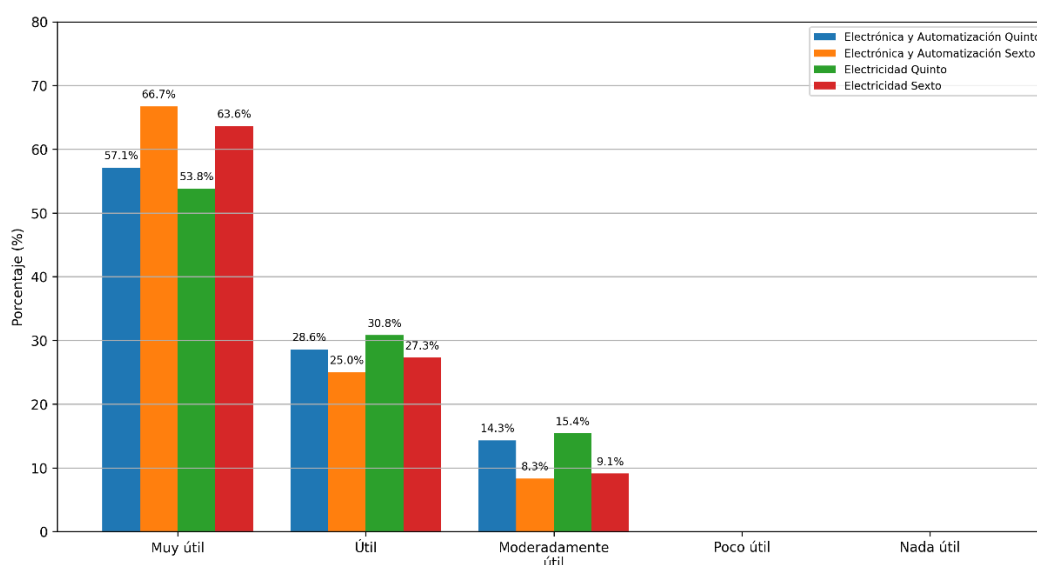
Respecto a los alumnos del quinto semestre, la valoración sobre las simulaciones también se percibe positiva; en cambio, hay un débil predominio de otros recursos. En Electrónica y Automatización del quinto semestre, el componente de simulaciones por software ocupa el 35,7 %, mientras que las prácticas de laboratorio y la implicación de teoría, práctica y simulación dan lugar a ocupaciones por el 21,4 %. En Electricidad del quinto semestre, el componente de simulaciones es del 30,8 %, compartiendo importancia con las prácticas de laboratorio y con la optimización de ejercicios ejecutados en clase.

El gráfico pone de manifiesto que la explicación teórica goza de menos preferencia respecto a los recursos prácticos y digitales, puesto que presenta valores por debajo del 8% en los grupos considerados. Como consecuencia de lo anterior, se manifiesta que, a pesar de que los fundamentos teóricos son necesarios en el proceso de formación profesional, los alumnos intuyen que precisan de estrategias alternativas que faciliten la aplicación y visualización de los conceptos que van aprendiendo.

Por último, los resultados se contextualizan dentro del conjunto de resultados que enfatiza el interés que los alumnos demuestran por hacer uso de las herramientas de simulación en el marco de su proceso académico, y lo consideran como un recurso que complementa las prácticas tradicionales. Esto hace pensar que efectivamente tiene sentido considerar el uso del software libre de simulación como una alternativa de fácil acceso para enriquecer el aprendizaje práctico, sobre todo en situaciones en las cuales no se dispone de laboratorios o bien de equipos físicos.

Tabla 5*Utilidad del simulador cuando no es posible realizar una práctica física*

Carrera	Semestre	Muy útil	Útil	Moderadamente útil	Poco útil	Nada útil	Total
Electrónica y Automatización	Quinto	8	4	2	0	0	14
Electrónica y Automatización	Sexto	8	3	1	0	0	12
Electricidad	Quinto	7	4	2	0	0	13
Electricidad	Sexto	7	3	1	0	0	11
Total		30	14	6	0	0	50

Autores: Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**Fuente:** Encuesta aplicada**Gráfico 3***Utilidad del simulador cuando no es posible realizar una práctica física***Autores:** Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**Fuente:** Encuesta aplicada

Análisis: Los resultados obtenidos son favorables para estimar la utilidad de los simuladores como recurso alternativo que complementa la práctica física cuando no es posible llevarla a cabo. De entre el total de alumnos encuestados, 30 participantes (60%) opinan que el uso de simuladores es muy útil, 14 alumnos (28%) opinan que es útil y únicamente 6 alumnos (12%) lo consideran moderadamente útil.

Al observar los resultados en función de carrera y del semestre, se puede observar que los alumnos de Electrónica y Automatización del sexto semestre

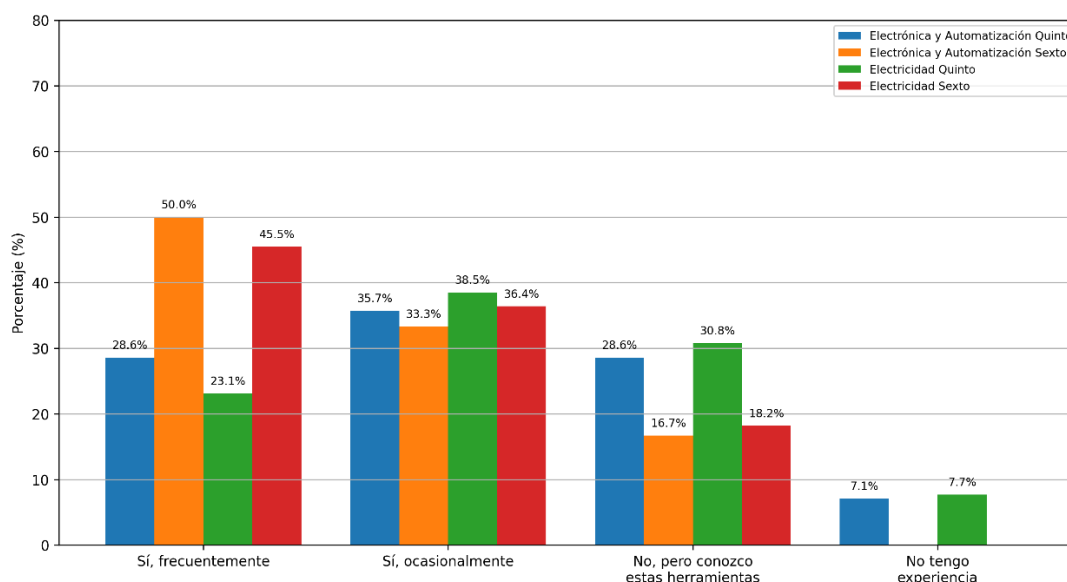
tienen la mayor valoración positiva, ya que el 66,7 % de las respuestas se recogen en la opción "muy útil". Este resultado se puede explicar por la propia dinámica de las enseñanzas del grado; es decir, las materias que deben cursar, junto con las herramientas de simulación, permiten trabajar circuitos, sistemas electrónicos y validar comportamientos antes de una implementación física.

En la carrera de Electricidad los alumnos también tienen una valoración positiva. Los estudiantes de sexto semestre obtienen una valoración del 63.6 % en la categoría "muy útil", mientras que los estudiantes de quinto semestre alcanzan el 53.8 %. Este hecho pone de manifiesto que sean de la carrera de Electricidad o no, los estudiantes consideran que los simuladores constituyen una alternativa que favorece la comprensión de contenidos técnicos en la medida que las principales dificultades aparecen precisamente con el acceso a laboratorios de dispositivos o equipos.

Los resultados muestran que el software de simulación no es entendido como un sustitutivo total de las actividades experimentales, sino que en cambio se asimila como una herramienta auxiliar a la didáctica para enriquecerse con conocimientos, ensayar antes de hacer prácticas, y mejorar el entendimiento de fenómenos técnicos propios de ambientes virtuales.

Tabla 6*Uso previo de programas de simulación*

Carrera	Semestre	Sí, frecuentemente	Sí, ocasionalmente	No, pero conozco estas herramientas	No tengo experiencia	Total
Electrónica y Automatización	Quinto	4	5	4	1	14
Electrónica y Automatización	Sexto	6	4	2	0	12
Electricidad	Quinto	3	5	4	1	13
Electricidad	Sexto	5	4	2	0	11
Total		18	18	12	2	50

Autores: Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**Fuente:** Encuesta aplicada**Gráfico 4***Uso previo de programas de simulación***Autores:** Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**Fuente:** Encuesta aplicada

Análisis: Los resultados obtenidos revelan que la mayor parte de estudiantes cuenta con algún nivel de experiencia previa con herramientas de simulación. En total, 18 estudiantes (36 %) refirieron utilizar regularmente estas herramientas. Por otro lado, 18 estudiantes (36 %) indicaron que las emplean esporádicamente, lo cual pone de manifiesto que hay contacto previo con este tipo de recursos digitales que se utilizan en la formación académica.

El análisis de los resultados de los estudiantes según su carrera y semestre cursado se puede observar que los estudiantes del grado de Electrónica y Automatización de sexto semestre son quienes tienen más experiencia, pues 6

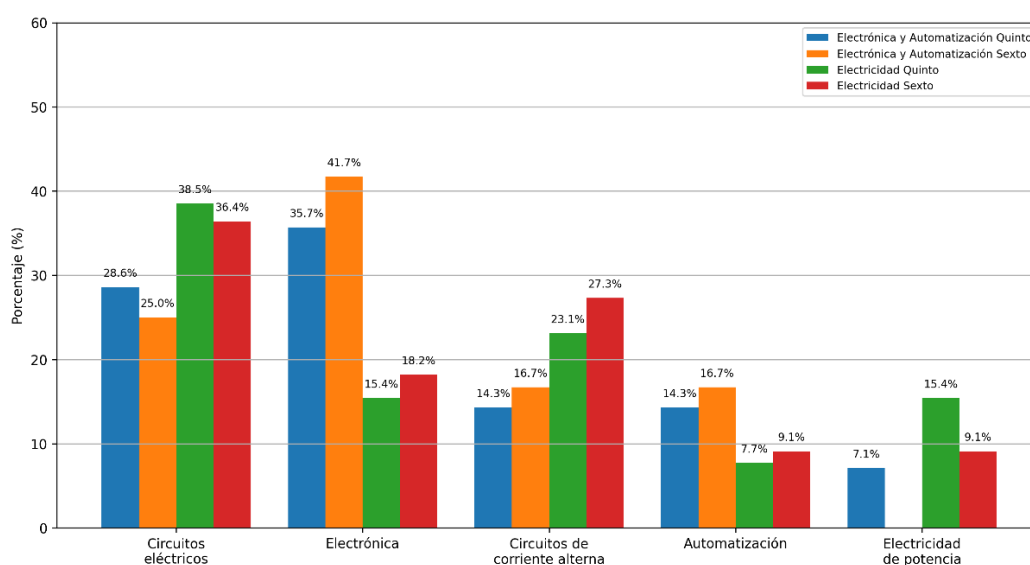
estudiantes (50 %) afirman utilizar periódicamente simuladores. De entre las posibles explicaciones para el hecho de que los alumnos tengan experiencia previa con este tipo de herramientas, podemos relacionarlo con las características específicas de las asignaturas que estos alumnos cursan, ya que la asignatura que desarrolla análisis y diseño de sistemas electrónicos requiere el uso más frecuente de herramientas computacionales.

En la carrera de Electricidad, los estudiantes del semestre seis también muestran mayor competencia con estas herramientas que los estudiantes del semestre cinco, con un 45,5 % de uso frecuente, lo que pone de manifiesto que la experiencia en el uso de simuladores aumenta cuando el alumnado transita por su proceso formativo.

Por otro lado, solamente dos estudiantes (4 %) afirmaron carecer de experiencia con programas de simulación, lo que pone de manifiesto el hecho de que estas herramientas ya están enmarcadas en la formación del alumnado, pero todavía se debe intentar robustecer su incorporación mediante estrategias docentes que permitan su uso como material práctico para las asignaturas técnicas.

Tabla 7*Asignatura que requiere mayor apoyo mediante simulación*

Carrera	Semestre	Circuitos eléctricos	Electrónica	Circuitos de corriente alterna	Automatización	Electricidad de potencia	Total
Electrónica y Automatización	Quinto	4	5	2	2	1	14
Electrónica y Automatización	Sexto	3	5	2	2	0	12
Electricidad	Quinto	5	2	3	1	2	13
Electricidad	Sexto	4	2	3	1	1	11
Total		16	14	10	6	4	50

Autores: Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**Fuente:** Encuesta aplicada**Gráfico 5***Asignatura que requiere mayor apoyo mediante simulación***Autores:** Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**Fuente:** Encuesta aplicada

Análisis: Los resultados han puesto de manifiesto que la asignatura en la que los alumnos consideran tener más necesidad de apoyo a través de herramientas de simulación es Circuitos eléctricos, que obtuvo 16 alumnos (32 %), seguida de Electrónica, con 14 alumnos (28 %). Esto evidencia que los alumnos consideran especialmente útil el uso de simuladores en asignaturas en las que deben analizar variables eléctricas, comportamiento de componentes, y la representación gráfica de circuitos.

Cuando se analizan los resultados en función de la carrera y el semestre, se puede poner de manifiesto que los alumnos de Electrónica y Automatización

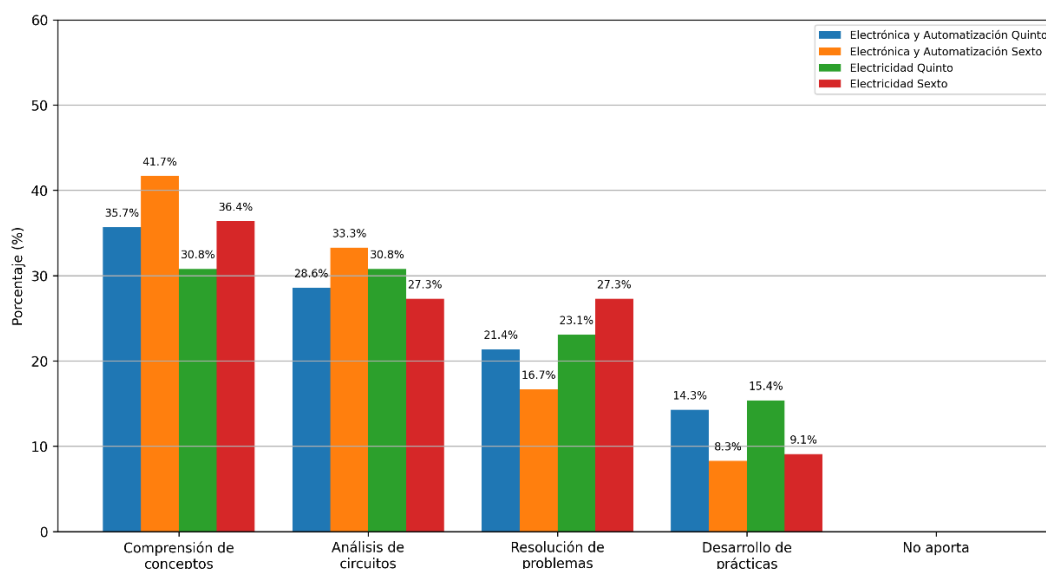
manifiestan en mayor grado sus preferencias por la aplicación de simulación en la asignatura de Electrónica, alcanzando 5 respuestas tanto en el quinto como en el sexto semestre. Este resultado contribuye a la propia naturaleza de la carrera, teniendo en cuenta que los alumnos trabajan con circuitos electrónicos y dispositivos, además de sistemas que requieren comprobación en una etapa previa a la implementación mediante herramientas digitales.

La carrera de Electricidad presenta una mayor concentración de estudiantes en la materia de Circuitos eléctricos, con un total de 5 estudiantes de quinto semestre y 4 de sexto semestre. Esto demuestra que los simuladores pueden llegar a convertirse en un recurso de apoyo para entender el comportamiento de los sistemas eléctricos antes de realizar las prácticas físicas.

En términos generales, los resultados evidencian que la incorporación de software libre de simulación puede contribuir sobre todo para asignaturas de carácter técnico-práctico, donde la experimentación virtual es una manera de poder complementar la explicación teórica, fortaleciendo así el aprendizaje mediante la comprobación de resultados.

Tabla 8*Aporte de la simulación a la asignatura de Electrónica*

Carrera	Semestre	Comprensión de conceptos	Análisis de circuitos	Resolución de problemas	Desarrollo de prácticas	No aporta	Total
Electrónica y Automatización	Quinto	5	4	3	2	0	14
Electrónica y Automatización	Sexto	5	4	2	1	0	12
Electricidad	Quinto	4	4	3	2	0	13
Electricidad	Sexto	4	3	3	1	0	11
Total		18	15	11	6	0	50

Autores: Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**Fuente:** Encuesta aplicada**Gráfico 6***Aporte de la simulación a la asignatura de Electrónica***Autores:** Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**Fuente:** Encuesta aplicada

Análisis: Los resultados obtenidos revelan que los estudiantes atribuyen su principal utilidad a la simulación con software en la asignatura de Electrónica al aprendizaje de los conceptos técnicos, opina el 36 % de los estudiantes, que equivale a un grupo de 18 personas. Esto implica que las herramientas de simulación se valoran más bien como un recurso que favorece la visualización y la comprensión del comportamiento de los sistemas electrónicos.

La segunda opción más valorada es el análisis de circuitos con un 30 % de estudiantes (15 personas), lo que indica que los estudiantes consideran demasiado útiles los simuladores para verificar pautas de conexión, analizar respuestas y fijar

el comportamiento de diferentes componentes antes de que la implementación en la realidad ocurra.

Al analizar los resultados por carrera y semestre, se concluye que los alumnos de la carrera de Electrónica y Automatización, específicamente del quinto y sexto semestre, son los que muestran mayor tendencia a la comprensión de conceptos, resultando en 5 respuestas en cada grupo. Es posible vincularlo con el enfoque de la propia carrera, en la que la simulación estará destinada a apoyar contenidos relacionados con circuitos electrónicos, dispositivos y sistemas digitales.

De la carrera de Electricidad se pudo detectar también el reconocimiento de los simuladores, principalmente para la comprensión de conceptos y el análisis de circuitos. Los resultados anteriores evidencian que las necesidades pueden ser distintas por carrera, aunque sí existe una percepción común sobre la utilidad de las herramientas digitales como soporte de los aprendizajes prácticos.

Los resultados confirman que la simulación con software ofrece una alternativa complementaria para mejorar la enseñanza de los contenidos de asignaturas técnicas, para que se puedan experimentar, analizar y comprender aquellos conceptos que pueden ser problemáticos cuando únicamente se tiene acceso a recursos físicos de laboratorio.

4.1.2 Selección de Asignaturas

El análisis curricular se realizó a partir de la revisión conjunta de las mallas curriculares y los sílabos vigentes de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad. Para la selección se consideró la ubicación de las asignaturas dentro de la formación académica, los contenidos técnicos, las actividades prácticas y las posibilidades de utilizar herramientas de simulación como apoyo al proceso de aprendizaje.

Los resultados de la encuesta también permitieron complementar esta selección. Los estudiantes identificaron necesidades de apoyo práctico en Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica, siendo Electrónica la asignatura que presentó el mayor porcentaje individual de respuestas. Estos resultados se contrastaron con la revisión curricular para determinar la pertinencia de las asignaturas dentro de la propuesta.

A partir de este análisis se seleccionaron tres asignaturas comunes a las dos carreras: Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica. Aunque forman parte de una base común, sus contenidos pueden relacionarse con aplicaciones diferentes de acuerdo con la orientación de cada carrera.

Circuitos Eléctricos fue considerada por constituir una base para el análisis de redes y la interpretación de magnitudes como tensión, corriente y potencia. La simulación permite construir circuitos, modificar valores de los componentes y comparar los resultados obtenidos mediante procedimientos teóricos con el comportamiento representado por el software.

Circuitos de Corriente Alterna fue seleccionada por incluir contenidos relacionados con impedancia, frecuencia, resonancia, potencia y comportamiento de circuitos en régimen sinusoidal. El uso de simuladores permite modificar parámetros y observar los cambios producidos en la respuesta del circuito, facilitando la relación entre los procedimientos matemáticos y su representación práctica.

Electrónica fue considerada por integrar el estudio de dispositivos y circuitos electrónicos con el análisis de señales y condiciones de funcionamiento. La simulación permite construir circuitos, modificar parámetros y observar su respuesta antes de realizar actividades que requieran componentes e instrumentos físicos. Además, esta asignatura presentó el mayor porcentaje individual en los resultados de la encuesta relacionados con la necesidad de apoyo mediante simulación.

En Electrónica y Automatización, estas asignaturas proporcionan conocimientos que posteriormente se relacionan con aplicaciones de electrónica, automatización y control. En Electricidad, constituyen una base para el análisis y aplicación de circuitos y sistemas eléctricos. Por esta razón, aunque las tres asignaturas son comunes, su utilización dentro de cada carrera puede responder a necesidades prácticas diferentes.

En conjunto, la selección se sustentó en la relación entre la percepción de los estudiantes, la revisión de las mallas curriculares, los sílabos y las posibilidades de aplicación práctica mediante simulación. De esta manera, se delimitó el estudio a tres asignaturas comunes a las dos carreras, sin considerar que otras materias sean incompatibles con el uso de herramientas de simulación.

4.1.3. Sustento documental de las asignaturas comunes seleccionadas

Con el propósito de fortalecer la trazabilidad de la selección curricular, se revisaron los sílabos oficiales de Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica. Estas tres asignaturas constituyen la base común priorizada en las carreras analizadas y sus objetivos permiten justificar de manera directa la incorporación de herramientas de simulación como apoyo complementario a las actividades prácticas. A continuación, se presenta el objetivo oficial de cada asignatura y su relación con el uso de simuladores.

Circuitos Eléctricos

El sílabo oficial establece como objetivo de la asignatura:

Emplear los conocimientos de los componentes eléctricos básicos y adquirir habilidades necesarias para el análisis del comportamiento de los circuitos lineales con la aplicación de conceptos, modelos, leyes, teoremas y programas computacionales.

Figura 1.

Objetivo de la asignatura Circuitos Eléctricos



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO (Cod. 29) - ELECTRICIDAD (R) (Cod. 432)

SYLLABUS NUEVO REDISEÑO

Fecha: 17-08-2026 13:02:33

Pag.: 1 / 16

MALLA: REDISEÑO 2020 (COD. 2)

CICLO: II CICLO (COD. 5)

ASIGNATURA: CIRCUITOS ELÉCTRICOS (COD. 7765)

MODALIDAD: PRESENCIAL

PERIODO: A-2026; 04-05-2026 - 05-09-2026 (COD. 14734)

PARALELO: PARALELO A

PACC052R

1. DATOS GENERALES:

No. DE HORAS SEMANALES PROGRAMADAS	No. DE HORAS PRÁCTICO EXPERIMENTAL		No. DE HORAS CONTACTO CON EL DOCENTE	No. DE HORAS APRENDIZAJE AUTÓNOMO	No. DE HORAS TOTALES
5.00	80.00		64.00	48.00	5.00
	EN CLASES	64.00			No. DE HORAS SEMESTRALES PROGRAMADAS
					80.00
					No. DE CRÉDITOS
	16.00			4.00	

UNIDAD DE ORGANIZACIÓN CURRICULAR (UOC)

BÁSICA

CAMPO DE FORMACIÓN

PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

NO

No. DE HORAS

ARCHIVO GUÍA

ASIGNATURA DE ITINERARIO

NO

PROFESOR(A):

BOHORQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO

PERFIL DEL PROFESOR(A):

DOCTOR EN CIENCIAS TÉCNICAS, MAGISTER EN TELECOMUNICACIONES, DIPLOMA SUPERIOR EN ADMINISTRACION Y GERENCIA UNIVERSITARIA, DIPLOMA SUPERIOR EN INVESTIGACION CIENTIFICA, DIPLOMADO SUPERIOR EN DOCENCIA UNIVERSITARIA, DIPLOMADO EN GESTION DE TELECOMUNICACIONES, TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD, INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES.

2. OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:

EMPLEAR LOS CONOCIMIENTOS DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS BÁSICOS Y ADQUIRIR HABILIDADES NECESARIAS PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CIRCUITOS LINEALES CON LA APLICACIÓN DE CONCEPTOS, MODELOS, LEYES, TEOREMAS Y PROGRAMAS COMPUTACIONALES.

3. RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA:

INTRODUCE AL ESTUDIANTE EN EL ESTUDIO DE LAS COMPONENTES QUE CONFORMAN UNA RED ELÉCTRICA.

DESARROLLA DESTREZAS PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS EN DC.

DESARROLLA HABILIDADES PARA LA DETERMINACIÓN DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE REDES.

DESARROLLA TÉCNICAS PARA EL CÁLCULO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS QUE PERMITAN PREDECIR EL ESTADO DE LA RED.

DESARROLLA CONJUNTO DE HABILIDADES RESULTANTE QUE PERMITAN EL ANÁLISIS DE MANERA EFICIENTE DE CUALQUIER CIRCUITO LINEAL.

APRENDE Y DESARROLLA DESTREZAS PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS.

PERMITE AL ESTUDIANTE EL DESARROLLO DE NUEVOS MODELOS DE OTROS SISTEMAS Y SU ESTADO DE COMPARACIÓN.

4. ADAPTACIONES CURRICULARES:

Nota. Captura tomada del sílabo oficial vigente de la asignatura, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

El objetivo evidencia una relación directa entre los fundamentos teóricos del análisis de circuitos y el empleo de programas computacionales. Esta correspondencia se refuerza en los resultados de aprendizaje del sílabo, donde se establece la simulación de redes eléctricas para determinar parámetros eléctricos

comportamiento de las redes eléctricas, bien en el dominio del tiempo, bien en la frecuencia. Se incluye entre los resultados de aprendizaje y los contenidos que recoge el sílabo: señales sinusoidales, relaciones de fasores resistencia-inductancia-capacitancia, impedancia, admitancia, análisis de nodos y de mallas, potencia eléctrica, valor RMS, factor de potencia y sistemas trifásicos. Estos contenidos justifican el uso de simuladores porque el estudiante puede representar circuitos de corriente alterna, modificar frecuencia y parámetros de los componentes, observar respuestas y contrastar los resultados con el procedimiento matemático. En este contexto, Qucs-S constituye un recurso complementario pertinente para apoyar la visualización y comprobación de circuitos de corriente alterna antes o después de la práctica física.

Electrónica

El sílabo oficial establece como objetivo de la asignatura:

Diseñar a nivel productivo circuitos electrónicos capaz de conformar al amplificador, a través de la selección de sus dispositivos electrónicos y el cálculo de las redes eléctricas necesarias, a fin de lograr su correcto funcionamiento temporal de acuerdo a situaciones problemáticas diversas, donde el dispositivo electrónico principal es el transistor, con la utilización de las técnicas de cálculo de redes eléctricas, con dispositivos electrónicos modelados y de la física de los semiconductores.

Figura 3.

Objetivo de la asignatura Electrónica

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL		SYLLABUS NUEVO REDISEÑO		Fecha: 17-08-2026 13:03:33		
FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO (Cod. 29) - ELECTRICIDAD (R) (Cod. 432)				Pag.: 1 / 4		
MALLA: REDISEÑO 2020 (COD. 2)		MODALIDAD: PRESENCIAL		PACC052R		
CICLO: IV CICLO (COD. 7)		PERIODO: A-2026; 04-05-2026 - 05-09-2026 (COD. 14734)				
ASIGNATURA: ELECTRÓNICA (COD. 7769)		PARALELO: PARALELO A				
1. DATOS GENERALES:						
No. DE HORAS SEMANALES PROGRAMADAS	No. DE HORAS PRÁCTICO EXPERIMENTAL	No. DE HORAS CONTACTO CON EL DOCENTE	No. DE HORAS APRENDIZAJE AUTÓNOMO	No. DE HORAS TOTALES		
5.00	80.00	64.00	48.00	5.00		
	EN CLASES			64.00	No. DE HORAS SEMESTRALES PROGRAMADAS	
					80.00	
	16.00				No. DE CRÉDITOS	
				4.00		
UNIDAD DE ORGANIZACIÓN CURRICULAR (UOC)	BÁSICA	CAMPO DE FORMACIÓN				
PRÁCTICAS PREPROFESIONALES	NO	No. DE HORAS ARCHIVO GUÍA				
ASIGNATURA DE ITINERARIO	NO					
PROFESOR(A):	ZAMORA CEDEÑO, NESTOR ARMANDO					
PERFIL DEL PROFESOR(A):	MAGISTER EN TELECOMUNICACIONES, INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACION ELECTRONICA,					
2. OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:						
DISEÑAR A NIVEL PRODUCTIVO CIRCUITOS ELECTRÓNICOS CAPAZ DE CONFORMAR AL AMPLIFICADOR, A TRAVÉS DE LA SELECCIÓN DE SUS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Y EL CÁLCULO DE LAS REDES ELÉCTRICAS NECESARIAS, A FIN DE LOGRAR SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO TEMPORAL DE ACUERDO A SITUACIONES PROBLEMÁTICAS DIVERSAS, DONDE EL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PRINCIPAL ES EL TRANSISTOR, CON LA UTILIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE CÁLCULO DE REDES ELÉCTRICAS, CON DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS MODELADOS Y DE LA FÍSICA DE LOS SEMICONDUCTORES						
3. RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA:						
DESCRIBE LOS PRINCIPIOS FÍSICOS DE OPERACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS: DIODOS Y TRANSISTORES APLICA PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS: DIODOS, TRANSISTORES, HACIENDO LA SELECCIÓN ADECUADA DE LOS COMPONENTES NECESARIOS DE ACUERDO A CRITERIOS PRÁCTICOS. ANALIZA Y DISEÑA CIRCUITOS CON TRANSISTORES: AMPLIFICADORES A FRECUENCIAS MEDIAS Y CONMUTADORAS, HACIENDO LA SELECCIÓN ADECUADA DE LOS COMPONENTES NECESARIOS DE ACUERDO A CRITERIOS PRÁCTICOS (EN ESQUEMAS PARA CIRCUITOS CON COMPONENTES DISCRETAS).						
4. ADAPTACIONES CURRICULARES:						
5. CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DE EGRESO:						

Nota. Captura tomada del sílabo oficial vigente de la asignatura, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

El objetivo de Electrónica exige relacionar la selección y el modelado de dispositivos semiconductores con el diseño y funcionamiento de circuitos. El propio sílabo fortalece esta relación al establecer, entre sus resultados de aprendizaje, la simulación de transistores BJT mediante circuitos electrónicos básicos en DC y AC; además, en la estructura detallada se incluyen ejercicios desarrollados mediante resolución analítica, simulación en Multisim y práctica de laboratorio. Por lo tanto, la adhesión a SimulIDE y a Qucs-S puede ser vista como respaldo para elaborar los circuitos, modificar sus parámetros, examinar las respuestas y contrastar las conseguidas de manera analítica. La simulación hace las veces de preparación, repetición y comprobación de la actividad de laboratorio, mientras que el laboratorio físico mantiene su carácter de indispensable para la manipulación de componentes, instrumentos y condiciones de operación reales.

La revisión de los tres sílabos permite determinar, incluso, que el uso de simuladores tal como se propone en esta investigación no tiene que ver únicamente con la oferta de herramientas tecnológicas. En Circuitos Eléctricos, el objetivo

expresamente contempla, tal uso de programas informáticos; en Circuitos de Corriente Alterna, el análisis en los dominios del tiempo y de la frecuencia necesita interpretar variables y respuestas que se pueden representar mediante simulación; y en Electrónica los resultados de aprendizaje y las actividades previstas incluyen explícitamente la simulación de circuitos. De este modo, la secuencia Circuitos Eléctricos–Circuitos de Corriente Alterna–Electrónica muestra una progresión formativa en la que la simulación puede acompañar el aprendizaje desde el análisis básico de redes hasta el estudio de circuitos electrónicos, siempre como complemento y no como sustitución de la práctica presencial.

Tabla 9.

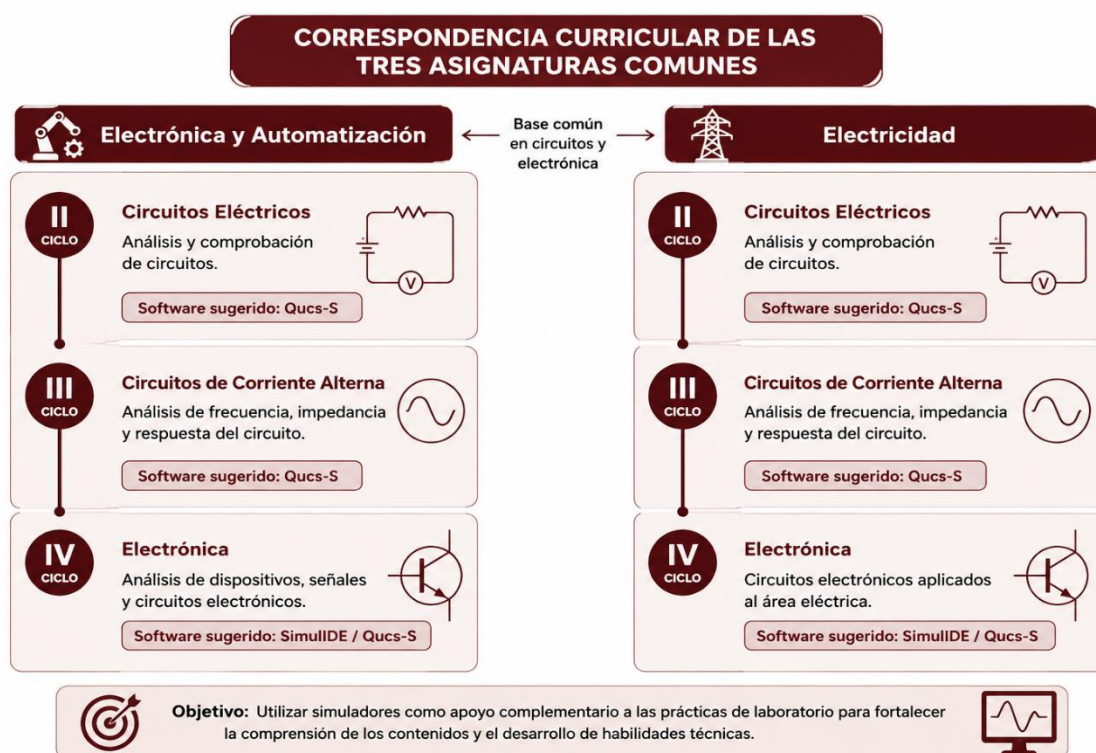
Justificación curricular de las asignaturas comunes seleccionadas para el apoyo mediante simulación

Asignatura común	Contenidos principales	Aplicación mediante simulación	Justificación
Circuitos Eléctricos	Tensión, corriente, potencia y análisis de redes	Construcción y modificación de circuitos; comparación de resultados	Refuerza el análisis práctico de circuitos y la comprobación de resultados teóricos
Circuitos de Corriente Alterna	Impedancia, frecuencia, resonancia y potencia	Variación de parámetros y observación de la respuesta del circuito	Facilita la comprensión del comportamiento de circuitos en corriente alterna
Electrónica	Dispositivos, señales y circuitos electrónicos	Montaje virtual, modificación de parámetros y observación de respuestas	Permite analizar el funcionamiento de circuitos antes de la práctica física

Nota. Elaboración propia a partir de la revisión de las mallas curriculares y los sílabos vigentes de las carreras analizadas.

Figura 4.

Correspondencia curricular de las tres asignaturas comunes y su relación con herramientas de simulación



Nota. Elaboración propia a partir del análisis de las mallas curriculares y los sílabos de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad.

La selección de las tres asignaturas comunes no responde únicamente a la disponibilidad de programas de simulación, sino también a su relación con los contenidos y actividades prácticas identificadas en la revisión curricular. Los Circuitos Eléctricos, los Circuitos de Corriente Alterna y la Electrónica son asignaturas que presentan contenidos que pueden ser apoyados mediante las representaciones de las variables, la modificación de algunos de sus parámetros y el hecho de visualizar el funcionamiento de los circuitos.

Si bien estas asignaturas son en común a las dos carreras, cada uno de los contenidos puede encontrar su aplicación en función del planteamiento de la asignatura Electrónica y Automatización y de la de Electricidad. Entendido esto, la simulación se propone como un material pedagógico de apoyo para trabajar las prácticas y para ayudar a consolidar el contenido y la preparación de las prácticas. Las actividades que requieren montaje, instrumentación, mediciones reales y

aplicación de normas de seguridad continúan vinculadas con el laboratorio presencial.

4.2. Resultados de la revisión comparativa de software libre

La revisión comparativa consideró cinco alternativas de software libre: Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower. Cada herramienta presenta características y campos de aplicación diferentes, por lo que su análisis se realizó considerando la funcionalidad, facilidad de uso, compatibilidad, documentación, licencia, requerimientos técnicos y relación con los contenidos identificados en las asignaturas analizadas.

La información resultante demuestra que las herramientas no cumplen estrictamente la misma función. Qucs-S presenta una mayor conexión con el análisis de circuitos eléctricos y de corriente alterna, SimulIDE se asocia en su mayor parte con circuitos electrónicos, y Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower nos ofrecen aplicaciones complementarias relativas a modelado, control y análisis de sistemas eléctricos.

Este análisis reveló que herramientas se corresponden más o menos con las necesidades académicas que se consideraron en la investigación. Sin embargo, la comparación documental no implica que todas hayan sido comprobadas de manera práctica. La comprobación funcional se realizó únicamente con SimulIDE, cuyos resultados se presentan posteriormente.

Tabla 10

Comparación general de las alternativas de software libre analizadas

Software	Aplicación principal	Facilidad de uso	Compatibilidad	Relación curricular
Qucs-S	Simulación de circuitos eléctricos y electrónicos	Media	Windows y Linux	Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna
SimulIDE	Simulación interactiva de circuitos electrónicos	Alta	Windows y Linux	Electrónica
Scilab/Xcos	Modelado y simulación de sistemas	Media	Windows, Linux y macOS	Aplicaciones complementarias de modelado y control
OpenModelica	Modelado de sistemas dinámicos	Media	Windows, Linux y macOS	Aplicaciones complementarias de sistemas
pandapower	Análisis de redes eléctricas	Media	Multiplataforma mediante Python	Aplicaciones relacionadas con sistemas eléctricos

Nota. Elaboración propia a partir de la revisión comparativa de las características y campos de aplicación de las alternativas de software libre consideradas en el estudio.

El análisis comparativo pone de manifiesto que las cinco herramientas cubren diferentes ámbitos de aplicación. En este sentido, Qucs-S se relaciona más con la simulación de circuitos eléctricos y de corriente alterna, SimulIDE lo hace con la simulación de circuitos electrónicos y Scilab/Xcos y OpenModelica tienen aplicaciones complementarias, distintas pero enfocadas al modelado y análisis de sistemas, mientras que pandapower responde al análisis de redes eléctricas. En consecuencia, esta distribución de las herramientas ilustra que no existe una única herramienta que se ajuste a todas las necesidades encontradas. En cuanto a las tres asignaturas comunes seleccionadas, se puede apreciar que Qucs-S y SimulIDE tienen una correspondencia más directa, y las otras alternativas pueden verse como complementarias en función de la aplicación deseada.

Tabla 11

Correspondencia entre las asignaturas comunes y las herramientas de simulación

Ciclo	Asignatura común	Programa relacionado	Aplicación mediante simulación	Evidencia esperada
II	Circuitos Eléctricos	Qucs-S	Análisis de circuitos, equivalentes y variables eléctricas	Circuito y comparación de resultados
III	Circuitos de Corriente Alterna	Qucs-S	Análisis RLC, frecuencia, fase y resonancia	Curvas, fasores y resultados
IV	Electrónica	SimulIDE / Qucs-S	Análisis de dispositivos, señales y conmutación	Circuito y respuesta observable

Nota. Elaboración propia a partir de la correspondencia entre los contenidos de las tres asignaturas comunes y las aplicaciones de las herramientas de simulación analizadas.

La correspondencia resalta que Qucs-S y SimulIDE guardan una relación más directa en la intervención de los componentes prácticos de las tres materias seleccionadas, ya que las tres materias comunes tienen contenidos más comunes y aplicaciones prácticas. En cuanto a Qucs-S, se relaciona con Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna. Por otro lado, SimulIDE, junto con Qucs-S, guarda lugar con aplicaciones que van ligadas con Electrónica. Esto no descarta la utilidad de Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower, ya que estas herramientas

responden a otros campos de aplicación y pueden considerarse alternativas complementarias. De esta manera, la selección de SimulIDE para la comprobación funcional no significa que sea la única herramienta pertinente, sino que fue la escogida para realizar la prueba práctica dentro del alcance de la investigación.

Figura 5.

Correspondencia entre las asignaturas comunes y las herramientas de simulación analizadas



Nota: Elaboración propia a partir de la revisión curricular y comparativa de las alternativas de software libre consideradas en la investigación.

La figura exhibe la relación entre las tres asignaturas comunes seleccionadas en relación con las herramientas de simulación que poseen un mayor vínculo con dicho contenido y su aplicación. Se puede decir que Qucs-S tiene predominancia en relación con Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna; para Electrónica se ha identificado aplicaciones mediante la utilización de SimulIDE y Qucs-S, por otro lado, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower se continúan manteniendo como herramientas complementarias de otros campos de aplicación. Esta correspondencia permite identificar diferentes alternativas de acuerdo con las necesidades académicas analizadas. La comprobación funcional se realizó únicamente con SimulIDE, por lo que los resultados de dicha prueba se presentan de manera independiente en el apartado correspondiente.

4.3. Selección de SimulIDE para la comprobación funcional

SimulIDE fue seleccionado para realizar la comprobación funcional a partir de los criterios establecidos en la metodología: correspondencia curricular, cobertura funcional, documentación, licencia y requerimientos técnicos. Entre las alternativas analizadas, esta herramienta presenta una relación directa con la asignatura de Electrónica, debido a que permite construir circuitos electrónicos, modificar parámetros, ejecutar simulaciones y observar su comportamiento de manera interactiva.

La selección de SimulIDE también consideró su facilidad de uso y la posibilidad de realizar una comprobación práctica de sus funciones en una computadora personal. Esta selección no significa que SimulIDE sea superior en todos los campos frente a Qucs-S, Scilab/Xcos, OpenModelica o pandapower, ya que cada herramienta responde a aplicaciones diferentes. Su elección se realizó específicamente para verificar su funcionamiento y valorar su posible utilización como recurso complementario en las actividades prácticas relacionadas con Electrónica.

Tabla 12

Criterios considerados para la selección de SimulIDE

Criterio	Resultado observado
Correspondencia curricular	Relación directa con contenidos de Electrónica
Cobertura funcional	Construcción y simulación interactiva de circuitos
Facilidad de uso	Interfaz accesible para actividades prácticas
Documentación	Información disponible para instalación y utilización
Licencia	Software libre
Requerimientos técnicos	Compatibles con las condiciones consideradas para la prueba

Nota. Elaboración propia a partir de los criterios establecidos para la selección de la herramienta utilizada en la comprobación funcional.

4.4. Resultados de la comprobación funcional

La comprobación funcional de SimulIDE se realizó en una computadora personal con el propósito de verificar su instalación, apertura, ejecución y funcionamiento mediante una actividad básica de simulación. La prueba permitió observar de manera directa el comportamiento del programa y obtener evidencias de su funcionamiento durante las actividades realizadas.

Para la comprobación se descargó e instaló SimulIDE en el equipo personal utilizado para la prueba. Posteriormente, se ejecutó el programa y se verificó el

acceso a su interfaz y a los componentes disponibles para la construcción de circuitos. Como parte de la prueba se realizó el montaje de un circuito básico, se modificaron algunos de sus parámetros y se ejecutó la simulación para observar su respuesta.

Durante este procedimiento se obtuvieron capturas de pantalla correspondientes a las diferentes etapas de la comprobación. Estas evidencias se incorporan en este apartado debido a que permiten respaldar directamente la instalación y ejecución del programa, así como la realización de la actividad de simulación. De esta manera, las capturas no se consideran únicamente material complementario, sino evidencia del procedimiento desarrollado.

Los resultados obtenidos durante la prueba permitieron verificar que SimulIDE pudo ser instalado, abierto y utilizado para desarrollar una simulación básica en la computadora personal empleada. Posteriormente, las características técnicas de este equipo se compararon con las de los computadores disponibles en la Facultad, con el propósito de establecer una referencia sobre la compatibilidad técnica para una posible utilización de la herramienta.

Tabla 13

Resultados de la comprobación funcional de SimulIDE

Aspecto comprobado	Actividad realizada	Resultado observado
Instalación	Instalación de SimulIDE en la computadora personal	El programa se instaló y quedó disponible para su ejecución
Apertura	Inicio del programa y acceso a la interfaz principal	La aplicación abrió y permitió acceder al entorno de trabajo
Construcción del circuito	Incorporación y conexión de componentes en el área de trabajo	Los componentes pudieron ubicarse y conectarse para formar el circuito
Modificación de parámetros	Cambio de valores y configuración de componentes	Los parámetros pudieron modificarse desde las opciones disponibles
Ejecución de la simulación	Puesta en funcionamiento del circuito construido	El circuito pudo ejecutarse y se observó su comportamiento durante la simulación
Funcionamiento general	Uso de las funciones necesarias durante la prueba	No se presentaron inconvenientes que impidieran desarrollar la actividad planteada

Nota. Elaboración propia a partir de la comprobación funcional realizada con SimulIDE en una computadora personal.

Figura 6.

Secuencia de la comprobación funcional realizada con SimulIDE



Nota. Elaboración propia a partir del procedimiento realizado durante la comprobación funcional de SimulIDE en una computadora personal.

La figura resume el procedimiento seguido durante la comprobación funcional de SimulIDE, desde la instalación y apertura del programa hasta la ejecución y repetición de una actividad de simulación. La prueba permitió recorrer las funciones necesarias para construir un circuito, modificar sus parámetros y observar su comportamiento durante la ejecución. La repetición de la actividad permitió comprobar que los cambios realizados podían incorporarse y observarse nuevamente en la simulación. Este procedimiento se desarrolló en una

computadora personal y permitió obtener las evidencias que se presentan posteriormente. Por esta razón, los resultados corresponden específicamente al equipo utilizado durante la prueba y posteriormente serán contrastados con las características técnicas de los computadores de la Facultad.

4.5. Resultados del análisis de infraestructura y gestión

El análisis de las condiciones técnicas permitió identificar los recursos básicos que deben considerarse para una posible implementación del laboratorio virtual. Entre estos se encuentran los computadores disponibles, el sistema operativo, la memoria RAM, el procesador, el almacenamiento y la conectividad necesaria para acceder a documentación, actualizaciones y recursos relacionados con las herramientas de simulación.

Dado que la realización de la comprobación funcional de SimulIDE se llevó a cabo tomando como base una computadora personal, se asumieron las características técnicas de dicho equipo utilizado en la prueba. Dichas características fueron evaluadas comparativamente con las especificaciones de los computadores existentes en las instalaciones de la Facultad, fundamentalmente referidas a lo que exige el sistema operativo y a la dotación de recursos de hardware que debe poseer el computador para ejecutar el programa. Tal comparación permite establecer una referencia de compatibilidad técnica sin, por cierto, afirmar que SimulIDE ha sido instalado o probado de manera directa en los computadores de la institución, aunque tampoco se puede afirmar lo contrario.

Para una posible implementación también se consideran condiciones básicas de organización del laboratorio, como la disponibilidad de los equipos, conectividad y recursos necesarios para el desarrollo de las actividades académicas. Los procedimientos administrativos específicos relacionados con usuarios, restricciones de acceso, mantenimiento o administración de los equipos deberán definirse posteriormente por la institución, por lo que no forman parte de la comprobación realizada en esta investigación.

Tabla 14.

Comparación de las características técnicas del equipo utilizado en la comprobación y los computadores de la Facultad

Característica	Computadora personal utilizada	Computadores de la Facultad	Comparación
Sistema operativo	Windows 11 Pro, versión 25H2	Windows 11 Pro, versión 25H2	Compatible
Procesador	Intel® Core™ 5 120U (1.40 GHz)	AMD Ryzen 5 5500U with Radeon Graphics (2.10 GHz)	Condición comparable
Memoria RAM	8,00 GB (7,63 GB utilizable)	8,00 GB (7,33 GB utilizable)	Condición comparable
Almacenamiento	Capacidad suficiente para la instalación del software de simulación	Capacidad suficiente para la instalación del software de simulación	Suficiente para la instalación
Arquitectura del sistema	Sistema operativo de 64 bits, procesador x64	Sistema operativo de 64 bits, procesador x64	Compatible
Conectividad	Acceso a Internet	Acceso a Internet	Disponible

Nota. Elaboración propia a partir de las características técnicas de la computadora personal utilizada para la comprobación funcional de SimulIDE y de los computadores disponibles en la Facultad.

La comparación de las características técnicas permite establecer una referencia sobre la posibilidad de ejecutar SimulIDE en los computadores disponibles en la Facultad. La comprobación funcional se realizó únicamente en una computadora personal, donde fue posible instalar, abrir y utilizar el programa para desarrollar la actividad de simulación planteada. Al contrastar las características del equipo utilizado con las especificaciones de los computadores institucionales, se pueden identificar condiciones técnicas comparables en aspectos como sistema operativo, procesador, memoria RAM y arquitectura. Esta comparación no representa una prueba directa en los equipos de la Facultad, pero permite valorar su compatibilidad técnica como referencia para una posible implementación del software.

4.6. Resultado económico

El análisis económico se realizó considerando los recursos necesarios para una posible implementación de las herramientas de simulación dentro de las actividades académicas. Debido a que las alternativas analizadas corresponden a

software libre, no se requiere la adquisición de licencias comerciales para su utilización, lo que representa una ventaja frente a programas que requieren pagos por instalación, suscripción o renovación.

En el caso de SimulIDE, la herramienta utilizada para la comprobación funcional puede descargarse y utilizarse sin costo de licencia. Asimismo, la propuesta considera el aprovechamiento de los computadores disponibles en la Facultad, siempre que sus características técnicas sean compatibles con los requerimientos del programa. Por esta razón, no se plantea inicialmente la adquisición de nuevos equipos exclusivamente para la ejecución del software.

Los costos asociados a una posible implementación dependerían principalmente de las condiciones existentes en la Facultad y de las decisiones institucionales relacionadas con mantenimiento, conectividad o adecuaciones que pudieran requerirse. Estos aspectos no fueron considerados como costos directos de la propuesta, debido a que corresponden a recursos y procesos institucionales que deberán evaluarse en caso de ejecutarse la implementación.

En términos económicos, el uso de software libre permite plantear una alternativa de apoyo práctico con una inversión inicial reducida en licenciamiento. Sin embargo, la viabilidad económica definitiva deberá determinarse de acuerdo con las condiciones reales de infraestructura y los recursos disponibles al momento de una posible implementación.

Tabla 15.

Recursos económicos considerados para una posible implementación

Recurso	Condición	Costo adicional estimado
SimulIDE	Software libre	USD 0,00 en licencia
Computadores	Equipos disponibles en la Facultad	Sin adquisición adicional prevista
Aula y mobiliario	Infraestructura disponible	Sin adquisición adicional prevista
Conectividad	Recurso institucional disponible	Sujeto a condiciones del servicio existente
Adecuaciones adicionales	Según necesidades identificadas	Por determinar

Nota. Elaboración propia a partir de los recursos considerados para una posible implementación. Los valores no representan un presupuesto institucional definitivo y pueden variar de acuerdo con las condiciones y recursos disponibles en la Facultad.

El rendimiento económico revela que una potencial puesta en práctica puede utilizar recursos tecnológicos e infraestructura ya existentes en la Facultad, evitando en primera instancia la compra de equipamiento específico para llevar a cabo la ejecución del software. SimulIDE no representa un costo adicional por concepto de licencia debido a su condición de software libre. De igual manera, el uso de computadores, aula, mobiliario y conectividad existentes puede reducir los requerimientos económicos iniciales de la propuesta.

No obstante, cualquier adecuación adicional dependerá de las condiciones reales identificadas al momento de una posible implementación. Por esta razón, los resultados presentados constituyen una referencia económica y no un presupuesto institucional definitivo.

4.7. Integración e interpretación de los resultados

La integración de los resultados permite establecer una relación entre las necesidades académicas identificadas y las alternativas tecnológicas analizadas. El análisis curricular permitió seleccionar tres asignaturas comunes a las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad: Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica. Esta selección se sustentó en la revisión de las mallas curriculares y los sílabos, así como en los resultados obtenidos mediante la encuesta aplicada a los estudiantes considerados en el estudio.

La revisión comparativa de Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower demuestra que las herramientas presentan diferentes campos de aplicación. Qucs-S mantiene una relación directa con Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna, al tiempo que SimulIDE y Qucs-S muestran aplicaciones relacionadas con Electrónica. Por otro lado, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower son alternativas complementarias para otros tipos de modelado y análisis. Estos resultados muestran que la selección de las herramientas debe responder a los contenidos y actividades que se pretendan desarrollar y no únicamente a la disponibilidad del software.

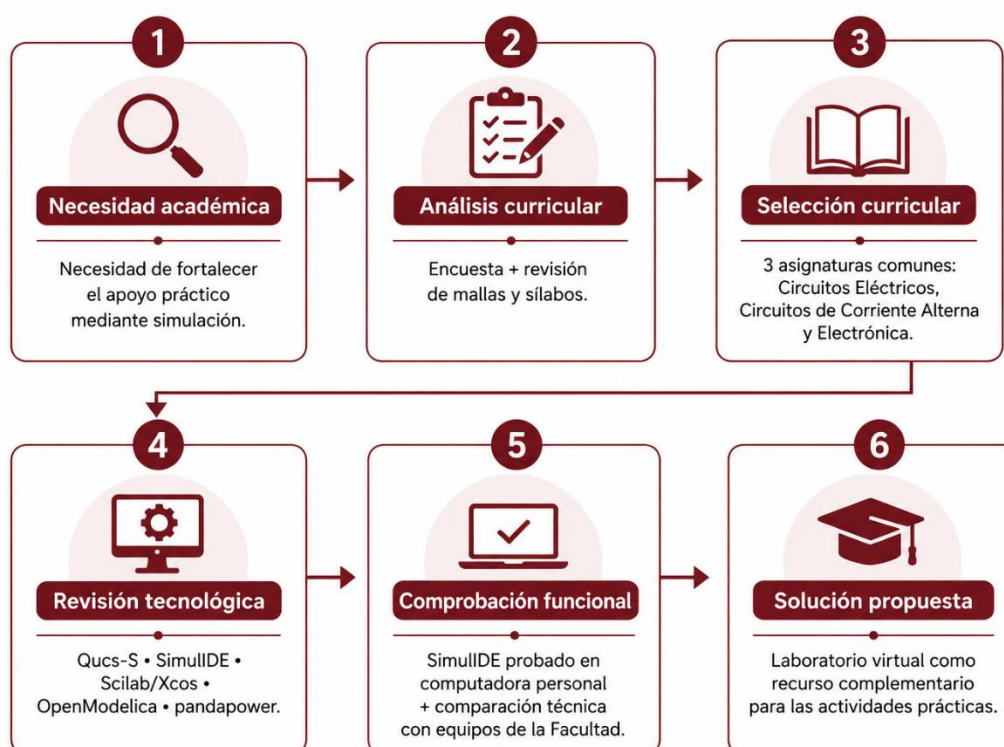
Para la comprobación funcional se seleccionó SimulIDE y se realizó una prueba en una computadora personal. Durante este procedimiento se verificaron la instalación, apertura, construcción de un circuito, modificación de parámetros y ejecución de la simulación, obteniéndose evidencias mediante capturas de pantalla. Posteriormente, las características técnicas del equipo utilizado se compararon con las de los computadores disponibles en la Facultad, con el

propósito de establecer una referencia sobre las condiciones requeridas para una posible utilización del programa.

Finalmente, el análisis de infraestructura y el componente económico muestran que una posible implementación puede considerar el aprovechamiento de recursos disponibles en la Facultad y el uso de software libre como una alternativa para disminuir los requerimientos iniciales de licenciamiento. En conjunto, los resultados obtenidos permiten establecer una secuencia entre la identificación de las necesidades académicas, la selección de las asignaturas, la comparación de las herramientas y la comprobación funcional de SimulIDE. Estos elementos constituyen la base para formular una propuesta de laboratorio virtual como recurso complementario para el desarrollo de actividades prácticas en las carreras analizadas.

Figura 7.

Ruta lógica del estudio y de la solución propuesta



Nota. Elaboración propia a partir de la integración de los resultados obtenidos en la investigación.

CAPÍTULO 5

PROPUESTA TÉCNICO-ACADÉMICA

5.1. Denominación de la propuesta

Propuesta de laboratorio virtual con SimulIDE como herramienta inicial para el apoyo de actividades prácticas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

5.2. Fundamentación y pertinencia

La propuesta responde a la necesidad de complementar las actividades prácticas de las carreras de Electrónica y Automatización y Electricidad con herramientas de simulación. Los resultados obtenidos permitieron contrastar tres asignaturas que tienen la posibilidad de ser soportadas por la simulación: Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica. Por su parte, la revisión comparativa de Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower permitió identificar distintas posibilidades de aplicación de acuerdo con las características de los contenidos académicos tenidos en cuenta.

Dentro de la propuesta, SimulIDE se considera la herramienta inicial de comprobación debido a la relación directa que presenta con actividades prácticas vinculadas con Electrónica y a los resultados favorables obtenidos durante la fase de validación funcional desarrollada en una computadora personal. Esta comprobación permitió verificar aspectos como la instalación, apertura del entorno, construcción de un circuito, modificación de parámetros, ejecución de la simulación y sus requerimientos técnicos, generando una referencia para valorar su posible utilización en los equipos disponibles en la Facultad.

No obstante, la selección de herramientas dentro del laboratorio virtual no se restringe a SimulIDE, sino que la revisión efectuada ha permitido concluir que Qucs-S presenta una mayor correlación con las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna por sus posibilidades de análisis y simulación de circuitos eléctricos. Por esta razón, la propuesta planteada implica el uso de distintas herramientas de software libre de acuerdo con la asignatura de referencia y competencias técnicas que se consideren potenciar.

La propuesta tiene un carácter complementario, por lo que el uso de simuladores no quiere sustituir las prácticas que requieren equipos, instrumentos, mediciones y procedimientos que se deben desarrollar en un laboratorio físico, sino que tiene el propósito de ampliar el entorno de experiencia del estudiante para

analizar, experimentar y comprobar conceptos antes o después de las actividades prácticas presenciales.

En esta misma línea, el laboratorio virtual plantea el incremento de competencias técnicas referidas al análisis de circuitos eléctricos y electrónicos, la solución de problemas técnicos, la puesta en práctica del conocimiento teórico, el manejo de instrumentos tecnológicos y la interpretación de los resultados adquiridos mediante simulación. Estas competencias hacen parte de las capacidades que exigen los estudiantes de ingeniería en Electrónica y Automatización Electricidad en su formación profesional.

5.3. Objetivo de la propuesta

Implementar una estrategia basada en el uso de software libre de simulación como herramienta de apoyo práctico para fortalecer competencias técnicas relacionadas con el análisis de circuitos, resolución de problemas, aplicación del conocimiento teórico y manejo de herramientas tecnológicas en estudiantes de Ingeniería en Electrónica y Automatización y Electricidad.

5.4 Competencias técnicas fortalecidas mediante la propuesta

La implementación del laboratorio virtual basado en software libre de simulación se dirige a la mejora de aquellas competencias técnicas vinculadas con la formación que es práctica, del alumnado de los estudios de Ingeniería en Electrónica y Automatización y Electricidad.

Las competencias consideradas dentro de la propuesta son:

Tabla 16

Competencias Técnicas Consideradas

Competencia técnica	Aplicación dentro del laboratorio virtual
Análisis de circuitos eléctricos y electrónicos	Permite interpretar esquemas, identificar variables y observar el comportamiento de circuitos mediante entornos simulados.
Resolución de problemas técnicos	Facilita la evaluación de diferentes configuraciones, modificación de parámetros y búsqueda de soluciones mediante simulación.
Aplicación práctica del conocimiento teórico	Permite relacionar los fundamentos desarrollados en clase con la comprobación virtual de resultados.
Manejo de herramientas tecnológicas	Fortalece la capacidad de utilizar software libre aplicado al análisis y diseño de sistemas técnicos.

Desarrolla la capacidad de analizar datos, comportamientos
Interpretación de resultados gráficos y respuestas obtenidas durante la simulación.

Nota. Elaboración propia a partir de las competencias técnicas relacionadas con el uso de herramientas de simulación en Ingeniería.

5.5. Alcance de la implementación

Al principio, esta propuesta considera a SimulIDE como herramienta auxiliar para las actividades prácticas relacionadas fundamentalmente con la materia de Electrónica. Y su integración se plantea a partir de la comprobación funcional realizada y la comparación de su requerimiento con las características técnicas de los computadores que se encuentran disponibles en la Facultad.

Para Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna se apreció un mayor rango de coincidencia con Qucs-S, mientras que Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower con posibilidades de uso para otras áreas de modelado y análisis; quedando no obstante como alternativas de aplicación que se pueden incluir con posterioridad conforme vayan definiéndose las necesidades académicas y la ordenación de las asignaturas.

El alcance de la propuesta queda limitado al uso de herramientas de simulación en la oferta de las actividades prácticas, con lo que no sustituye las experiencias que requieren el montaje físico, la utilización de instrumentos, la medición real, la manipulación del propio equipamiento o la aplicación de los procedimientos de seguridad que son propios del laboratorio presencial.

5.6. Modelo de funcionamiento del laboratorio

El laboratorio virtual se plantea como un recurso auxiliar, mediante técnicas de simulación, útil para llevar a cabo la práctica. El funcionamiento del laboratorio parte del uso de los computadores de los que dispone la Facultad, teniendo en cuenta previamente la compatibilidad técnica de los programas que puedan incorporarse y las necesidades establecidas para las asignaturas que vayan a llevar a cabo.

Las actividades podrán realizarse a partir de circuitos o ejercicios de acuerdo con los contenidos que hayamos tomado en las asignaturas. El estudiante podrá construir o cargar una actividad, modificar parámetros de los ejercicios, ejecutar la simulación, observar los resultados obtenidos y comparar el comportamiento

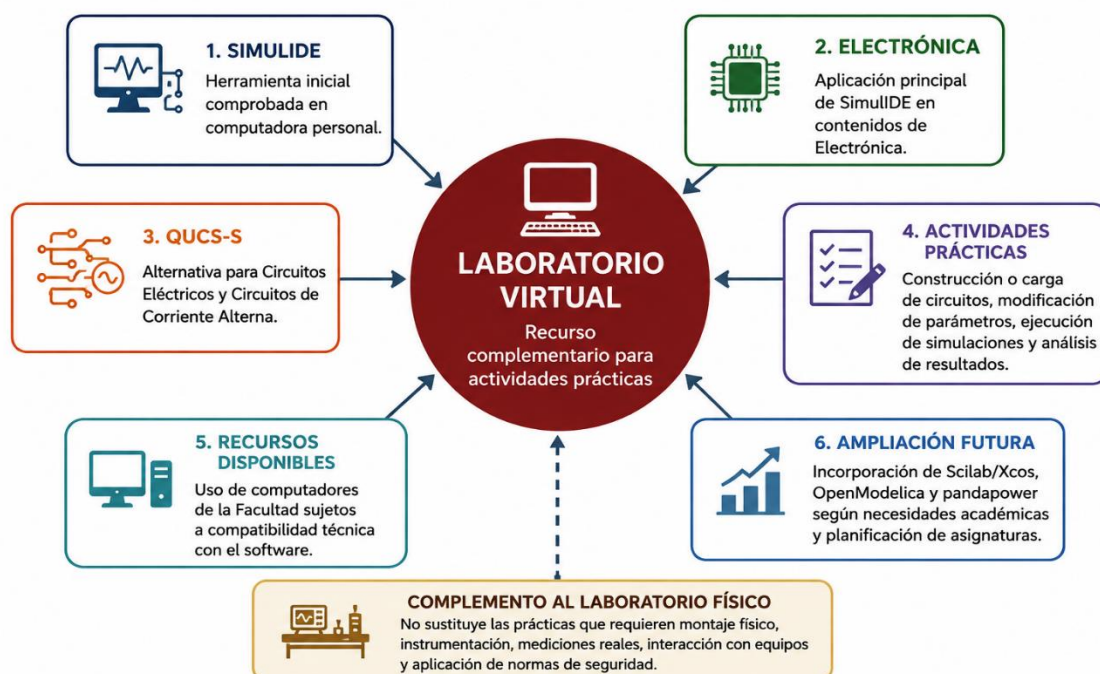
resultante con los contenidos que se hayan desarrollado en la asignatura. El procedimiento permite utilizar la simulación como medio para reforzar el análisis y desarrollar la repetición de actividades con otras condiciones.

SimulIDE es la primera herramienta considerada para la propuesta como producto de la comprobación funcional desarrollada en esta investigación. No obstante, el modelo permite insertar otras herramientas de software libre, cuando hay correspondencia con los contenidos académicos. De este modo, por ejemplo, se puede utilizar Qucs-S como alternativa para las actividades relacionadas con circuitos eléctricos y de corriente alterna, así como las demás herramientas analizadas dependerán de las necesidades que vayan surgiendo.

El laboratorio virtual mantendrá una función complementaria respecto al trabajo de las prácticas presenciales. Es decir, aquellas prácticas que requieren el montaje físico, la utilización de instrumentos, y las mediciones reales, la interacción con los equipos o la aplicación de normas de seguridad, deberán continuar trabajándose en los espacios físicos que corresponden.

Figura 8.

Modelo gráfico de la propuesta de laboratorio virtual



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación y de la estructura planteada para el funcionamiento del laboratorio virtual.

5.7. Componentes de la propuesta

Tabla 17.

Componentes de la propuesta de laboratorio virtual

Componente	Descripción
Académico	Tres asignaturas comunes seleccionadas
Software inicial	SimulIDE
Software para circuitos	Qucs-S
Actividades	Construcción, simulación y análisis de circuitos
Recursos	Computadores disponibles en la Facultad
Modalidad	Complemento de las prácticas presenciales
Ampliación	Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower

Nota. Elaboración propia a partir de los componentes definidos para la propuesta de laboratorio virtual.

El cuadro recoge los principales componentes que se han tenido en cuenta para la propuesta de laboratorio virtual. En el ámbito académico se mantienen las tres asignaturas comunes seleccionadas. Se plantea SimulIDE como herramienta inicial para luego usar Qucs-S como alternativa relacionada con el análisis de circuitos. Las actividades irán orientadas a la construcción, a la simulación y al análisis de circuitos y se utilizarán los recursos tecnológicos que se disponen en la Facultad si son compatibles con el software. El laboratorio virtual se piensa como complemento de las prácticas presenciales y no como sustituto de éstas. También se mantiene la posibilidad de agregar otras herramientas de software libre según las necesidades académicas que puedan surgir posteriormente.

5.8. Fases de implementación

La propuesta se articula de forma secuencial, de manera que hay un proceso de integración del laboratorio virtual como recurso complementario de las actividades de prácticas, el cual parte de la relación entre la asignatura seleccionada y los simuladores, articulándose con los recursos tecnológicos disponibles y los resultados del proceso investigativo.

Tabla 18.

Fases de implementación de la propuesta de laboratorio

Fase	Actividad principal
1. Selección académica	Definir la asignatura y actividad práctica
2. Verificación técnica	Comprobar compatibilidad del equipo con el software
3. Preparación del software	Disponer de la herramienta requerida
4. Preparación de la actividad	Elaborar circuito, ejercicio y parámetros de trabajo
5. Ejecución	Desarrollar la actividad mediante simulación

6. Análisis	Comparar e interpretar los resultados obtenidos
7. Evaluación	Valorar la utilidad de la actividad desarrollada
8. Aplicación	Incorporar otras herramientas según necesidades académicas

Nota. Elaboración propia a partir de la secuencia planteada para la implementación de la propuesta.

Las fases determinan el orden básico en el que las herramientas de simulación pueden ser incluidas en la práctica. Empieza con la elección de la materia y la comprobación de las condiciones técnicas disponibles, prepara el software y la actividad en la cual se va a trabajar a continuación. En tercer lugar, la ejecución es el momento en el cual un alumno puede trabajar con la simulación y analizar aquellos resultados que ha obtenido. En cuarto lugar, la evaluación es aquella que debe permitir sacar el rendimiento que puede aportar la actividad en el proceso de aprendizaje y en quinto lugar, la propuesta deja abierta la posibilidad de incluir otras herramientas que puedan presentar necesidades académicas y proporcionen funcionalidades que no están disponibles.

5.9. Integración académica inicial

Se plantea la integración académica del laboratorio virtual mediante actividades prácticas con contenidos relacionados con las asignaturas propuestas y la colaboración de las herramientas de simulación de software libre. Cada actividad se definirá teniendo en cuenta el objetivo de la práctica junto con el circuito o ejercicio a llevar a cabo, los parámetros que se pueden modificar, la ejecución de las simulaciones y el análisis de los resultados obtenidos, guardando una relación directa con los contenidos que se trabajan en las asignaturas.

Las actividades formuladas tienen como objetivo fortalecer competencias técnicas referidas al conocimiento práctico del análisis de circuitos eléctricos y electrónicos, a la capacidad de resolver problemas técnicos, al uso práctico del conocimiento teórico, al uso de herramientas tecnológicas y a la técnica de interpretar resultados obtenidos a partir de la simulación. Con ejercicios propuestos en entornos virtuales, el estudiante será capaz de relacionar los fundamentos adquiridos en clases con situaciones prácticas en las que sea necesario modificar las variables, estudiar los comportamientos y plantear soluciones bajo diferentes condiciones de operación.

En el marco de la propuesta, SimulIDE es considerado el primer punto de partida para ejercicios centrados sobre todo en la materia de Electrónica, ya que

se ha verificado su funcionamiento en este estudio, además porque se relaciona bien con la construcción y la simulación de circuitos electrónicos. Su uso posibilitará que desarrollemos ejercicios orientados al análisis de circuitos, comprobación del funcionamiento de los componentes u observación del comportamiento de los sistemas simulados.

No obstante, la elección de herramientas irá de la mano de las características de cada asignatura. Para Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna, Qucs-S se ajusta más a los contenidos detectados ya que tiene capacidades para analizar circuitos eléctricos y evaluar la conducta de variables asociadas. Así, el laboratorio virtual se plantea como un modelo flexible donde cada software será utilizado en función de su adecuación académica y técnica.

Estas herramientas no reemplazarán las prácticas presenciales que requieren un montaje físico, utilización de instrumentos, mediciones reales y normas de seguridad. Su función es la de complementar las actividades prácticas, pero permitir al estudiante aproximarse previamente al comportamiento del sistema, detectar errores y poder analizar resultados y reforzar la comprensión de conceptos técnicos antes o después de la práctica experimental.

Las herramientas Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower continúan siendo un recurso de ampliación para actividades de modelado, análisis y simulación de sistemas específicos. Su uso dependerá del ajuste entre sus funcionalidades, los contenidos académicos deseados para su incorporación y las competencias técnicas que se pretenda rescatar en la formación profesional del alumnado.

5.10. Uso de las herramientas de simulación

Las herramientas de simulación se utilizarán con fines académicos y como complemento de las actividades prácticas de las asignaturas consideradas. Su utilización deberá relacionarse con los contenidos desarrollados en clase y con los ejercicios definidos para cada actividad, procurando que el estudiante pueda construir, modificar, ejecutar y analizar los modelos o circuitos propuestos.

Los archivos utilizados durante las actividades podrán organizarse de acuerdo con la asignatura y el tipo de práctica desarrollada, facilitando su utilización

y revisión. Cuando se requiera incorporar una nueva herramienta o una versión diferente del software, deberá verificarse previamente su compatibilidad técnica y su relación con las necesidades académicas identificadas.

El uso del laboratorio virtual no sustituirá las actividades que requieran montaje físico, instrumentación, mediciones reales, manipulación de equipos o aplicación de normas de seguridad. En estos casos, la simulación podrá utilizarse como recurso previo o complementario para facilitar la comprensión y preparación de la práctica presencial.

5.11. Responsabilidades

Tabla 19.

Responsabilidades relacionadas con la propuesta de laboratorio virtual

Participante	Responsabilidad
Coordinación de Carrera	Orientar la incorporación académica de la propuesta
Docente	Planificar y desarrollar las actividades de simulación
Apoyo técnico	Verificar la disponibilidad y funcionamiento de los recursos tecnológicos
Estudiantes	Desarrollar las actividades y analizar los resultados obtenidos
Equipo académico	Valorar la utilidad de las herramientas y posibles ampliaciones

Nota. Elaboración propia a partir de las responsabilidades consideradas para una posible aplicación de la propuesta.

Las responsabilidades se plantean de manera general para facilitar la utilización académica del laboratorio virtual sin establecer procedimientos administrativos que no forman parte del alcance de la investigación. La Coordinación de Carrera puede orientar la incorporación de la propuesta, mientras que el docente cumple una función directa en la planificación y desarrollo de las actividades. El apoyo técnico se relaciona con la disponibilidad y funcionamiento de los recursos necesarios. Los estudiantes participan mediante la ejecución y análisis de las simulaciones planteadas. Finalmente, la valoración académica de las actividades permitirá identificar ajustes y futuras posibilidades de incorporación de otras herramientas de simulación.

5.12. Presupuesto de la propuesta

La propuesta considera principalmente el aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles en la Facultad y el uso de herramientas de software libre.

SimulIDE no requiere un costo adicional por concepto de licencia, mientras que los computadores, el aula, la conectividad y demás recursos existentes pueden utilizarse de acuerdo con su disponibilidad y compatibilidad técnica. Por esta razón, no se establecen costos relacionados con servicios o adquisiciones que no hayan sido definidos como necesarios para la propuesta.

Tabla 20.

Recursos económicos considerados en la propuesta

Recurso	Cantidad referencial	Condición	Costo adicional
SimulIDE	1 herramienta	Software libre	USD 0,00 en licencia
Computadores	Según disponibilidad	Recursos de la Facultad	Sin adquisición inicial prevista
Aula	1 espacio	Recurso institucional disponible	Sin adquisición inicial prevista
Conectividad	1 servicio	Utilización de conectividad disponible	Sin contratación adicional prevista
Mobiliario	Según disponibilidad	Recurso institucional	Sin adquisición inicial prevista
Pantalla o proyector	1 equipo	Recurso disponible	Sin adquisición inicial prevista
Adecuaciones adicionales	Según necesidad	Sujetas a evaluación	Por determinar

Nota. Elaboración propia a partir de los recursos considerados para una posible implementación. Los valores corresponden a una referencia de la propuesta y pueden variar según la disponibilidad de recursos y las condiciones que se identifiquen al momento de su aplicación.

El presupuesto muestra que la propuesta puede plantearse inicialmente mediante el aprovechamiento de recursos disponibles en la Facultad. SimulIDE no genera un costo adicional de licencia debido a su condición de software libre, mientras que el uso de computadores, aula, mobiliario y conectividad evita considerar inicialmente nuevas adquisiciones. Sin embargo, cualquier adecuación o recurso adicional deberá determinarse de acuerdo con las condiciones existentes al momento de una posible implementación. Por esta razón, los valores presentados constituyen una referencia y no un presupuesto institucional definitivo.

5.13. Validación de la propuesta

La propuesta se sustenta en la relación entre los resultados obtenidos durante la investigación y los elementos planteados para el laboratorio virtual. Desde la perspectiva académica, tanto la revisión de los programas didácticos como los resultados de la encuesta permitieron identificar tres asignaturas comunes y que tienen potencial de apoyo mediante simulación: Circuitos, Circuitos de corriente alterna y Electrónica.

Desde el apuntalamiento tecnológico, la revisión comparativa deja analizar Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower según sus características y áreas de aplicación, y se eligió SimulIDE para la comprobación funcional, la cual estuvo a cabo en una computadora donde se verificaron la instalación, apertura, creación de un circuito, modificación de parámetros y la ejecución de la simulación. Las evidencias obtenidas durante este procedimiento permitieron respaldar el funcionamiento observado en el equipo utilizado.

La factibilidad técnica de la propuesta se apoya también en la comparación entre las características de la computadora personal utilizada para la prueba y las de los computadores disponibles en la Facultad. Esta comparación constituye una referencia para valorar la compatibilidad técnica, sin afirmar que el programa haya sido comprobado directamente en los equipos institucionales.

La propuesta también expone condiciones desde el componente económico con un enfoque muy favorable ya que considera el uso de software libre y la posibilidad de aprovechar recursos tecnológicos disponibles. La validación de la propuesta se limita a la proyección académica y técnica elaborada en esta investigación, por tanto, no se establecen resultados relacionados con el efecto que podría tener la mejora del rendimiento académico de los estudiantes, puesto que este efecto se estima que requiere una aplicación y evaluación posterior de la propuesta.

5.14. Criterios de seguimiento institucional

El seguimiento de la propuesta permite valorar su funcionamiento, la pertinencia académica y su utilidad como recurso complementario para las actividades prácticas o prácticas de simulación. Para el seguimiento de la propuesta, se permitirá la consideración de aspectos relativos a la realización de las actividades de simulación, funcionamiento de las herramientas utilizadas (soporte del aula virtual), las dificultades técnicas que puedan surgir y el tipo de relación que existe entre las prácticas simuladas y los contenidos de la asignatura.

En el área académica, el seguimiento podrá tener en consideración la aportación de los estudiantes a las actividades planteadas, la capacidad para construir modelos o circuitos, variar parámetros de simulación, interpretar resultados y proporcionar un planteamiento de soluciones técnicas a partir de los escenarios generados, que nos permite considerar de forma gradual un

enriquecimiento de competencias relacionadas con el análisis, resolución de problemas y aplicación del saber.

Para el componente técnico se podrán registrar aspectos relativos a la instalación, la ejecución y el funcionamiento del software en los equipos disponibles, así como las posibles limitaciones de compatibilidad y requerimientos adicionales. La obtención de esta información tal vez pueda contribuir a los ajustes para la selección de herramientas y para la organización de la programación de las actividades académicas.

Igualmente, será posible utilizar instrumentos de valoración académica, a partir de listas de chequeo, rúbricas de desempeño o encuestas de percepción, que hagan posible identificar la funcionalidad de las herramientas de simulación y la aportación que éstas realicen en el desarrollo de habilidades técnicas en el alumnado.

La posterior integración de Qucs-S, Scilab/Xcos, OpenModelica o pandapower podrá hacerse efectiva cuando se disponga de la necesidad académica correspondiente a su ámbito de aplicación. En todo caso, su empleo deberá contemplar la correspondencia en relación con el contenido de las asignaturas y la existencia de suficiente soporte tecnológico, así como el valor que pueda suponer en relación con las competencias técnicas que contempla la propuesta.

De esta manera, el seguimiento institucional permitirá mantener una mejora progresiva del laboratorio virtual, asegurando que las herramientas incorporadas respondan a las necesidades académicas de las carreras de Electrónica y Automatización y Electricidad.

CONCLUSIONES

- El análisis de las mallas curriculares, los sílabos y los resultados de la encuesta aplicada permitió identificar tres asignaturas comunes a las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad que pueden ser apoyadas mediante herramientas de simulación: Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica. La selección permitió delimitar la investigación hacia contenidos en los que la simulación puede complementar las actividades prácticas mediante la construcción de circuitos, modificación de parámetros, repetición de ejercicios y análisis de resultados.
- La revisión comparativa de Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower permitió determinar que las herramientas presentan características y campos de aplicación diferentes. Qucs-S mostró una relación más directa con Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna, mientras que SimulIDE se relacionó principalmente con Electrónica. Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower se identificaron como alternativas complementarias para otras necesidades de modelado y análisis, por lo que la selección del software debe responder a los contenidos y actividades de cada asignatura.
- La comprobación funcional de SimulIDE realizada en una computadora personal permitió verificar su instalación, apertura, construcción de un circuito, modificación de parámetros y ejecución de la simulación. Las capturas obtenidas durante el procedimiento permitieron respaldar los resultados observados. Además, la comparación entre las características técnicas del equipo utilizado y las de los computadores disponibles en la Facultad permitió establecer una referencia sobre las condiciones necesarias para una posible utilización del programa, sin afirmar que haya sido probado directamente en los equipos institucionales.
- Los resultados obtenidos permitieron estructurar una propuesta de laboratorio virtual con SimulIDE como herramienta inicial, complementada con otras alternativas de software libre según las necesidades académicas identificadas. La propuesta contempla el aprovechamiento de los recursos tecnológicos que se dispone en la Facultad y mantiene la simulación como

una herramienta complementaria a las prácticas presenciales. En este sentido, se plantea una opción técnico-académica que puede crecer progresivamente en función de la necesidad de las asignaturas y de las circunstancias que actualmente se producen en la Facultad.

RECOMENDACIONES

- Se propone tomar como referencia las tres disciplinas comunes que se describieron —Circuitos Eléctricos, Circuitos de Corriente Alterna y Electrónica— como primer paso en la introducción de actividades de la simulación correspondientes a los grados analizados. Deben ser actividades que se relacionen con los contenidos de cada disciplina y que deban ser consideradas como complementarias a las prácticas presenciales, especialmente si éstas requieren la necesidad de un montaje físico, instrumentación, realizar mediciones reales o tener que aplicar procedimientos de seguridad.
- Se recomienda para elegir las herramientas de simulación según la naturaleza de cada asignatura. Se sugiere que Qucs-S pueda ser empleado de manera acorde en las actividades relacionadas con Circuitos Eléctricos y Circuitos de Corriente Alterna, a la vez que se da a entender que puede usarse SimulIDE, aunque preferiblemente en el ámbito de la Electrónica. Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower se podrán incorporar ulteriormente cuando haya que dar forma a necesidades de orden académico que se asocien con las correspondientes áreas de aplicación que tienen estos instrumentos.
- Se recomienda realizar una comprobación técnica previa de las herramientas antes de incorporarlas a las actividades académicas, considerando aspectos como instalación, funcionamiento, requerimientos y compatibilidad con los computadores disponibles. En el caso de SimulIDE, resulta conveniente realizar posteriormente una prueba directa en los equipos de la Facultad para confirmar los resultados obtenidos mediante la comparación técnica realizada en esta investigación.
- Se recomienda considerar la propuesta de laboratorio virtual como una alternativa de apoyo para las actividades prácticas de las dos carreras, aprovechando inicialmente los recursos tecnológicos disponibles y las ventajas del software libre. Su aplicación puede desarrollarse de manera progresiva, valorando los resultados obtenidos en las actividades y realizando los ajustes necesarios antes de incorporar nuevas herramientas o ampliar su utilización a otras asignaturas.

Referencias

- Alegre, M. (2026). La teoría del aprendizaje situado y su aplicación en la formación contable.
- Arroyo, C. X. (2025). Diagnóstico, análisis, desarrollo y optimización integral del software de simulación acústica "Simostic".
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/constitucion-de-la-republica-del-ecuador-2008-reformada>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). Ley Orgánica de Educación Superior. *Ley Orgánica de Educación Superior*.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación. *Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación*. Obtenido de <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/multimedios-legislativos/38877-codigo-organico-de-la-economia-social>
- Barrera, J. A. (2023). Fundamentos de Placas de Circuito Impreso.
- Betancur, V., & García, A. (2023). Aplicación de los principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia al diseño de situaciones de aprendizaje y escenarios de formación.
- Bompard, E., Estebasari, A., Mazza, A., Pons, E., & Solida, L. (2023). Innovative higher education approaches for power system courses. *Education Sciences*, 13(1), 92. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/1/92>
- Cervantes, E. G. (2024). Constructivismo e inteligencias múltiples.
- Consejo de Educación Superior. (2022). Reglamento de Régimen Académico. *Reglamento de Régimen Académico*. Obtenido de <https://www.ces.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Reglamento-de-Régimen-Académico-vigente-a-partir-del-16-de-septiembre-de-2022.pdf>
- Escandell, F. M., & Pérez, L. (2023). Simulación de realidad virtual en la formación de los estudiantes de Enfermería: una revisión sistemática.
- Escobar, M. Á. (2022). Modelación matemática y simulación computacional para el diseño de un mecanismo agitador de pintura.

- Espinoza, M. F. (2022). Mitigación de vulnerabilidades informáticas utilizando un firewall de software libre con PFSENSE en las empresas de revisiones técnicas de la ciudad de Tacna en el año 2021.
- Gaona, M. d. (2024). Competencias digitales en educación superior: Una revisión sistemática.
- García, O. M. (2024). El ciclo del agua: la representación como ayuda para su interpretación, un estudio desde la teoría del aprendizaje multimedia.
- García, O. V. (2023). Uso y percepción de ChatGPT en la educación superior.
- Herrera, C. J., & Córdoba, D. J. (2023). Competencias Científicas y Tecnológicas en el Trabajo Práctico Experimental de Electricidad.
- Herrera, L., & Rojas, Y. P. (2024). El aprendizaje autónomo y la gestión del conocimiento: Perspectivas estudiantiles en entornos digitales en el curso teorías del aprendizaje período 1601.
- Landini, F. (2023). La dinámica de aprendizaje experiencial en la formación de las y los extensionistas rurales latinoamericanos.
- Lara, O. R., González, A., Valles, I., & Samayoa, D. (2025). Mejora de la calidad de egreso de los estudiantes a través de los simuladores gratuitos.
- Li, J., & Liang, W. (2024). Effectiveness of Virtual Laboratory in Engineering Education: A Meta-Analysis. *PLOS ONE*, 19, e0316269. doi:10.1371/journal.pone.0316269
- Márquez-Vera, M., Martínez-Quezada, M., Calderón-Suárez, R., Rodríguez, A., & Ortega-Mendoza, R. (2023). Microcontrollers programming for control and automation in undergraduate biotechnology engineering education. *Digital Chemical Engineering*, 9(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772508123000406>
- Mero, W. R. (2022). La innovación educativa como elemento transformador para la enseñanza en la unidad educativa “Augusto Solórzano Hoyos.
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2025). *Política Pública para la Transformación Digital del Ecuador 2025-2030*. Obtenido de Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información: www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2025/03/INSTRUMENTO-Politica-Publica-para-la-Transformacion-Digital-Ecuador-2025-2030-MINTEL-signed_f.pdf
- Montes, S. R. (2024). Diversidad de licencias en software libre.

- Morales, J., Varas, R., & Loor, B. (2025). Brechas Digitales en la Educación Superior en Ecuador: Impacto en la Equidad Educativa y Propuesta para un Desarrollo Social Inclusivo. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 6(3). Obtenido de revistaveritas.org/index.php/veritas/article/view/1015
- Mulumeoderhwa, E. (2024). El conectivismo digital en los procesos de enseñanza y aprendizaje: principios y aportes pedagógicos.
- Muñoz, J. (2024). Interacción en entornos virtuales de aprendizaje.
- Murillo, J., & Rubio, S. (2024). Rostro de la virtualización en la educación.
- Negahban, A. (2024). Simulation in engineering education: The transition from physical experimentation to digital immersive simulated environments. . *SIMULATION*, 100(7), 695–708. Obtenido de <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00375497241229757>
- OECD. (2023). *OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem*. Paris: OECD Publishing. doi:10.1787/c74f03de-en
- Open Source Modelica Consortium. (2026). OpenModelica User's Guide. *OpenModelica User's Guide*. Obtenido de <https://openmodelica.org/doc/OpenModelicaUsersGuide/latest/>
- Open Source Modelica Consortium. (s.f.). Full OSMC Public License. *Full OSMC Public License*. Obtenido de <https://openmodelica.org/free-and-open-source-software/full-license/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD. (2023). *OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem*. Obtenido de Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD.: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-education-outlook-2023_c74f03de-en.html
- Ortega, J. X. (2023). Ventajas tributarias de la facturación electrónica en Ecuador.
- Ortiz, D. (2024). EL CURRÍCULUM BASADO EN COMPETENCIAS: DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA Y SUS IMPLICANCIAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR.
- pandapower. (s.f.). pandapower: An Open Source Tool for Power System Modeling, Analysis and Optimization. *pandapower: An Open Source Tool for Power System Modeling, Analysis and Optimization*. Obtenido de <https://www.pandapower.org/>

- Pérez, C. R. (2024). Transformando la educación: innovación y aprendizaje colaborativo. un enfoque socioconstructivista.
- Pin, J. B. (2024). Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Educación Rural de Ecuador.
- Pinzón, J. (2024). Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel en el Desarrollo de Estrategias de Aprendizaje Hacia un Pensamiento Crítico.
- Pontes, A. (2022). Uso didáctico de un laboratorio virtual para favorecer la progresión de los modelos mentales de los estudiantes sobre circuitos de corriente eléctrica.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. (2023). *Nivel de Preparación Digital (DRA) Ecuador*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD:
www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-09/dra_final.pdf
- Qucs-S Project. (2026). Qucs-S: Quite Universal Circuit Simulator with SPICE. *Qucs-S: Quite Universal Circuit Simulator with SPICE*. Obtenido de https://github.com/ra3xdh/qucs_s
- Raman, R., Achuthan, K., Nair, V. K., & Nedungadi, P. (2022). Virtual Laboratories—A Historical Review and Bibliometric Analysis of the Past Three Decades. *Education and Information Technologies*, 27, 11055–11087. doi:10.1007/s10639-022-11058-9
- Rodríguez, A., & Guevara, C. A. (2026). Implementación de un Laboratorio Virtual para la Simulación de Arquitectura de Seguridad Empresarial: Caso de Uso con Endian Firewall en Entorno VirtualBox.
- Rodríguez, J. A. (2024). El aula invertida como estrategia en la enseñanza híbrida.
- Salazar, F. A., Quesada, L., & Tamargo, A. (2025). Laboratorios virtuales.
- Santamaría, J. (2023). Estrategia de implementación de B-learning en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, UNED Costa Rica.
- Sapriati, A., Suhandoko, A. D., Yundayani, A., Abdul Karim, R., Kusmawan, U., Mohd Adnan, A. H., & Suhandoko, A. A. (2023). The Effect of Virtual Laboratories on Improving Students' Self-Regulated Learning: An Umbrella Systematic Review. *Education Sciences*, 13, 222. doi:10.3390/educsci13030222

- Scilab. (s.f.). Scilab Open Source Software. *Scilab Open Source Software*.
Obtenido de <https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software>
- Scilab. (s.f.). Xcos. Xcos. Obtenido de <https://www.scilab.org/software/xcos>
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación,
SENESCYT. (2024). *Plan Nacional de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad, Innovación y Saberes Ancestrales - ESCCISA*.
Obtenido de Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, SENESCYT: https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2024/04/plan_esccisa.pdf
- Sellberg, C., Nazari, Z., & Solberg, M. (2024). Virtual Laboratories in STEM Higher Education: A Scoping Review. *Nordic Journal of Systematic Reviews in Education*, 2, 58–75. doi:10.23865/njsre.v2.5766
- SimulIDE Project. (s.f.). SimulIDE: A Simple Real-Time Electronic Circuit Simulator. *SimulIDE: A Simple Real-Time Electronic Circuit Simulator*.
Obtenido de <https://github.com/SimulIDE/SimulIDE>
- UNESCO. (2023). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education—A Tool on Whose Terms?* Paris: UNESCO.
- UNESCO. (2023). *Technology in education: A tool on whose terms? Global Education Monitoring Report 2023*. Obtenido de UNESCO: www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology
- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. (s.f.). Malla Curricular de la Carrera de Electricidad. *Malla Curricular de la Carrera de Electricidad*.
Obtenido de https://www.ucsg.edu.ec/wp-content/uploads/pdf/presencial/fac-tecnica/electricidad/MALLA_ELECTRICIDAD_ACT.pdf
- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. (s.f.). Malla Curricular de la Carrera de Electrónica y Automatización. *Malla Curricular de la Carrera de Electrónica y Automatización*. Obtenido de <https://www.ucsg.edu.ec/wp-content/uploads/pdf/presencial/fac-tecnica/automatizacion/malla.pdf>
- Vega, C. F. (2022). Laboratorios virtuales (Cloudlabs): recurso para el fomento de las competencias científicas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, en los estudiantes de grado 10º de la Institución Educativa Rufino José Cuervo Sur.

Villalobos, Á., & Romero, R. (2023). Laboratorios remotos en educación superior: una revisión bibliográfica sistematizada.

World Bank Group. (2023). *Virtual and XR Laboratories Knowledge Pack*.

Obtenido de World Bank Group:

thedocs.worldbank.org/en/doc/8ed42a2dc3a112f5f9d5a470591bbb2d-0140022023/original/Knowledge-Pack.pdf

Zhang, N., & Liu, Y. (2024). Design and Implementation of Virtual Laboratories for Higher Education Sustainability: A Case Study of Nankai University.

Frontiers in Education, 8, 1322263. doi:10.3389/feduc.2023.1322263

ANEXOS

Anexo A. FICHA DE VERIFICACIÓN FUNCIONAL POR ESTACIÓN

La siguiente ficha deberá completarse para cada estación evaluada. Puede duplicarse tantas veces como equipos formen parte de la comprobación funcional.

Equipo/estación: _____ Versión de SimulIDE:

Fecha: _____

Criterio de verificación	Resultado	Observación / evidencia asociada
Instalación o habilitación de la aplicación	Cumple / No cumple	_____
Apertura de la aplicación	Cumple / No cumple	_____
Carga o construcción de la actividad	Cumple / No cumple	_____
Modificación de parámetros	Cumple / No cumple	_____
Ejecución de la simulación	Cumple / No cumple	_____
Observación de resultados	Cumple / No cumple	_____
Repetición de la actividad	Cumple / No cumple	_____

Nota. Duplicar esta ficha para cada equipo evaluado y vincularla con las capturas correspondientes del Anexo C.

Anexo B. ESTRUCTURA DEL REGISTRO TÉCNICO DE LA COMPROBACIÓN

El registro técnico individual conserva los campos utilizados para documentar cada estación. La tabla se traslada a anexos para mantener en el capítulo de resultados únicamente la síntesis consolidada.

Tabla A1 Estructura del registro técnico de la comprobación

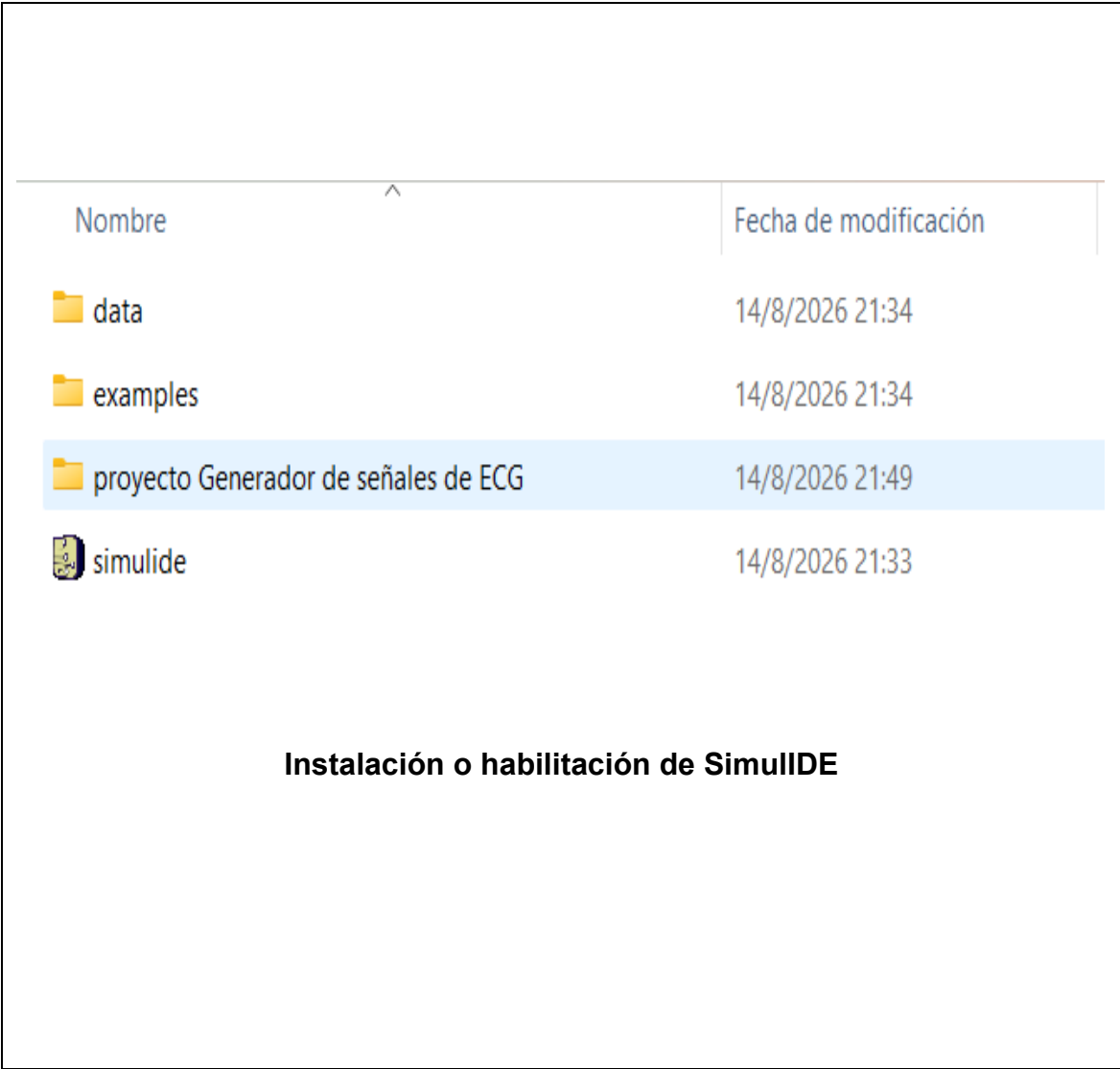
Campo de registro	Información documentada
Identificación del equipo	Código asignado a cada estación evaluada.
Herramienta	SimulIDE.
Versión	Versión utilizada durante la comprobación.
Instalación o habilitación	Cumple / No cumple.
Apertura	Cumple / No cumple.
Actividad ejecutada	Circuito o modelo utilizado en la comprobación.
Modificación realizada	Parámetro o configuración modificada.
Ejecución	Cumple / No cumple.
Resultado observable	Descripción del comportamiento obtenido.
Incidencia	Incidencia detectada, cuando corresponda.
Observación	Información técnica complementaria.

Nota. Elaboración propia.

Anexo C. EVIDENCIAS GRÁFICAS DE LA COMPROBACIÓN FUNCIONAL DE SIMULIDE

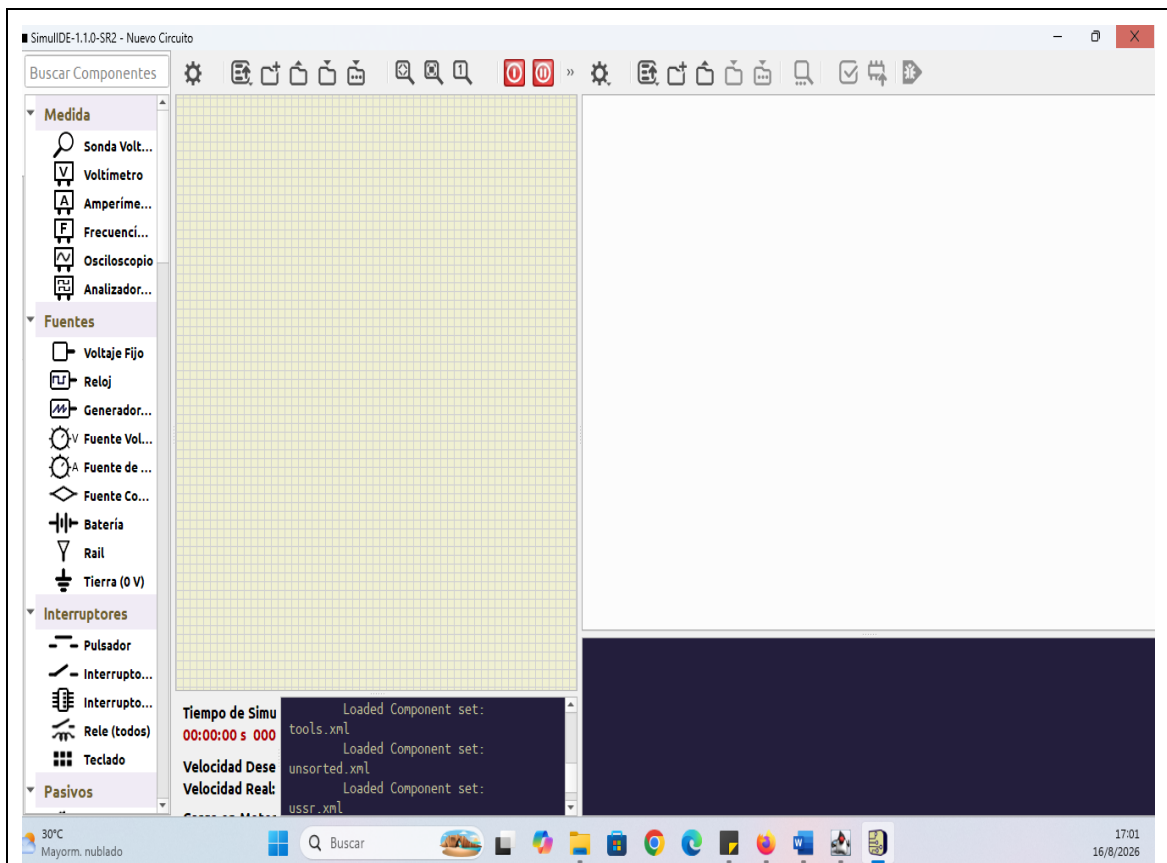
En los siguientes espacios deberán insertarse las capturas de pantalla obtenidas durante la comprobación funcional. Cuando exista evidencia de más de una estación para el mismo criterio, el espacio puede duplicarse e identificarse con el código del equipo correspondiente.

Figura C1. Instalación o habilitación de SimulIDE



Nota. En la imagen se muestra el archivo ejecutable junto con las carpetas complementarias.

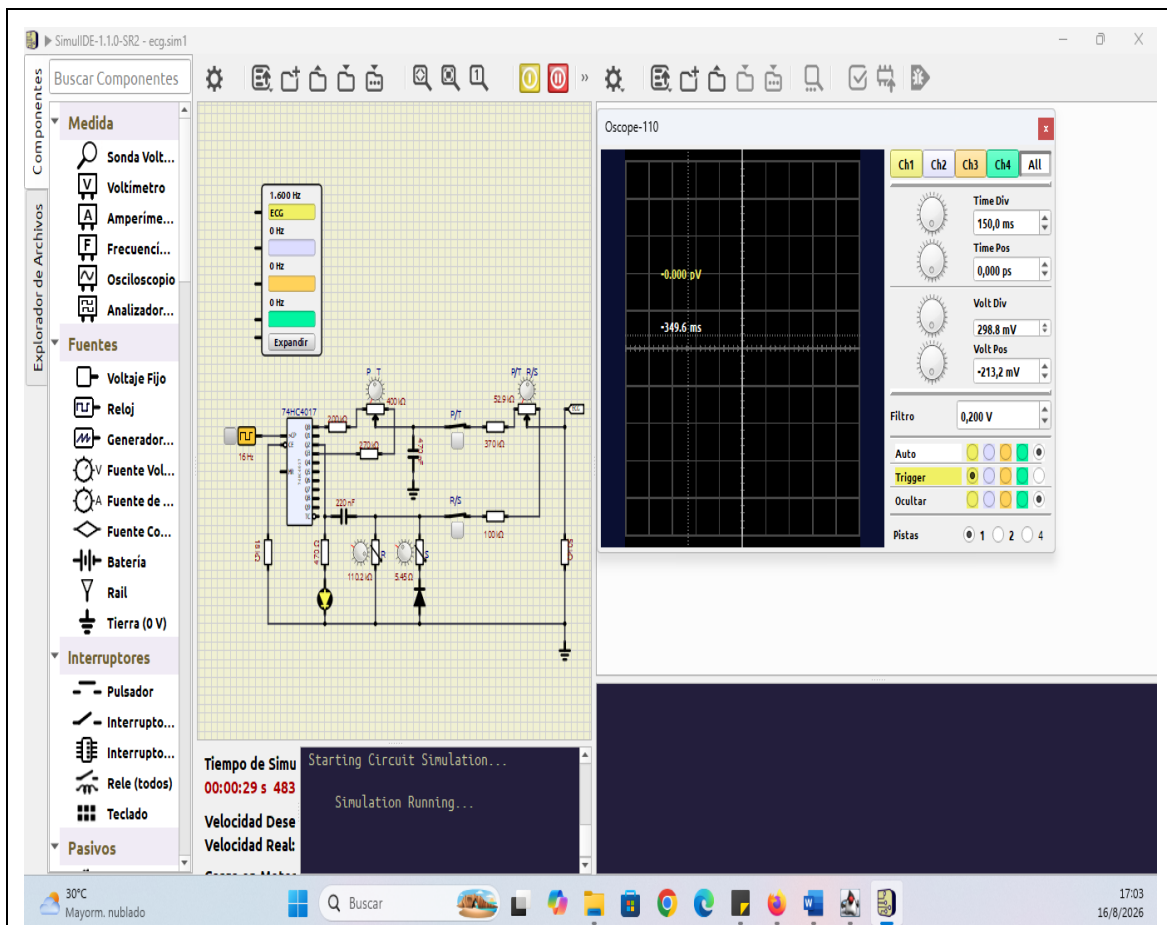
Figura C2. Apertura de la interfaz de SimulIDE



Instalación o habilitación de SimulIDE

Nota. En la imagen se muestra la pantalla principal del programa SimulIDE.

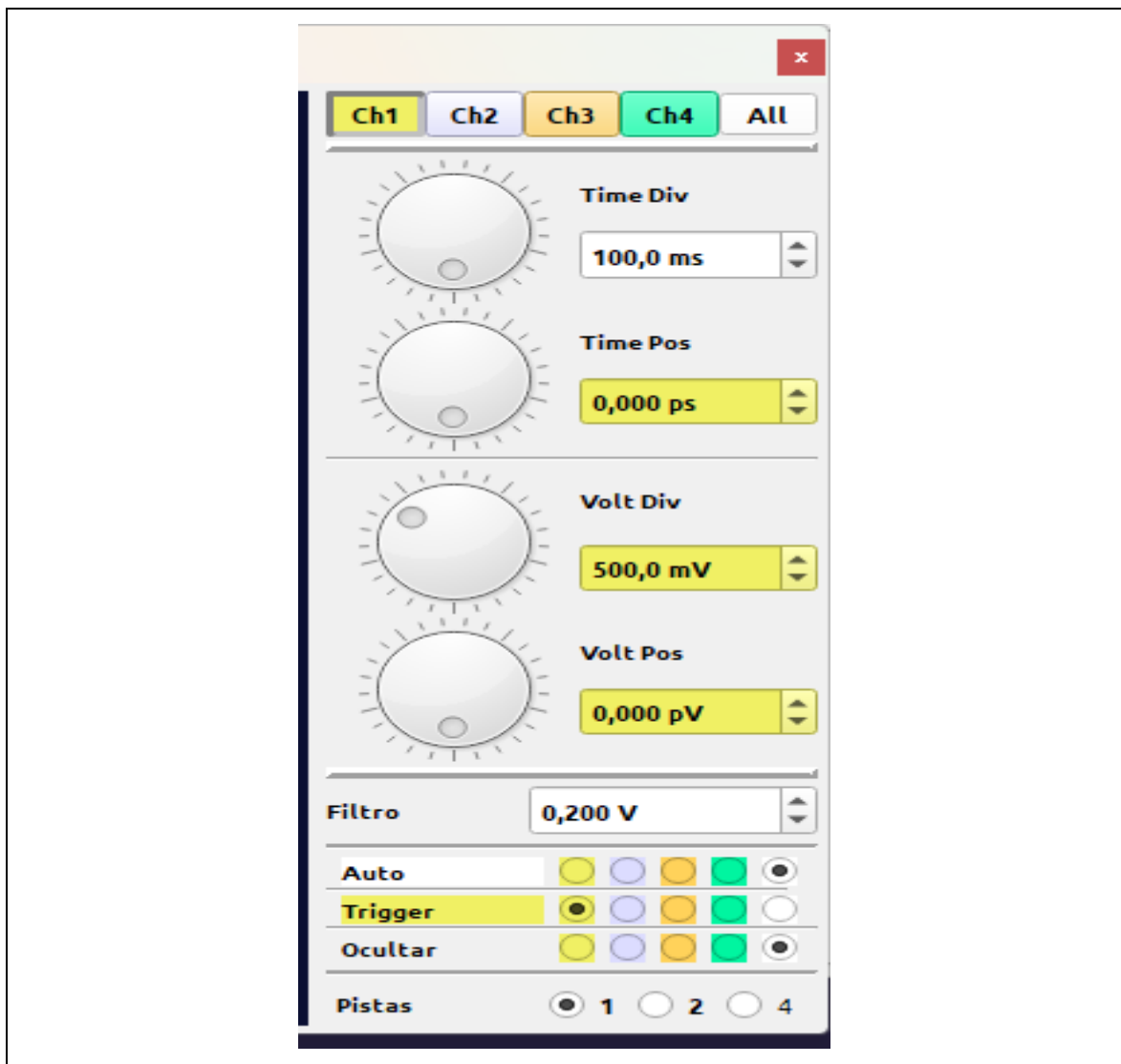
Figura C3. Carga o construcción de la actividad electrónica



Instalación o habilitación de SimulIDE

Nota. La simulación presentada un generador de señales de ECG utilizando un contador de décadas 74HC4017. El circuito permite modificar la forma de onda para representar una señal relacionada con la actividad eléctrica del corazón.

Figura C4. Modificación de parámetros de la actividad

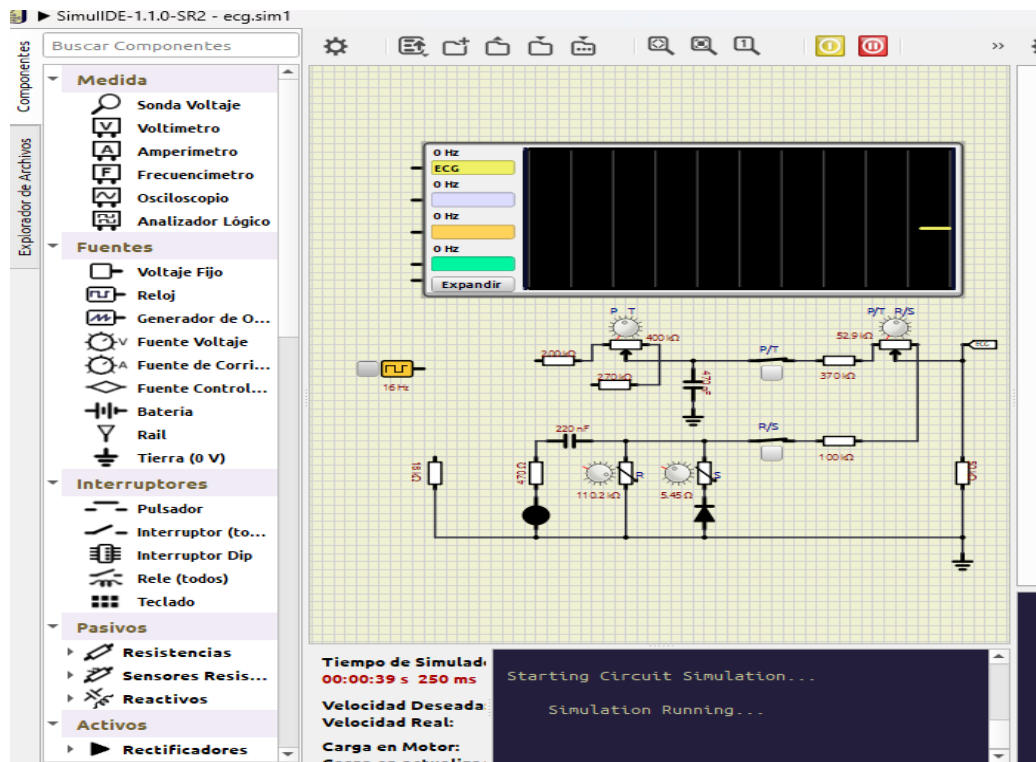


Nota. Se modifica Time Div (División de Tiempo), Time Pos (Posición Horizontal), Volt Div (División de Voltaje), Volt Pos (Posición Vertical), Filtro (Nivel de Filtrado / Umbral) y Trigger (Activado-Disparo de sincronización).

The screenshot displays the SimulIDE software interface. On the left, a circuit diagram is shown on a grid background. The circuit includes a 15 Hz AC voltage source, a transformer (74HC4017), and various resistors (e.g., 100 Ω, 1000 Ω, 10000 Ω) and capacitors (e.g., 100 nF, 10 μF). A 74HC4017 timer is connected to the circuit. The right side of the interface features an oscilloscope window titled "Oscopio-110". The oscilloscope has a grid and a horizontal yellow line at 0.00 V. The control panel on the right includes settings for Time Div (100.0 ms), Time Pos (0.000 ps), Volt Div (500.0 mV), Volt Pos (0.000 pV), Filtro (0.200 V), and Trigger (Trigger). The bottom status bar shows "Tiempo de Simu 00:03:15 s 746", "Velocidad Dese", and "Velocidad Real".

89

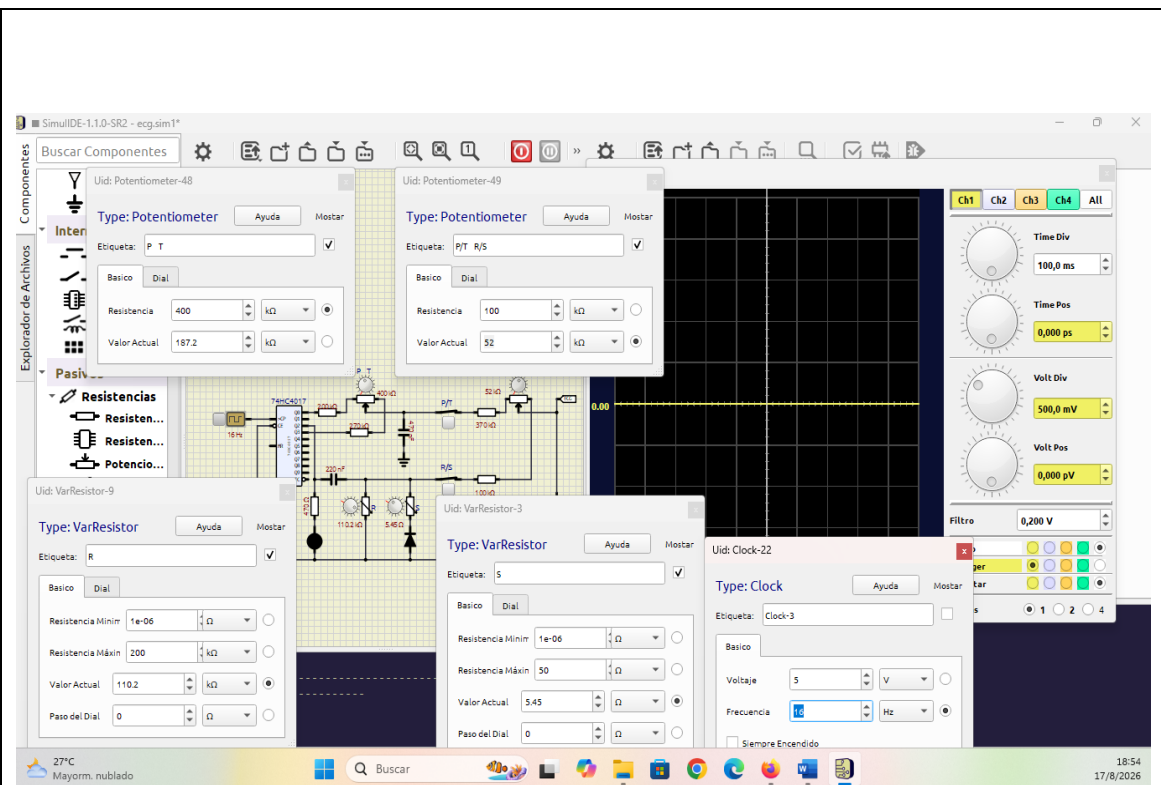
Figura C6. Resultado observable de la simulación



Instalación o habilitación de SimulIDE

Nota. En la imagen se muestra la simulación una vez modificados los parámetros.

Figura C7. Repetición de la actividad después de modificar parámetros



Instalación o habilitación de SimulIDE

Nota. En la imagen se muestra que la simulación funciona correctamente.

Anexo D. Encuesta

Encuesta a estudiantes

Objetivo: Conocer la percepción de los estudiantes de las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad sobre las necesidades de apoyo práctico y la utilidad de herramientas de simulación como complemento de su formación académica.

Antes de las preguntas debemos recoger dos datos de identificación académica:

Carrera:

- ☐ Electrónica y Automatización
- ☐ Electricidad

Semestre: _____

Estos datos son fundamentales porque la tutora pidió **separar posteriormente los resultados por carrera** e identificar de qué semestre son los encuestados.

Preguntas

1. ¿Qué tan difícil le resulta comprender los contenidos técnicos de una asignatura cuando no puede realizar actividades prácticas?

- ☐ Muy difícil
- ☐ Difícil
- ☐ Moderadamente difícil
- ☐ Poco difícil
- ☐ Nada difícil

2. ¿Qué recurso considera que le ayuda más a comprender los contenidos técnicos de las asignaturas?

- ☐ Explicación teórica
- ☐ Ejercicios desarrollados en clase
- ☐ Prácticas de laboratorio
- ☐ Simulaciones mediante software
- ☐ Combinación de teoría, práctica y simulación

3. Cuando no es posible realizar una práctica en un laboratorio físico, ¿qué tan útil considera el uso de un simulador como recurso complementario?

- ☐ Muy útil
- ☐ Útil
- ☐ Moderadamente útil
- ☐ Poco útil
- ☐ Nada útil

4. Durante su formación universitaria, ¿ha utilizado algún programa de simulación para desarrollar actividades relacionadas con sus asignaturas?

- ☐ Sí, frecuentemente
- ☐ Sí, algunas veces
- ☐ Sí, pero muy pocas veces
- ☐ No

5. De las siguientes asignaturas comunes a las carreras analizadas, ¿cuál considera que necesita mayor apoyo práctico mediante herramientas de simulación?

- ☐ Circuitos Eléctricos
- ☐ Circuitos de Corriente Alterna
- ☐ Electrónica
- ☐ Todas por igual

6. ¿Considera que el uso de un simulador favorecería la comprensión de los contenidos y el desarrollo de actividades prácticas en la asignatura de Electrónica?

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**, con C.C: # 09257945888 autora del trabajo de titulación: **Estudio y propuesta de implementación de software libre de simulación mediante laboratorios virtuales para el desarrollo de competencias prácticas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la UCSG** previo a la obtención del título de **Ingeniera en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 4 de septiembre de 2026

f. _____

Nombre: **Velasco Amaluisa, Johanna Katherine**

C.C: **0925794588**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Estudio y propuesta de implementación de software libre de simulación mediante laboratorios virtuales para el desarrollo de competencias prácticas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la UCSG.		
AUTOR(ES)	Velasco Amaluisa, Johanna Katherine		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny MsC.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	04 de septiembre de 2026	No. DE PÁGINAS:	92
ÁREAS TEMÁTICAS:	Laboratorios virtuales, software libre, Laboratorios virtuales y de educación		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	laboratorio virtual; software libre; simulación; SimulIDE; enseñanza práctica; ingeniería.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): La investigación tuvo como objetivo diseñar una propuesta de laboratorio virtual mediante software libre de simulación para apoyar el desarrollo de actividades prácticas en las carreras de Electrónica y Automatización y de Electricidad de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. La investigación fue de tipo aplicado, documental, técnica y proyectiva, sustentada no sólo en el análisis de mallas curriculares y sílabos, sino también en la encuesta realizada a 50 estudiantes de quinto y sexto semestre y el contraste entre Qucs-S, SimulIDE, Scilab/Xcos, OpenModelica y pandapower. Los hallazgos permitieron definir 3 asignaturas coincidentes para las 2 carreras: Circuitos eléctricos, Circuitos de corriente alterna y Electrónica. La revisión tecnológica permitió conocer que Qucs-S guarda una preponderancia con Circuitos eléctricos y Circuitos de corriente alterna, y que SimulIDE con Electrónica. Se seleccionó a SimulIDE para el chequeo técnico funcional, el mismo que se realizó en una computadora personal y que permitió comprobar la instalación, apertura, la construcción de un circuito eléctrico, la modificación de parámetros y la ejecución de la simulación. Luego se contrastaron las características técnicas del equipo utilizado con las de los computadores disponibles en la Facultad como criterio para evaluar su compatibilidad. La propuesta, propone la posibilidad de utilizar los recursos tecnológicos existentes y el software libre como complemento de las experiencias presenciales, pero también se deja abierta la posibilidad de utilizar otras herramientas en función de futuras necesidades académicas.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593999507046	E-mail: johannavelasco81@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Peñafiel Olivo, Kety Jenny		
	Teléfono: +593 99 006 5160		
	E-mail: kety.penafiel@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			