

Empleo de Tinkercad para simulación de circuitos eléctricos en cursos de Electricidad y Magnetismo como alternativa a la práctica de laboratorio real. La opinión de los alumnos.

Cleva Mario Sergio; Schefer Fernando Gustavo; Arzamendia Luis Alejandro; Liska Diego Orlando; Rodich Novelli Christian Esteban.

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia. French 414. Resistencia, Chaco. Argentina.

clevamario@hotmail.com

Resumen

En este artículo se presenta una experiencia acerca de la comparación entre una clase de laboratorio real y la misma clase en la plataforma de diseño de circuitos que contiene Tinkercad. Participaron diez alumnos voluntarios de segundo año de las carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia. Se realizó la experiencia de “Carga y Descarga de un Capacitor” y “Validación de la Ley de Ohm”. Con la intención de comparar las experiencias y el impacto que tuvieron para los alumnos, se realizó una encuesta a los estudiantes para ver aspectos como motivación, interés, preferencias, etc. La intención de los docentes de la cátedra es incorporar la práctica simulada como parte del curso regular. Los estudiantes manifestaron la utilidad de la simulación para sus aprendizajes, pero no como reemplazo del laboratorio convencional. Lo ven como una herramienta complementaria en el dictado y sugieren su empleo. Con estos resultados, los docentes analizarán para la próxima planificación, su implementación en los cursos regulares dada la facilidad en el manejo de la plataforma y porque es una herramienta de utilidad para cursos del ciclo superior.

Palabras claves: Circuitos, Ley de Ohm, Carga de Capacitor.

Introducción

En los planes de estudios de las carreras de ingeniería, cada determinada cantidad de tiempo, los diferentes cursos sufren una revisión y adecuación de sus contenidos para ajustarse a lo que el mercado laboral necesita y para incorporar nuevos conceptos. Los espacios curriculares del ciclo básico no escapan a esta revisión. Habilidades o contribuciones a diferentes competencias, integración de herramientas tecnológicas a la enseñanza, sincronización de contenidos en sus diferentes formas (teoría, resolución de problemas y clases de laboratorio), adecuación a las condiciones edilicias, administración de recursos humanos, etc, son parte del análisis que se hacen todos los años a lo largo del ciclo lectivo. La documentación de estos cambios y su análisis y discusión por parte de todos los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje, es necesaria para su validación. La pandemia por la que se transitó hace un par de años atrás, obligó a todos los docentes (y alumnos) a transitar por nuevos caminos empleando nuevas estrategias para cumplir con los objetivos propuestos en los cursos. Algunas de estas acciones implicaron el desarrollo de contenidos en formato digital [1] para promover el estudio independiente del alumno. Sin embargo, en el caso de las ciencias experimentales como la Física, hay prácticas en las cuales son necesarios técnicas y equipamientos específicos. En estas prácticas, los estudiantes realizan experimentos para observar los fenómenos físicos, entender los conceptos teóricos y analizar los alcances de los modelos que explican y modelan los fenómenos. En las últimas décadas [2], [3], y más durante la pandemia, se ha popularizado el uso de simulaciones en la enseñanza de la Física. Estos son programas o aplicaciones informáticas que recrean experimentos y fenómenos físicos en un ambiente virtual.

Tanto la práctica de laboratorio real, como la simulada, tienen como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda de los conceptos físicos, pero difieren en su enfoque y metodología.

Las prácticas de laboratorio son una forma tradicional y común de enseñanza en Física. Sin embargo, su realización puede estar sujeta a limitaciones, como la disponibilidad de recursos (un solo equipo para 5 o 6

alumnos) y el tiempo destinado para su ejecución. Esta última no permite al estudiante rever o realizar modificaciones de la práctica para responder a inquietudes de los integrantes de un grupo de trabajo. Además, los resultados pueden estar sujetos a errores humanos por una inadecuada interpretación del objetivo de la práctica o limitaciones técnicas en el momento de la ejecución.

Por otro lado, las simulaciones son una herramienta moderna y flexible. Estas permiten a los estudiantes explorar los conceptos físicos en un entorno virtual y controlado, sin limitaciones de tiempo o recursos. Además, las simulaciones pueden proporcionar visualizaciones claras y precisas de los fenómenos físicos, lo que ayuda a los estudiantes a comprender mejor los conceptos abstractos. En algunos casos, estas simulaciones pueden ejecutarse sobre teléfonos inteligentes, lo que asegura una disponibilidad inmediata en su empleo.

Sin embargo, el uso de simulaciones tiene sus limitaciones. Una de ellas es que no permite visualizar la influencia de otros factores sobre el fenómeno que se pretende reproducir y analizar. Tampoco proporcionan la misma experiencia que las prácticas de laboratorio donde se requiere conocer el manejo de instrumental específico.

Dentro de los simuladores, hay algunos que muestran elementos que representan instrumental de laboratorio como las de la Universidad de Colorado (Colorado Phet) la cual es web based y gratuita (Figura 1). Otras son más “esquemáticas” en su interfase como Crocodile Physics, que requiere de pago para ser usada (Figura 2). Otras, contienen una amplia gama de componentes reales (Electronic Workbench, actualmente llamado Multisim) pero siguen siendo esquemáticos en su diseño y en estos casos, la abundancia de elementos puede confundir al estudiante acerca de cuáles utilizar. En todas ellas, es muy difícil que lo que se observe en la pantalla, sea lo que realmente un estudiante vea en el laboratorio en el momento de realizar la práctica. Algunas de estas simulaciones, anulan el desarrollo de competencias en beneficio de centrar el aprendizaje sobre la validación del concepto físico sobre el que se basan.

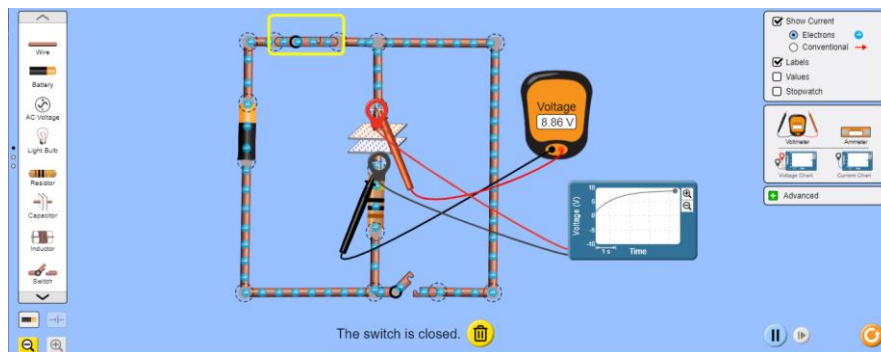


Figura 1: Interface de la aplicación Colorado Phet

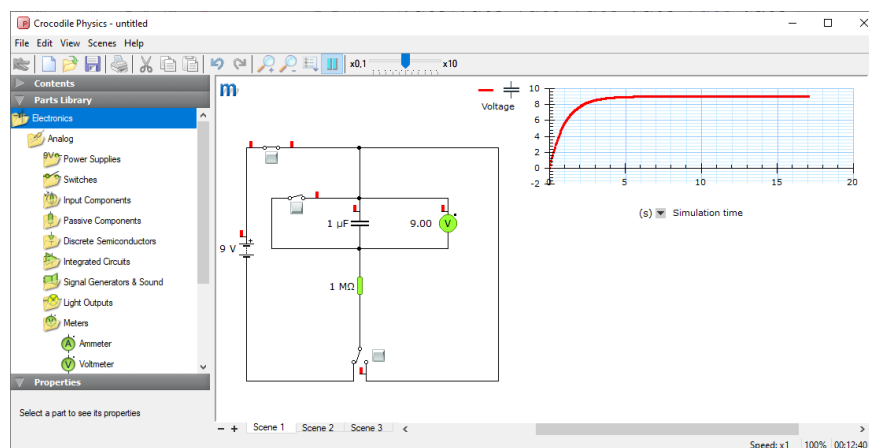


Figura 2: Interface del programa Crocodile Physics

En el caso de la simulación de circuitos eléctricos, otra de estas herramientas es Tinkercad. Tinkercad, es una plataforma en línea que permite a los usuarios diseñar y simular circuitos electrónicos de manera virtual. Los usuarios pueden arrastrar y soltar componentes electrónicos, como resistencias, capacitores, transistores, LED, entre otros, y conectarlos de acuerdo con el diseño del circuito deseado (Figura 3). Tinkercad además, es una buena plataforma para trabajar contenidos en cursos superiores, como aquellos relacionados a la programación de microcontroladores (Arduino).

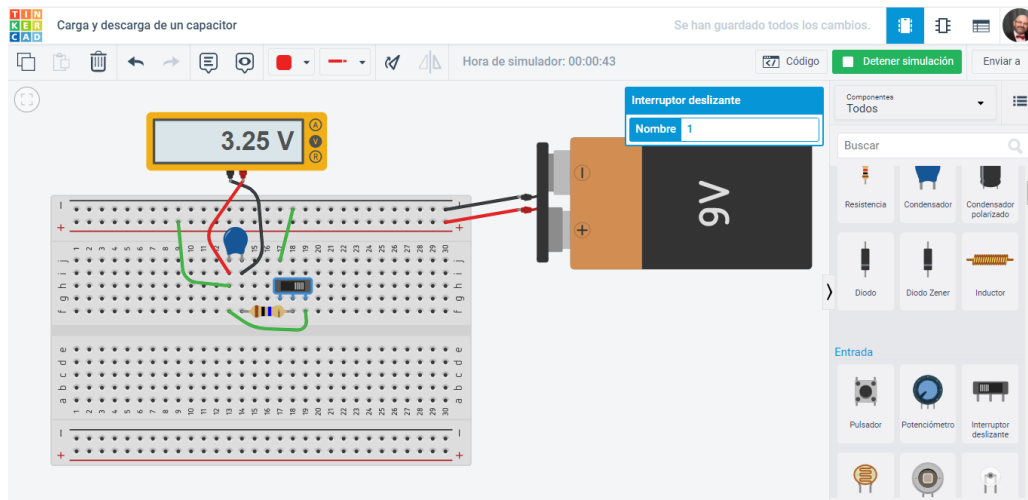


Figura 3: Interface de Tinkercad

Una vez que se ha creado el circuito, Tinkercad permite simular su funcionamiento. Esto significa que se pueden aplicar señales de entrada, establecer condiciones iniciales y observar cómo fluye la corriente eléctrica, cómo se comportan los componentes y cómo interactúan entre sí. Además, Tinkercad proporciona herramientas para medir voltajes, corrientes y otras variables eléctricas dentro del circuito simulado. La diferencia entre Tinkercad y el resto de los programas mencionados, es que el usuario ve los elementos tal cual los vería en una práctica de laboratorio. Un estudiante podría configurar el circuito de la clase antes (para tener un mejor rendimiento en la clase práctica) o después (si surgieron dudas con los procedimientos).

La implementación de Tinkercad permitiría una optimización de las actividades de la cátedra, dejando para instancias presenciales de práctica de laboratorio aquellas en las que realmente los alumnos tengan dificultad para conseguir y manejar equipamiento específico. En el análisis de la implementación de estas herramientas, es importante la visión del estudiante. Para ello se realiza un estudio comparativo en relación al empleo de Tinkercad como herramienta de simulación vs. el equipamiento convencional de laboratorio con circuitos eléctricos.

El estudio se realizó con un grupo de diez alumnos voluntarios de segundo año que cursan Física II de Ingeniería Electromecánica (IEM) e Ingeniería en Sistemas de Información (ISI) de la Facultad Regional Resistencia (FRR) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

Las experiencias que se realizan son la correspondiente a “Carga y Descarga de un Capacitor” (CDC) y “Verificación de la Ley de Ohm” (VLO), actividades que son parte la planificación del curso regular y se realizan en la mayoría de los cursos de Física que abordan la temática eléctrica. Para ambas experiencias, en la práctica real de laboratorio, se cuentan con placas preparadas con los circuitos donde los alumnos tienen que conectar las fuentes de alimentación y los elementos de medida para la obtención de los datos en la experiencia real y validar modelos. La Figura 4, presenta la parte frontal (imagen izquierda) y el reverso (imagen derecha) de la placa para la experiencia de CDC. La Figura 5, la placa para la VLO con la misma distribución de contenidos. Los alumnos realizaron esta práctica agrupados en grupos de 5 integrantes.

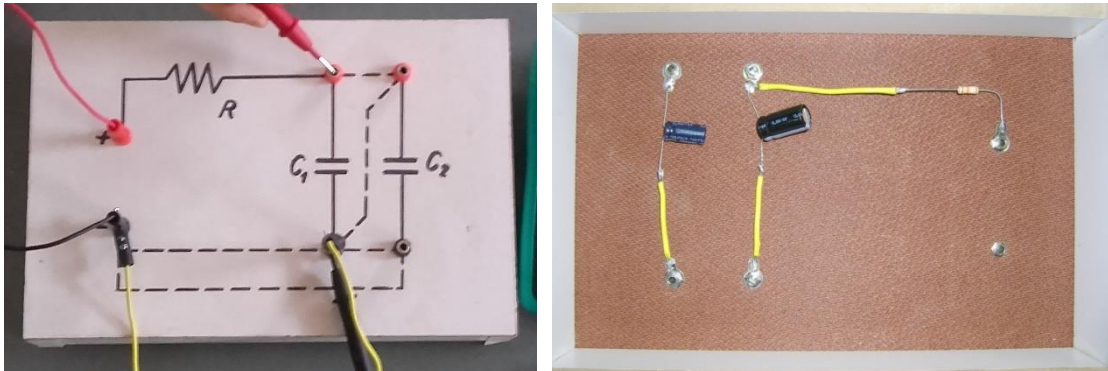


Figura 4: Placa para la experiencia de CDC

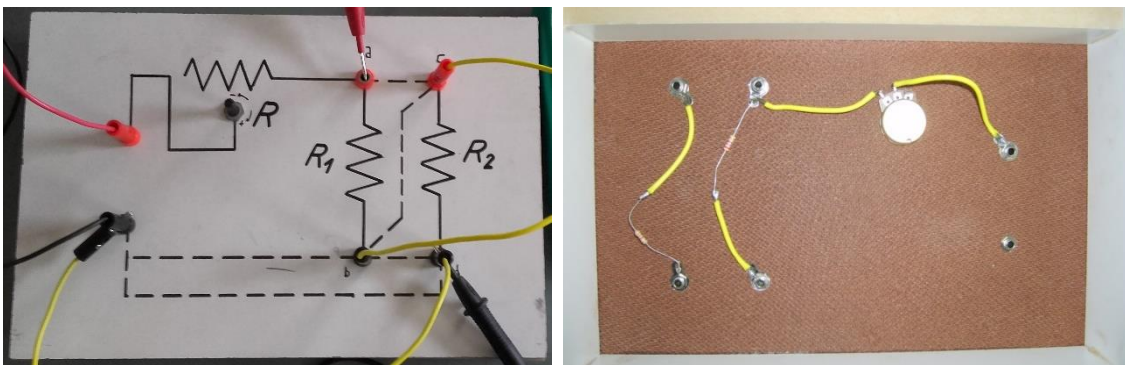


Figura 5: Placa para la experiencia de VLO

Para la clase simulada, se les solicitó a los alumnos que concurrieran al laboratorio con una notebook o Tablet y que hayan registrado una cuenta en Tinkercad. Previa a la práctica simulada, se repasó en qué consistían las experiencias a realizar y los circuitos eléctricos involucrados en las mismas. Luego se les presentó una breve explicación del programa Tinkercad y se explicó que era un breadboard (placa perforada sobre la que se realizan las conexiones de los componentes) y cómo se conectaban en la misma capacitores y resistencias en serie y paralelo y como se alimentaba con una fuente externa (batería de 9 voltios).

Con este breve repaso y explicación de 20 minutos aproximadamente, los alumnos se pusieron a trabajar, llevando los esquemas de los circuitos al espacio de trabajo. Ambas experiencias se llevaron a cabo en un tiempo total de 2 horas aproximadamente. El clima de trabajo fue adecuado. No hubo alumnos en el papel de observadores, sino que participaron activamente de la experiencia simulada.

Finalmente, se envió a los estudiantes una encuesta realizada por el docente a cargo, para tener las primeras impresiones de los alumnos acerca del empleo de la simulación y su comparación con el laboratorio real información necesaria para la toma de decisiones de la cátedra.

Objetivos de la experiencia

La experiencia tiene por objeto tener el punto de vista del alumno acerca de los aprendizajes de las prácticas simuladas con Tinkercad vs. las reales relacionadas con las leyes que modelan el comportamiento de circuitos eléctricos y su posible implementación como parte de la práctica regular del curso. Estas experiencias se realizan previa a la implementación de la misma como parte de las actividades regulares del curso. Esto se hace debido a la limitación del espacio del laboratorio, la restricción para su libre acceso, la cantidad de alumnos de las diferentes divisiones y la limitada disponibilidad de recursos humanos para cumplir con la carga horaria del

curso. Estos inconvenientes generan un desfase entre los contenidos teóricos del curso que hacen necesaria la implementación de nuevas estrategias. La visión de esta estrategia desde el lugar del alumno es importante para asegurar su implementación en futuros cursos.

Aspectos positivos y dificultades encontradas

Al finalizar la experiencia, se realizó una encuesta a los alumnos que participaron de la experiencia. Las preguntas y sus respuestas, sobre un total de diez alumnos, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Encuesta realizada a los alumnos. Los números indican porcentajes.

Conocías Tinkercad antes de la realización del taller?		El manejo del programa Tinkercad te pareció		¿Consideras que las prácticas de laboratorio reales de CDC y VLO son más útiles que las simuladas hechas en Tinkercad?	
No	50	Fácil de usar	100	La experiencia simulada me resultó más útil	40
Si, pero no lo usaba	40			No, es casi lo mismo	30
Si y lo usaba	10	Complejo de usar	0	Si, la simulación es más útil	20
				No estoy seguro/a	10
¿Consideras que las prácticas de laboratorio simuladas podrían ser una buena alternativa para reemplazar algunas de las prácticas reales de laboratorio?		¿Qué diferencias has notado entre las prácticas de laboratorio reales y las simuladas para la experiencia de CDC y VLO?		¿Qué ventajas has encontrado al realizar prácticas de laboratorio reales de CDC y VLO?	
Depende del software de simulación	60	Las prácticas reales son más interesantes	30	Mayor interacción con los materiales y equipos	60
Si, definitivamente	30	Las prácticas simuladas son más fáciles de realizar	30	Mejor representación del fenómeno en los resultados	20
No, nunca	10	No he notado ninguna diferencia significativa	20	Mejor comprensión del proceso experimental	20
No estoy seguro/a	0	Las prácticas reales son más representativas del fenómeno	20		
¿Qué desventajas has encontrado al realizar prácticas de laboratorio reales de CDC y VLO?		¿Qué ventajas has encontrado al realizar prácticas de laboratorio simuladas de CDC y VLO?		¿Qué desventajas has encontrado al realizar prácticas de laboratorio simuladas de CDC y VLO?	
Menor posibilidad de repetir el experimento	40	Mayor facilidad para repetir el experimento"	70	Menor interacción con los materiales y equipos	70
Mayor costo y tiempo para la preparación y realización	30	Menor costo y tiempo para la preparación y realización	30	Menor representación de la realidad en los resultados	30
Mayor riesgo de accidentes o lesiones	30	Menor riesgo de accidentes o lesiones	0	Menor comprensión del proceso experimental	0
Hay otras cuestiones que se pueden aprender	0	No encuentro ventajas	0	No encontré desventajas	0
¿Qué tipo de práctica de laboratorio (real o simulada) te resulta más atractiva y por qué?		¿Crees que los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio simuladas de CDC y VLO son comparables a los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio reales?		¿Te gustaría que en el futuro se aumentara la cantidad de prácticas de laboratorio simuladas en la planificación del curso?	
Las dos se complementan	80	Sí, siempre	40	Que sean parte del curso, pero que no excluya las prácticas reales	70
Prácticas reales, por la experiencia práctica directa	10	A veces	40	Si	20
Ambas por igual	10	No nunca	10	Si, si eso implica generar más tiempos para otras prácticas reales	10
Prácticas simuladas, por la facilidad y conveniencia	0	No estoy seguro/a	10	No estoy seguro/a	0

Como resultados de la encuesta, podemos concluir que los alumnos manifiestan que Tinkercad es sencillo en su manejo y posibilita un aprendizaje mayor al poder repetir la experiencia con configuraciones diferentes. Es un recurso adicional y complementario a la clase de laboratorio, pero que no las reemplaza. Las prácticas simuladas permiten una eficiencia en el aprendizaje individual y colectivo, ya que mejora la relación de equipamiento

virtual por alumno. El interés puesto de manifiesto por los estudiantes y los comentarios favorables a su empleo, alienta al cuerpo docente a incorporar estos cambios.

En una etapa posterior, se analizará como incorporar en la planificación las prácticas simuladas teniendo la precaución de no exceder con la carga horaria asignada.

Conclusiones

El empleo de Tinkercad para la simulación de circuitos eléctricos como alternativa al laboratorio real tiene la ventaja de la disponibilidad para realizarla en cualquier instante, ventaja propia de los entornos virtuales. No requiere de equipamiento ni un docente dedicado a la revisión de las conexiones. No reemplaza al laboratorio presencial, pero si lo complementa y es una buena herramienta para seguir empleándola fuera del horario de las clases de laboratorio real.

Bibliografía

- [1] Cleva, M., Arzamendia, L., Schefer, F., García, M., Liska, D., Rodich, C., & Goitia, A. (2022). Digitalización de contenidos propios para la enseñanza centrada en el alumno. Experiencia de un curso de física II. En primera persona. Memorias del 1er Congreso de Innovación y Creatividad en la Enseñanza Tecnológica CICE 2022 (pp. 167-177). Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- [2] Rodríguez, D., Mena, D., & Rubio, C. (2009). Uso de software de simulación en la enseñanza de la Física. Una aplicación en la carrera de Ingeniería Química. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)*, 24(2), 127-136.
- [3] Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: A case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, 183-204. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(00\)00059-2](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(00)00059-2)