

# Laboratorios Virtuales. Evaluación por Jurado de Expertos

*Leonardo J. Navarria*

Universidad Nacional de La Plata  
[navarrial@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:navarrial@fcaglp.unlp.edu.ar)

*Alejandro González*

Universidad Nacional de La Plata  
[agonzalez@lidi.info.unlp.edu.ar](mailto:agonzalez@lidi.info.unlp.edu.ar)

*Alejandra Zangara*

Universidad Nacional de La Plata  
[alejandra.zangara@gmail.com](mailto:alejandra.zangara@gmail.com)

## Introducción

El presente trabajo se deriva del trabajo de Tesis en curso para la obtención del Magíster en Tecnología Informática Aplicada a la Educación dictada en la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata.

El tesista 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 (leyes fundamentales, comportamiento de componentes eléctricos y electrónicos, análisis de distintos tipos de circuitos 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 pandemia de Covid-19 ha fortalecido la realización de laboratorios virtuales, ya que durante el 2020 y 2021 la Universidad Nacional de La Plata dictó de forma virtual todas las clases de las asignaturas en las cuales se utilizaron los laboratorios virtuales.

### *Trabajo de laboratorios*

Usualmente, se asocian los trabajos de laboratorio a un laboratorio de Física, Química, Ciencias naturales, pensando en que una de las principales ventajas que ofrece el trabajo práctico en el laboratorio es su interactividad, puesto que permite al estudiante el contacto con los elementos, su manipulación y sus transformaciones. Al poder observar lo que sucede en los experimentos, el alumno desarrolla habilidades cognitivas y destrezas prácticas, que le facilitan el planteamiento de problemas y la aplicación de sus conocimientos acerca del mundo que le rodea, entrenando en la ejecución del método científico en el mundo real. Sin embargo, a pesar de ser un lugar ideal para la experimentación, este espacio también presenta inconvenientes, entre los que podemos destacar el costo inicial, el mantenimiento, el consumo de energía y las restricciones de espacio debido al incremento en la matrícula, propia de la explosión demográfica (Lorandi et al., 2011).

La enseñanza basada en la práctica tiene por propósito que los alumnos experimenten e interactúen con herramientas tales como juegos, simulaciones y laboratorios. 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, corroborándolos 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.

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 apren-

dizaje. Tal es el caso de la ejecución 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.

Coincidiendo con los autores Andrés, Pesa y Meneses (2008), los trabajos de laboratorio, dependiendo del grado de participación del estudiante, establecen 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 a las aulas en las que se dictan las clases, pudiendo ser estos un laboratorio de electrónica o directamente el campo como es el caso de Geofísica, laboratorio para medir el campo magnético terrestre.
- En algunos casos se pueden presentar riesgos de seguridad para el alumno respecto de la manipulación de algunos componentes o respecto del trabajo con tensiones eléctricas peligrosas.
- 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.

### *Evaluación de los laboratorios*

En una primera etapa, para evaluar el uso de los laboratorios se realizaron cuestionarios cerrados para alumnos con resultados procesados en trabajos anteriores (Navarria, González y Zangara, 2021). Para aumentar la validez de los contenidos de los laboratorios se convocó a docentes expertos en el tema para realizar una evaluación usando el método de juicio de expertos.

La evaluación mediante el juicio de expertos “consiste, básicamente, 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” (Cabero y Llorente, 2013, p. 14). Se trata de una técnica cuya realización adecuada desde un punto de vista metodológico constituye, a veces, el único indicador de validez de contenido del instrumento de recogida de datos o de información; de ahí que resulte de gran utilidad en la valoración de aspectos de orden radicalmente cualitativo.

El juicio de expertos es un método de validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación que se define como “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones” (Escobar Pérez y Cuervo Martínez, 2008, p. 29).

### **Laboratorios realizados**

Los laboratorios han sido agrupados de forma ordenada y secuencial en la página *web*: <https://sites.google.com/ing.unlp.edu.ar/laboratoriosvirtuales/inicio>. Se realizaron distintos laboratorios que abarcar-

ron los temas: verificación de las leyes de Kirchhoff, análisis de circuitos en corriente alterna, instructivos del uso del Simulador LTSPICE, Rectificadores y polarización de transistores.

La figura siguiente (figura 1) pertenece a la tarea previa, hecha en el laboratorio, para la verificación de las leyes de Kirchhoff. En esta figura, se ve el montaje de un circuito real en una plaqueta experimental, llamada *protoboard*. Abajo a la izquierda, se encuentra un *link* referido al uso del *protoboard*, junto con el enlace a los valores de los componentes.

### Tarea Previa

Para el resistor nombrado como R5, el cuál variará su valor, calcular los siguientes parámetros :

1. Tensión en el Nodo A
2. Tensión en el Nodo B
3. Tensión en el resistor R3
4. Intensidad de corriente en R3
5. Intensidad de corriente en R5.

Tener en cuenta las propiedades de cada componente y la forma en la que están conectados.

Realizar una tabla ordenada con todas las variables y los valores obtenidos.

Confeccionar la tabla a mano o en una planilla de cálculo para poder comparar los valores obtenidos en el laboratorio.

  
[Lista de valores](#)

  
[Uso del protoboard](#)

### Circuito a Analizar

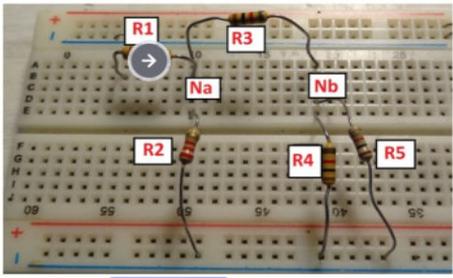


FIGURA 1. Tareas previas, junto a instructivos adicionales. Leyes de Kirchhoff

En la figura que se muestra a continuación (Figura 2) se comparan los resultados experimentales y los simulados obtenidos para un rectificador de media onda. Los resultados experimentales se realizaron en un circuito real y la simulación se obtuvo implementando el circuito en el simulador LTSPICE.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

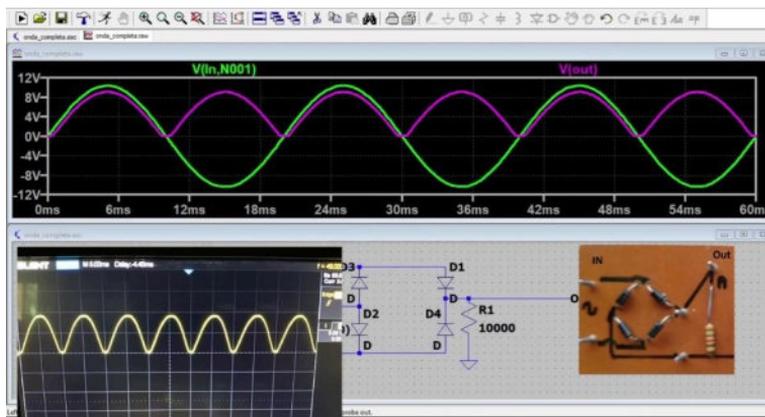


FIGURA 2. Rectificador de onda completa:  
<https://youtu.be/k3vcU75SsUw>

## Selección de jurados

Para la selección de los expertos no existe ningún filtro de selección, pero, citando a los autores Cabero y Llorente (2013), se propone una serie de criterios estructurados como ser el Biograma o el Coeficiente de Competencia Experta.

Tanto el Biograma como el Coeficiente de Competencia experta se basan en la biografía del experto en función de su trayectoria, experiencia, formaciones, investigaciones, conocimiento del tema en estudio. La diferencia con el Coeficiente de Competencia Experta es la autovaloración del experto sobre su nivel de conocimiento acerca del objeto de investigación, así como de las fuentes que puedan justificar su nivel.

Respecto del número de expertos necesarios, no hay un acuerdo unánime para la cantidad. Se puede decir que depende de la facilidad de acceder a ellos o la posibilidad de conocer a los expertos suficientes sobre el objetivo de la investigación. Los aspectos para tener en cuenta en este trabajo fueron:

- la disponibilidad en el tema de estudio.
- La cantidad de jueces que podrían abandonar el trabajo (pérdida muestral).

- La cantidad de trabajo a juzgar.
- La accesibilidad del experto.
- El tiempo que le llevará al experto revisar la información y las desmotivaciones que pueden aparecer en el trayecto.

Se ha seleccionado para este estudio la técnica de agregados individuales, que consiste en que cada experto responda, por escala de Likert, a una serie de preguntas acerca de las distintas dimensiones de los laboratorios. Los expertos evalúan de forma individual y no pueden intercambiar sus opiniones, puntos de vista y experiencia con los restantes expertos seleccionados. Para este juicio por jurados se seleccionaron quince expertos, de los cuales solo trece respondieron a la convocatoria, con lo que se logró un ochenta y siete por ciento de respuesta positiva.

### **Evaluación de los laboratorios**

Acorde a lo que plantea Zangara (2018), en la metodología implementada para obtener una secuencia de pasos metodológicos para llevar adelante esta evaluación:

1. definir el objeto a evaluar (Qué).
2. Definir el objetivo de la evaluación por juicio de expertos (Para qué).
3. Definir el método de juicio de expertos a utilizar, según análisis de ventajas y debilidades de cada uno para el logro del objetivo final.
4. Construir el instrumento de indagación.
5. Seleccionar a los expertos.
6. Comunicar a los expertos la metodología de indagación.
7. Implementar el instrumento.
8. Hacer seguimiento de su completamiento.
9. Realizar análisis de las respuestas.

10. Implementar los ajustes en función de las respuestas obtenidas.

11. Comunicar los resultados obtenidos.

Para la capacitación de ingenieros en la toma de decisiones utilizando simuladores, se identifican los indicadores didácticos más aplicables a la hora de evaluar los distintos laboratorios. Para la evaluación de los materiales construidos se atacaron los siguientes ítems:

Dimensiones	Ítems
Calidad de contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Actualización</li> <li>● Calidad</li> <li>● Secuencia y estructura</li> <li>● Claridad de explicaciones</li> </ul>
Aspectos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Calidad de medios</li> <li>● Tamaños de gráficos y letras</li> </ul>
Motivación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Grado de atracción de la herramienta</li> <li>● Interés que despierta</li> <li>● Duración</li> <li>● Alcance de objetivos</li> </ul>
Valor didáctico	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Adaptación al Currículo</li> <li>● Favorece el proceso de aprendizaje</li> <li>● Adecuación del vocabulario</li> <li>● Explicación de los objetivos</li> <li>● Las problemáticas presentadas corresponden con situaciones reales</li> <li>● Conclusiones</li> </ul>

TABLA I. Ítems a evaluar de cada laboratorio virtual

### Resultado de la evaluación de los laboratorios

La administración del cuestionario a los expertos se llevó adelante en febrero de 2022. El instrumento tomó la forma de encuesta de opinión en formato digital. Se envió el enlace por correo electrónico a los expertos seleccionados. El formulario para completar la encuesta fue con Google Formularios. El instrumento de indagación construido para este fin consideró las secciones mostradas en la tabla anterior.

*Laboratorio Comprobación de las Leyes de Kirchhoff*

Realizando un análisis por ítem se destaca que existe una aceptación muy buena en la mayoría de los ítems, exceptuando la calidad del diseño y la secuencia y estructura. El otro ítem que no fue clasificado como muy bueno fue la calidad de los medios. Respecto de la calidad del diseño y la secuencia y estructura, al ser realizados en una plataforma prediseñada el diseño no es 100% modificable, por lo que se deberá buscar algún otro tipo de plataforma para futuras verificaciones. Respecto de la calidad de los medios, muchas de las imágenes y diseños deberán ser rediseñados para futuros laboratorios.

Observando el gráfico totalizador del laboratorio de las leyes de Kirchhoff, los jurados han evaluado en su mayoría que ha sido muy bueno (62%) y bueno (33%) restando una evaluación de suficiente para un 5% de las opiniones totales. Es de fundamental importancia remarcar que el primer laboratorio muestra los fundamentos de los análisis de circuitos, siendo de vital importancia que las bases de los conocimientos sean aceptables.

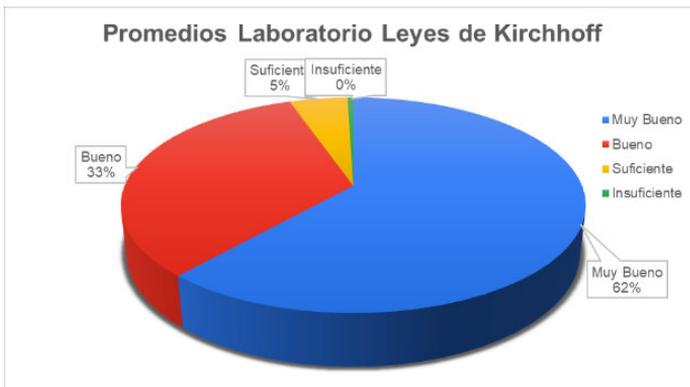


FIGURA 3. Resultado del análisis del laboratorio de Leyes de Kichhoff

*Laboratorio de Instrumentos de medición de variables eléctricas*

En este laboratorio se destaca como punto muy alto el favorecimiento del proceso de aprendizaje, que logra un 85% de alta satisfacción por

parte del jurado. Con respecto a los ítems a mejorar se destaca el grado de atracción de la herramienta que ha logrado un grado de satisfacción correcto. En los resultados porcentuales finales el grado de alta aceptación de los jurados se encuentra en 65% siendo este, un muy satisfactorio, y de aceptación alrededor del 30%, destacando que solamente un 7% de todo el laboratorio no ha cumplido con lo esperado.

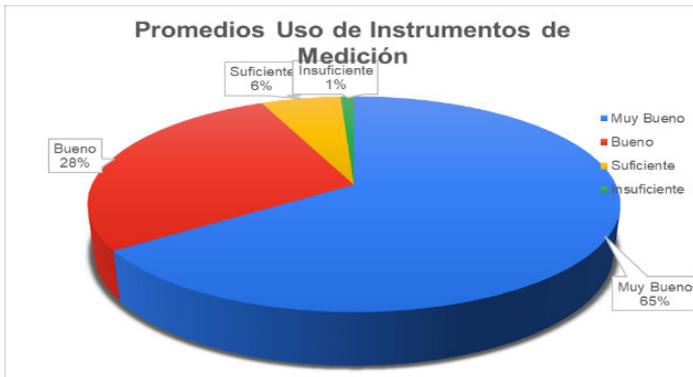


FIGURA 4. Resultado del análisis del uso de instrumentos de medición

#### *Uso del Simulador LTSPICE*

En este apartado se ha trabajado con el simulador LTSPICE. Se destaca que el alcance de objetivos, la adaptación al currículum y el fomento del proceso de aprendizaje, junto con la herramienta, entre otros, han sido de altísima aceptación por parte del jurado. Se debe revisar la duración de los videos realizados, ya que se ha detectado que la misma no es la adecuada. En promedios generales se han obtenido los más altos de todos los laboratorios, con un 75% de las evaluaciones de alta satisfacción y un 21% de satisfacción adecuada.



FIGURA 5. Resultado de las explicaciones del uso del simulador LTSPICE

#### *Laboratorio de Análisis de Rectificadores*

En este grupo de laboratorios no ha habido disconformidades por parte de los jurados. Los ítems a mejorar son la calidad de los medios y la duración de los videos. En valores totales todas las opiniones han sido positivas, no habiendo ninguna calificación de insuficiente.



FIGURA 6. Resultado del análisis del laboratorio de rectificación

### *Laboratorio de polarización de transistores*

Finalmente, en el último laboratorio aparece a revisar la calidad de los materiales diseñados y la duración de los videos de las explicaciones. En promedios totales se ha logrado una evaluación de muy buenos del 71% y de bueno del 26%.

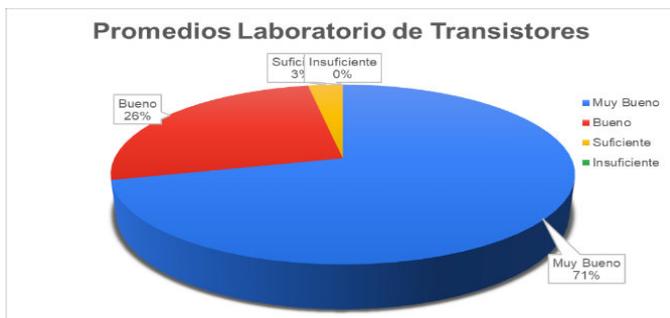


FIGURA 7. Resultado del análisis del laboratorio de transistores

### **Conclusiones y líneas futuras de trabajo**

Esta investigación presenta la implementación de una propuesta didáctica de una serie de laboratorios virtuales para fortalecer las competencias de los egresados de Ingeniería. La oferta se basó en la implementación de laboratorios virtuales utilizando distintas herramientas integradas a un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje.

El objetivo principal se considera cumplido al haberse implementado y desarrollado de manera efectiva una propuesta didáctica basada en la ejecución de trabajos de laboratorio evaluados por jurados especialistas del tema.

Los resultados obtenidos por la evaluación de alumnos (Navarria, 2021) concluyeron en condiciones aceptables respecto de los objetivos buscados, por lo que los laboratorios desarrollados en el bienio 2020 y 2021 se están reutilizando en formato aula extendida para los cursos 2022.

Los resultados arrojados por la metodología del juicio de expertos muestran, en forma general, una gran aceptación.

En cuanto a trabajo futuro se buscará:

- profundizar la línea investigativa en relación con las competencias tecnológicas a fin de adaptar el aprendizaje y la evaluación al nuevo paradigma de la formación orientada a las competencias.
- Articular entre los trabajos prácticos presentados en la asignatura con los contenidos de los laboratorios en los que se abordan situaciones reales.
- Mejorar la calidad gráfica de algunos diseños de los laboratorios.

### Referencias bibliográficas

- Andrés, M. M., Pesa, M. y Meneses, J. (2008). Efectividad de un laboratorio guiado por el modelo de aprendizaje matlab para el desarrollo conceptual asociado a tareas experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 343-358.
- 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). *Eduweb. Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, 7(2), 11-22.
- Escobar Pérez, J. y Cuervo Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.
- 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.
- Navarria, L., González, A. y Zangara, A. (2021). Laboratorios virtuales de electrónica básica para alumnos universitarios dentro del aula extendida. *Trayectorias Universitarias*, 7(13), 075. <https://doi.org/10.24215/24690090e075>
- Zangara, M. A. (2018). Interacción e interactividad en el trabajo colaborativo mediado por tecnología informática (Doctoral dissertation). Universidad Nacional de La Plata.