

Laboratorio virtual de electrónica básica para alumnos universitarios dentro de aula extendida

Mg. Leonardo Navarria^{1,2}, Mg. Alejandro González^{3,4}, Dra. Alejandra Zangara³

¹ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (UNLP)
Paseo del Bosque S/N La Plata

² Facultad de Ingeniería (UNLP) 1 esq. 47 La Plata

³ Instituto de Investigación en Informática III- LIDI
Facultad de Informática (UNLP) 50 esq. 120 La Plata

⁴ Dirección General de Educación a Distancia y Tecnologías. UNLP
Argentina Calle 7 nro.776 La Plata
navarrial@fcaglp.unlp.edu.ar

Resumen. El objetivo de este trabajo fue desarrollar laboratorios virtuales de electrónica básica para alumnos universitarios dentro de un aula extendida y evaluar el contenido de estos utilizando el juicio por jurado de expertos. En la enseñanza presencial de carreras que poseen contenido práctico se hace fundamental la realización de prácticas para afianzar conocimientos. La ejercitación en las mismas involucra la asistencia del estudiante a determinados turnos de horarios fijos, en un lugar limitado en recursos de equipamiento y espacio. Con el uso de metodologías de trabajo virtuales se puede lograr que un gran número de alumnos tenga acceso a los contenidos prácticos para poder familiarizarse con instrumentos y componentes de electrónica básica que son de fundamental importancia para la adquisición de conocimientos prácticos. Al final del trabajo se muestran los resultados obtenidos de forma global por la metodología enunciada.

Palabras claves: prácticas, laboratorios virtuales, circuitos, simulación

1. Introducción

El presente trabajo se deriva del trabajo de Tesis la obtención del grado de Magister en Tecnología Informática Aplicada a la Educación dictada en la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. [1]

El autor es docente de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, ambas de la UNLP. En las asignaturas que el autor ejerce su cargo docente se dictan contenidos básicos de electrotecnia, como ser leyes fundamentales, comportamiento de componentes eléctricos y electrónicos, análisis de distintos tipos de circuitos como ser en corriente continua como alterna. Por tratarse de materias de contenidos teóricos y prácticos, los análisis de los distintos tipos de circuitos pueden ser verificados utilizando simuladores de circuitos y también implementados de forma práctica, siendo aquí de vital importancia conocer el manejo de los instrumentos que permiten medir variables eléctricas.

En la enseñanza presencial de carreras que poseen contenido práctico se hace fundamental la realización de prácticas para afianzar conocimientos. La ejercitación en las mismas involucra la asistencia del estudiante a determinados turnos de horarios

fijos, en un lugar limitado en recursos de equipamiento y espacio. Con el uso de metodologías de trabajo virtuales se puede lograr que un gran número de alumnos tenga acceso a los contenidos prácticos para poder familiarizarse con instrumentos y componentes de electrónica básica y avanzada.

Para evaluar que el contenido de los laboratorios mejore las competencias de los estudiantes, se validaron los contenidos de cada uno de los laboratorios mediante el método de juicio por jurado de expertos. Con ello se buscó indagar la posibilidad de mejorar los contenidos, verificar si las prácticas de laboratorios mejoraron los procesos cognitivos, emplear simuladores en el proceso de enseñanza y de aprendizaje y evaluar material informativo.

2. Propósito

a. Práctica de Laboratorio

La práctica de laboratorio es una potente estrategia pedagógica para la construcción de competencias procedimentales y por este motivo es utilizada en una gran variedad de programas académicos, usualmente sincronizada con su asignatura teórica correspondiente. El trabajo de Infante Jiménez [2] aborda la importancia los laboratorios presenciales en las carreras de ciencias aplicadas por ejemplo Ingeniería, Físicoquímica, Química, etc., sin embargo, a medida que los modelos educativos se han vuelto más flexibles y enfocados a competencias, la inclusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha cambiado radicalmente el concepto de espacio físico; esto ha hecho patente una serie de limitaciones pues a pesar de la enorme importancia que éste tiene para el aprendizaje, no puede ofrecer la versatilidad idónea que se necesita en la actualidad. También es un hecho que la práctica de laboratorio presenta elevados tiempos de respuesta, los cuales tienden a bajar su productividad. Infante Jiménez remarca el costo de los experimentos con plantas reales respecto tiempo, dinero, energía, mantenimiento, condiciones que son difíciles de sostener si no se dispone de personal idóneo con alta disponibilidad frente a la demanda de las prácticas. Junto a esto último se debe tener la supervisión por parte de docentes tutores o encargados de laboratorios. Todo esto conlleva a una limitación física de la cantidad de alumnos. Pensando en una época de pandemia COVID-19 se le tendría que sumar el costo de la sanitización y que los laboratorios deberían ser de sólo un estudiante ya que por protocolo se imposibilita compartir elementos e instrumentos de medición. Sumado a esto mismo el impacto negativo de la huella de carbono ya que el traslado del alumno y docente, salvo que no se utilicen vehículos de combustión, generan emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

El artículo de Contreras Gélvez [3] explora los hábitos relacionados con el uso de simuladores para el apoyo en los procesos de transferencia del conocimiento en ciencias básicas y programación. En este trabajo se parte de la premisa para investigar el aporte de los simuladores a la formación de estudiantes universitarios de ingeniería. El estudio se contextualiza en el desarrollo de clases de los saberes de física, matemáticas y programación. Se contaron con laboratorios físicos dotados de puestos de trabajos suficientes para la cantidad de estudiantes.

La utilización de herramientas de laboratorios virtuales se considera que generará una interacción alumno tutor a través de un entorno virtual formal de enseñanza. El laboratorio virtual como objeto de aprendizaje posee como atributos:

- Ser reutilizables: pueden volver a usarse sin perder ninguna característica.
- Ser digital.
- Ser un recurso: no constituye en sí mismo el conocimiento, sino que lo promueve y lo fortalece de manera más fácil.
- Servir de aprendizaje: hace hincapié a la característica de explícito e intencionado de que la persona debe aprender a través del objeto de aprendizaje

Como resultado “se puede decir, en forma general, que el uso de simuladores como estrategia didáctica, a través de los cuales se transfiere conocimiento, sí causa impacto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, ya que las clases se vuelven más interesantes, existe una mayor participación de los alumnos, son más claras las explicaciones que se dan, incrementan la retención al presentarse los contenidos, y aumenta la motivación y el gusto por aprender” [2]. Se debe tener en cuenta que la utilización de simulaciones como herramienta de enseñanza presenta múltiples ventajas, sin embargo, su integración en diseños didácticos concretos requiere que los profesores conozcan las características, las potencialidades y las limitaciones de estos recursos.

En la enseñanza de la ingeniería y carreras técnicas, es deseable la realización de actividades pedagógicas que le permitan al estudiante poner en práctica los conocimientos previos y adquirir nuevos, y corroborados en el campo de la experiencia real. Este papel lo desempeña el laboratorio de prácticas, el cual, inexorablemente, requiere de la presencia física del estudiante para poder manipular los sistemas de control y las plantas existentes en un entorno controlado, bajo la supervisión del profesor [4].

b. Aprendizaje Basado en Problemas

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como metodología de enseñanza y de aprendizaje es utilizado en numerosas instituciones de educación superior en diversas áreas del conocimiento. La finalidad del Aprendizaje Basado en Problemas es formar estudiantes capaces de analizar y enfrentarse a los problemas de la misma manera en que lo hará durante su actividad profesional, es decir, valorando e integrando el saber que los conducirá a la adquisición de competencias profesionales.

A medida que avancen en la carrera utilizar el ABP como método de enseñanza aprendizaje centrado en el estudiante, le permitirá la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes a través de situaciones de la vida real. La no enseñanza de la aplicación del ABP hará que el estudiante no pueda construir su conocimiento sobre la base de problemas y situaciones de la vida real y que, además, no lo haga con el mismo proceso de razonamiento que utilizará cuando sea profesional.

La característica más innovadora del ABP es el uso de problemas como punto de partida para la adquisición de conocimientos nuevos y la concepción del estudiante como protagonista de la gestión de su aprendizaje

La mejora de la resolución de situaciones utilizando ABP podrá favorecer en cuestiones fundamentales como ser:

- Unificación de criterios respecto a la resolución de problemas
- Unificación de lenguaje
- Resolución de situaciones
- Fundamentación correcta
- Adquisición de criterios para ejercer como futuro profesional.

En las asignaturas de trabajo la metodología ABP se utiliza para resolver problemas de trabajos prácticos orientados a situaciones reales que el estudiante puede encontrar en su vida profesional.

c. Aprendizaje fundamentado en trabajos de laboratorio

De acuerdo con López Rúa y Tamayo [6] las simulaciones y los trabajos prácticos de laboratorio o trabajos experimentales constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias porque promueven la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas, desde las más básicas (utilización de multímetros, medición de variables, toma de datos, tratamiento de datos, etc.) hasta las más complejas (investigar y resolver problemas haciendo uso de la experimentación). Esto indica la fundamental importancia que los trabajos prácticos deben tener como actividad de aprendizaje.

En el área de las ciencias el trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje, dado que el estudiante confronta sus saberes previos con la realidad al verificarlos mediante las prácticas [7].

La actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier propuesta pedagógica. Siguiendo esa línea de pensamiento, Andrés, Pesa y Meneses [8] proponen que en el desarrollo de un trabajo práctico de laboratorio debería predominar el aprendizaje en el dominio metodológico y en una inseparable relación con algún marco teórico asociado a la experiencia planteada, el estudiante aprende en acción frente a la situación.

La permanente investigación, innovación, integración y desarrollo de los sistemas tecnológicos e informáticos en el ámbito de la educación están permitiendo la implementación de nuevas prácticas en la forma de realizar la construcción del proceso de enseñanza y aprendizaje. Tal es el caso de la realización de un trabajo práctico de laboratorio ya sea sobre un objeto de existencia virtual o real pero efectuada en forma remota, como una actividad a la que se accede a través de un entorno virtual de enseñanza aprendizaje.

Se puede afirmar que los trabajos de laboratorio, dependiendo del grado de participación del estudiante establece que:

- Se involucra al estudiante en el uso de procedimientos técnicos y científicos
- Se establece una metodología de trabajo
- Se requiere el uso de material e instrumentos específicos, y en algunos casos reacondicionados y adaptados para que el estudiante los utilice para llevar adelante

las prácticas.

- Se realizan en lugares distintos al aula dónde se dictan las clases, pudiendo ser estos un laboratorio, situando en el caso de estudio, de electrónica o directamente campo como es el caso de geofísica, laboratorio para medir el campo magnético terrestre.
- Se presentan riesgos para el alumno respecto de la manipulación de algunos componentes.
- Se presentan riesgos de daños de instrumentos de medición
- Se realizan actividades que poseen una complejidad de organización superior a la resolución de un ejercicio en el material de estudio.
- Se genera una motivación por parte del estudiante.
- Se ayuda a la comprensión de los contenidos teóricos expuestos en el aula.
- Se fomenta el desarrollo del razonamiento científico.
- Se facilita la comprensión de problemas reales modelizados para la resolución en carpeta de estudio.
- Se establece una base de contenidos sobre la que se desarrollan actitudes de investigación.
- Deben ser fundamentales para la enseñanza y el aprendizaje de conocimientos técnicos.

3. Desarrollo

El fenómeno de los avances tecnológicos digitales en el campo de la comunicación y de la informática, ha enriquecido los instrumentos de la tecnología educativa con la incorporación de los equipos de grabación, reproducción y transmisión de texto, sonido e imagen. Y no olvidemos que buena parte de estas tecnologías se encuentran hoy en los hogares de multitud de ciudadanos.

Así, los alumnos, a través del estudio independiente, aprenderán al menos de forma tan eficaz como el estudiante de un centro convencional. Más que el método en sí importa el buen uso que se haga del mismo como muestran numerosas investigaciones. La educación en la virtualidad, es decir, desde la no-presencia en entornos virtuales de aprendizaje, no se sitúa necesariamente en ninguna orientación educativa concreta. Al igual que en la presencialidad existe la convivencia entre orientaciones y didácticas diversas, siempre que éstas actúen de forma coherente con las finalidades educativas y con los fines de la educación, de la misma forma sucede en la virtualidad. [9]. El proceso de aprendizaje en ambientes virtuales es el resultado de varias etapas en las que el alumno construye su aprendizaje. Asimismo, puede ser el producto de la práctica, como puede ser el empleo de simuladores. De esta forma existe un análisis crítico como también lo existe en la presencialidad dando lugar a diferentes perspectivas de valoración.

La diferencia de mayor importancia entre una educación presencial y virtual es el cambio de medio y el tratamiento que se debe hacer para optimizar cada uno de los medios. No se debe ni se puede realizar las mismas acciones en medios distintos,

aunque nuestros objetivos educativos sean los mismos. Se debe saber que los caminos a recorrer son distintos. Es de fundamental importancia el medio de comunicación, pudiendo llevar al éxito o al fracaso del proceso educativo.

A continuación, se lista alguno de los laboratorios realizados junto con sus enlaces:
Análisis de circuitos en corriente continua, figura 1:

<https://lc.cx/ZvBX8x>

Para este laboratorio se utilizó para el diseño web la herramienta de genial.ly. Se utilizaron componentes físicos de circuitos eléctricos como protoboard, resistores, cables, etc. Se realizaron varias mediciones con instrumentos de medida de variables eléctricas para que el estudiante vincule el circuito real con un esquemático.

Los objetivos fueron: Verificar experimentalmente las leyes de Kirchoff de las corrientes y las tensiones. Aprender a realizar e interpretar medidas de corrientes y tensiones en Corriente Continua. Comprender los conceptos de circuitos eléctricos y potencia. Vincular un circuito real con un esquemático. Realizar cálculos y comprobar los resultados obtenidos

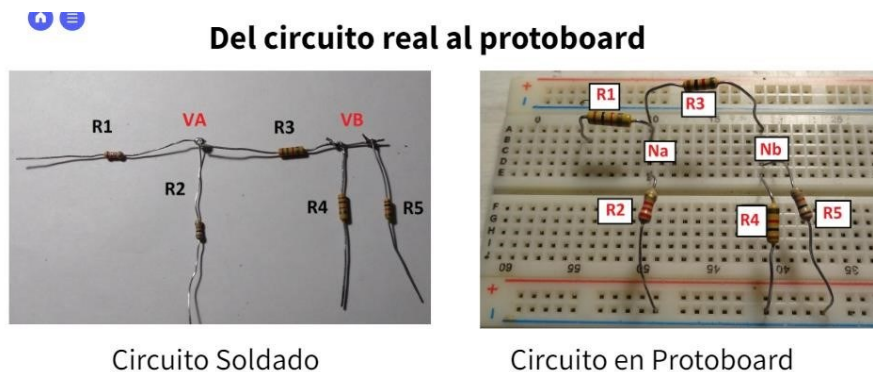


Figura 1: Circuito soldado y circuito equivalente montado en un protoboard

Análisis de circuitos en corriente alterna:

<https://youtu.be/Z6-fXSLZ1Pc>

Se utilizaron componentes físicos de circuitos eléctricos, resistores, cables, inductores y capacitores. Se utilizó un multímetro, osciloscopio (figura 2) y un generador de señales.

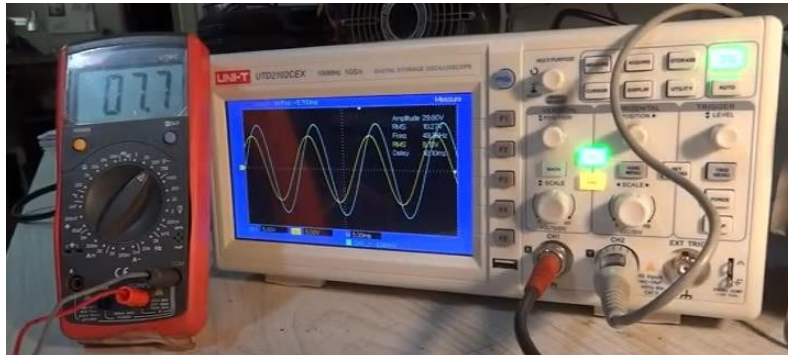


Figura 2: Osciloscopio y multímetro para la medición de corriente alterna

Los objetivos fueron: a. Interpretar el uso de generadores de señales. Comprender el uso del multímetro. Configurar el uso de un osciloscopio

Laboratorios de Rectificadores, figura 3:

<https://youtu.be/k3veU75SsUw>

<https://youtu.be/0KVOVrWAToU>

https://youtu.be/SAEMP_zOwng

Este laboratorio tuvo como objetivos: Autoevaluar los conocimientos del alumno sobre el tema rectificadores. Comprender el funcionamiento de los rectificadores estudiando en tiempo real con mediciones de instrumentos de medida. Comprobar los resultados obtenidos utilizando el simulador de circuitos eléctricos LTSPICE. Obtener conclusiones de los resultados obtenidos.

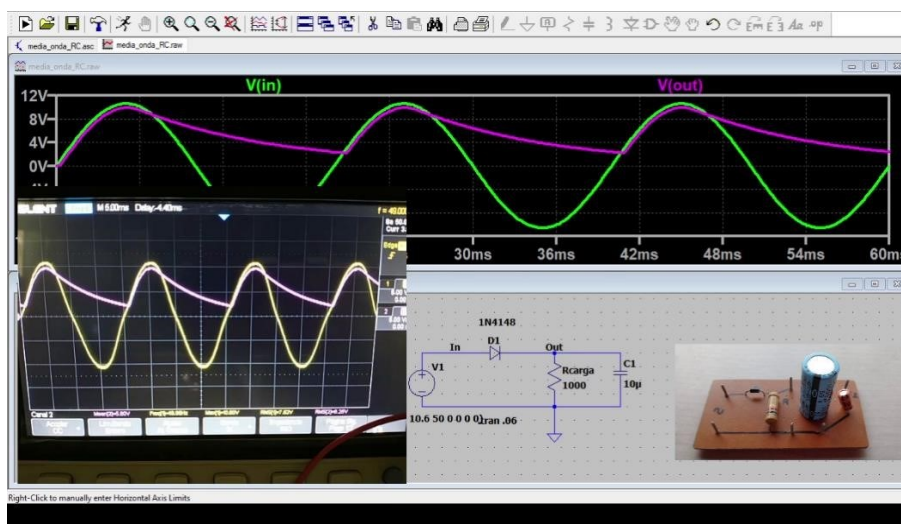


Figura 3: Laboratorio de Rectificación

Para este tercer laboratorio se utilizó un Branching scenario (H5P). Esta herramienta permite tomar decisiones sobre el comportamiento de un determinado circuito. Asimismo, se utilizó un simulador de circuitos LTspice, junto al circuito real, instrumentos de medición y se filmó la realización de los laboratorios, comparando los resultados obtenidos con los simulados como muestra la figura 3.

4. Evaluación de los contenidos de los laboratorios

El objetivo general del trabajo que desarrolla el tesista fue evaluar la efectividad de realizar prácticas de electrónica básica con laboratorios virtuales dentro de un aula extendida. La evaluación se realizó por jurado de expertos, que consiste en solicitar a una serie de personas la demanda de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o su opinión respecto a un aspecto concreto. Cada uno de los laboratorios realizados fue pensado para que el alumno mejore las competencias para la resolución de problemas de cada una de las asignaturas en cuestión. Para seleccionar los expertos acordes a lo indicado en los párrafos anteriores se tomaron en cuenta:

- Experiencia profesional.
- Vinculación a la investigación.
- Experticia en el tema.
- Nivel Académico.
- Participación en proyectos de investigación

Para llevar adelante el juicio por expertos se utilizó la técnica de Agregados Individuales, que consiste en que cada experto responde por escala de Likert una serie de preguntas acerca de las distintas dimensiones de los laboratorios. El método de agregados individuales permite que los expertos sean consultados de forma individual y simultánea mediante un formulario electrónico. Los autores Corral [10], Cabero [11] coinciden en que la construcción del instrumento de indagación se convierte en una herramienta clave, ya que no habría otra interacción con los expertos más que el envío y recepción del instrumento completo. Los expertos evalúan de forma individual y no pueden intercambiar sus opiniones, puntos de vista y experiencia con los restantes expertos seleccionados. Para la evaluación de los materiales construidos se atacaron los ítems que se muestran en el siguiente listado:

1. Calidad de contenidos: Actualización, Calidad, Secuencia y estructura, Claridad de explicaciones.
2. Aspectos técnicos: Calidad de medios, Tamaños de gráficos y letras.
3. Motivación: Grado de atracción de la herramienta: Interés que despierta, Duración, Alcance de objetivos
4. Valor didáctico: Adaptación al Currículo, Favorece el proceso de aprendizaje, Adecuación del vocabulario, Explicación de los objetivos, Las problemáticas presentadas corresponden con situaciones reales, Conclusiones.

Se convocaron a 15 jurados de los cuales 13 respondieron el cuestionario vencido el plazo, que fue aproximadamente de unos 30 días. Por lo tanto, el grado de convocatoria arroja un 87% de convocatoria efectiva, perdiendo solamente una muestra

del 13%. En la figura 4 se muestran los resultados globales obtenidos en el Laboratorio comprobación de las Leyes de Kirchhoff por cada uno de los ítems aplicada la escala de Likert. Los resultados se presentan de forma porcentual.

| Ítem | Muy Bueno | Bueno | Suficiente | Insuficiente |
|---|------------|------------|------------|--------------|
| Alcance de objetivos | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Adaptación al currículo | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Favorecimiento del proceso de aprendizaje | 69% | 23% | 8% | 0% |
| Adecuación del vocabulario | 54% | 38% | 8% | 0% |
| Explicación de los objetivos | 77% | 15% | 8% | 0% |
| Correspondencia entre situaciones reales | 69% | 31% | 0% | 0% |
| Conclusiones obtenidas | 62% | 31% | 0% | 8% |
| Actualización de contenidos | 54% | 31% | 15% | 0% |
| Calidad del diseño | 46% | 46% | 8% | 0% |
| Secuencia y estructura | 46% | 46% | 8% | 0% |
| Claridad de explicaciones | 69% | 31% | 0% | 0% |
| Calidad de los medios | 38% | 62% | 0% | 0% |
| Tamaño de gráficos y letras | 77% | 23% | 0% | 0% |
| Grado de atracción de la herramienta | 69% | 23% | 8% | 0% |
| Interés despertado | 62% | 31% | 8% | 0% |
| Duración | 69% | 23% | 8% | 0% |
| Promedio | 62% | 33% | 5% | 0% |

Figura 4 Resultados Obtenidos de la comprobación de las Leyes de Kirchhoff

Para el laboratorio de comprobación de leyes fundamentales de electricidad como son las Leyes de Kirchhoff que el valor de aceptación es del 95% repartidos entre Muy Bueno y Bueno. No obstante, se toman notas de los aportes indicados por algunos de los expertos en el caso de las conclusiones obtenidas, la duración del laboratorio y el interés que despierta este primer laboratorio.

En la figura 5 se muestran los resultados que se obtuvieron del segundo laboratorio, utilización de instrumentos de medición de variables eléctricas en corriente alterna.

| Ítem | Muy Bueno | Bueno | Suficiente | Insuficiente |
|---|------------|------------|------------|--------------|
| Alcance de objetivos | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Adaptación al currículo | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Favorecimiento del proceso de aprendizaje | 85% | 8% | 8% | 0% |
| Adecuación del vocabulario | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Explicación de los objetivos | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Correspondencia entre situaciones reales | 62% | 31% | 8% | 0% |
| Conclusiones obtenidas | 69% | 23% | 8% | 0% |
| Actualización de contenidos | 69% | 23% | 8% | 0% |
| Calidad del diseño | 62% | 31% | 0% | 8% |
| Secuencia y estructura | 69% | 15% | 15% | 0% |
| Claridad de explicaciones | 69% | 31% | 0% | 0% |
| Calidad de los medios | 69% | 23% | 8% | 0% |
| Tamaño de gráficos y letras | 69% | 23% | 8% | 0% |
| Grado de atracción de la herramienta | 46% | 46% | 8% | 0% |
| Interés despertado | 62% | 23% | 8% | 8% |
| Duración | 69% | 15% | 15% | 0% |
| Promedio | 65% | 28% | 6% | 1% |

Figura 5 instrumentos de medición de variables eléctricas en corriente alterna

Para el laboratorio de uso de instrumentos de medición se observa posee una aceptación del 93%. Existen puntos a revisar respecto de las conclusiones obtenidas y la motivación, debiendo esto ajustar la motivación de realizar este laboratorio agregándole un grado de justificación más conceptual.

La figura 6 muestra los resultados que se obtuvieron del tercer laboratorio, rectificadores.

| Ítem | Muy Bueno | Bueno | Suficiente | Insuficiente |
|---|------------|------------|------------|--------------|
| Alcance de objetivos | 92% | 8% | 0% | 0% |
| Adaptación al currículo | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Favorecimiento del proceso de aprendizaje | 77% | 23% | 0% | 0% |
| Adecuación del vocabulario | 69% | 31% | 0% | 0% |
| Explicación de los objetivos | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Correspondencia entre situaciones reales | 85% | 15% | 0% | 0% |
| Conclusiones obtenidas | 77% | 23% | 0% | 0% |
| Actualización de contenidos | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Calidad del diseño | 77% | 23% | 0% | 0% |
| Secuencia y estructura | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Claridad de explicaciones | 69% | 31% | 0% | 0% |
| Calidad de los medios | 46% | 54% | 0% | 0% |
| Tamaño de gráficos y letras | 62% | 38% | 0% | 0% |
| Grado de atracción de la herramienta | 77% | 23% | 0% | 0% |
| Interés despertado | 69% | 31% | 0% | 0% |
| Duración | 54% | 46% | 0% | 0% |
| Promedio | 69% | 31% | 0% | 0% |

Figura 6 Resultados del laboratorio de rectificadores.

Para el laboratorio de Análisis de Rectificadores se obtuvo un 100% de aceptación por parte de los jurados.

5. Conclusiones

A través de los laboratorios se propuso mejorar las competencias en el área del conocimiento tratado. La evaluación de las competencias aporta un cambio de enfoque respecto a la evaluación tradicional, ya que intenta determinar los conocimientos y las aptitudes logradas en el proceso de aprendizaje.

La propuesta pedagógica para la inclusión del laboratorio virtual en un esquema tradicional de cursada contempló la etapa de experiencia real, experiencia virtual, simulación, comparación de resultados y obtención de conclusiones.

El criterio del docente es determinante para la selección del laboratorio virtual que mejor se acople a los objetivos acordes a la formación por competencias. Los diseños de los laboratorios han requerido un esfuerzo extra por parte del docente.

Es necesario que se continúe fomentando estudios que contribuyan al conocimiento sobre el uso de las tecnologías en la educación y en la transferencia de conocimiento.

Referencias

1. Navarra L. (2023) Laboratorio virtual de electrónica básica para alumnos universitarios dentro de aula extendida. Comprobaciones de las leyes básicas de circuitos eléctricos y aplicaciones sobre semiconductores <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/154689>
2. Jiménez, C. I. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 917-937. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662014000300013&lng=es&tlng=es
3. Contreras Gelves, Gloria Amparo, & García Torres, Rosa, & Ramírez Montoya, María Soledad (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Apertura*, 2. ISSN: 1665-6180. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=688/68820841008>
4. Lorandi, A.P.; Hermida, G.; Hernández, J., y Ladrón de Guevara, E. (2011). Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, 4, 24-30. Recuperado de http://bibliografia.eovirtual.com/LorandiA_2011_Laboratorios.pdf
5. Dormido, S. & Sanchez, Jhonatan & Morilla, F. (2007). Laboratorios virtuales y remotos para la práctica a distancia de la Automática.
6. López Rua, Ana Milena, & Tamayo Alzate, Óscar Eugenio (2012). Las Prácticas De Laboratorio En La Enseñanza De Las Ciencias Naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1),145-166. ISSN: 1900-9895. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129256008>.
7. Osorio, Y.W. (2004). "El experimento como indicador de aprendizaje". *Boletín PPDQ*, No. 43, pp. 7-10.
8. Andrés, M. M., Pesa, M. Y Meneses, J. (2008). Efectividad de un laboratorio guiado por el modelo de aprendizaje matlaf para el desarrollo conceptual asociado a tareas experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 2008, 26(3), 343-358
9. Sangrà, Albert. (2001). Enseñar y aprender en la virtualidad. <http://www.redined.mec.es/oai/indexg.php?registro=007200230138>.
10. Corral, Yadira. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*. 19.2009
11. Cabero Almenara, J. y Llorente Cejudo, M. C. (2013), La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información (TIC). En *Eduweb. Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, 2012. Disponible en <http://tecnologiaedu.us.es/tecnoedu/images/stories/jca107.pdf>