

# Un estudio de diseño sobre la implementación de laboratorios remotos en la enseñanza de la física universitaria: la observación del trabajo de los estudiantes

A design study on the implementation of remote laboratories in the teaching of university physics: the observation of student work

Raúl Emilio Romero<sup>1\*</sup>, Ana Fuhr Stoessel<sup>2</sup>, Adriana Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Avenida Del Valle 5737. Olavarría, CP 7400, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Avenida Del Valle 5737. Olavarría, CP 7400, Buenos Aires, Argentina.

\*E-mail: [rromero@fio.unicen.edu.ar](mailto:rromero@fio.unicen.edu.ar)

Recibido el 7 de mayo de 2020 | Aceptado el 27 de mayo de 2020

## Resumen

Esta comunicación presenta los avances en la puesta a punto de la metodología de recolección de datos y análisis didáctico para el estudio del desarrollo de actividades experimentales utilizando laboratorios remotos (LR). Corresponde a un trabajo de tesis de Maestría que analiza el uso de LR en la asignatura Física de la formación básica en Ingeniería. La tesis tiene entre sus objetivos, caracterizar situaciones de aprendizaje que involucran actividades experimentales utilizando LR. Estas situaciones se analizan para mejorar la forma en que este tipo de actividades se incluyen en la enseñanza de la Física en la formación en Ingeniería.

**Palabras clave:** Diseño de actividades de aprendizaje; Física; Laboratorio remoto; Estudios de diseño; Educación en ingeniería.

## Abstract

This communication presents the advances in the development of the methodology of data collection and didactic analysis for the study of the development of experimental activities using remote laboratories (LR). It corresponds to a Master's thesis work that analyzes the use of LR in Physics in engineering training. The thesis has among its objectives, the characterization of learning situations that involve experimental activities using LR. These situations are analyzed in order to improve the way in which these types of activities are included in the teaching of Physics in engineering training.

**Keywords:** Design of learning activities; Physics; Remote laboratory; Design studies; Engineering education

## I. INTRODUCCIÓN

Generalmente, las actividades experimentales en la formación de Ingeniería se desarrollan en espacios físicos destinados para ese fin (Amaya Franky, 2009). Pero en los últimos años el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación ha permitido pensar en otros contextos de aprendizaje que pueden complementar y expandir los laboratorios tradicionales, uno de ellos son los denominados laboratorios remotos (LR) (García Zubía y Alves, 2012).

El trabajo experimental en Física en carreras de ingeniería debería aportar al desarrollo de los aprendizajes tales como *habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, toma de muestras y análisis de resultados* (ME, 2001). Pero la actividad experimental ha de ir mucho más allá de lo mencionado, dado que permite potenciar otros aprendizajes relevantes para la formación de los profesionales, como son: utilización de teorías y modelos para vincularlo con lo que observa, trabajo en equipo, resolución de problemas, habilidades de comunicación, entre otros que se mencionan más adelante. Pero, para que la actividad experimental posibilite y potencie los aprendizajes antes mencionados, es necesario prestar especial atención al diseño de estas.

Para el trabajo de diseño de actividades de aprendizaje es de gran importancia el conocimiento acerca de la disciplina en torno de la cual se elabora el diseño y del contexto de formación, como así también de los contextos particulares para los que se elabora (conocimiento acerca de las clases, organización y rutinas, características de las interacciones). Otro aspecto a tomar en cuenta es la naturaleza de los procesos de aprendizaje que se espera favorecer y la postura en relación con el aprendizaje.

Se considera que los estudiantes no son receptores pasivos del conocimiento sino sujetos que lo construyen y reconstruyen, que generan sus propios significados, basados en sus conocimientos, los cuales también integran habilidades y experiencias personales. El aprendizaje es entendido aquí como una actividad en sí mismo, un proceso (aprendizaje como proceso) con una importante dimensión social que tiene tanta relevancia como los resultados que podrían esperarse (aprendizaje como producto). Aprender es una experiencia social situada que se enriquece con experiencias de otros, con recursos compartidos y con prácticas sociales comunes.

Una parte importante de ese aprendizaje ocurre en la clase, una construcción entre docentes y estudiantes, una comunidad de práctica donde se dan simultáneamente dos acciones: enseñar y aprender. Se construyen significados en el plano social que se van internalizando en el plano personal. La clase ocurre en un sistema abierto en que se establecen múltiples relaciones, tendientes a movilizar, compartir y procesar información, con el objetivo central de facilitar el aprendizaje (Cañal de León, 2000). Los estudiantes, los docentes, el contenido, los recursos actúan y se conjugan en procesos de interacción (comunicacional y vincular) que tienen como eje el saber y se traducen en los procesos educativos: enseñar y aprender.

Si entendemos el aprendizaje como construcción de conocimientos, y no como simple adquisición, el desarrollo de las clases ha de responder a una propuesta de enseñanza que puede pensarse estructurada en base a una secuencia de actividades de aprendizaje que propicien dicha construcción.

Una actividad de aprendizaje es concebida aquí como cada situación en la que docentes y estudiantes se involucran para que las ideas, formas de hacer y de sentir, se movilicen, cambien. Estas situaciones se pueden entender como oportunidades de aprendizaje cuando hay una intencionalidad didáctica que se va plasmando a partir de un conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza, con el fin de promover el aprendizaje. Estas decisiones configuran la estrategia de enseñanza y son centrales para conseguir las condiciones adecuadas para el aprendizaje (Anijovich y Mora, 2010).

Docentes y estudiantes tienen tareas diferenciables entre sí y el proceso de aprendizaje se da mediante las actividades de aprendizaje.

En particular, para una actividad de aprendizaje que se realiza completamente de manera virtual, como un LR, es central el rol de los materiales de aprendizaje que integran el desarrollo de la propuesta y de los recursos que permiten la interacción estudiantes-LR y docentes-estudiantes (Rocha, 2020).

En esta comunicación se presenta una metodología de toma de datos y de análisis didáctico del desarrollo de una propuesta de aprendizaje usando LR. Se incluyen ejemplos de cómo se realiza el análisis para el caso del LR sobre Inducción Electromagnética, correspondiente a una actividad experimental de una asignatura de Física II de carreras de ingeniería.

El caso de estudio está contextualizado en el ámbito de la educación en ingeniería, en particular, en el aporte de la actividad experimental en asignaturas de Física, que constituyen parte importante de la formación de los futuros profesionales.

## II. LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL, EL TRABAJO DE LABORATORIO Y LOS LABORATORIOS REMOTOS

Si bien las actividades experimentales trascienden el trabajo de laboratorio, tradicionalmente en las universidades se desarrollan en espacios físicos destinados para ese fin (Amaya Franky, 2009). En los últimos años el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación permite pensar otros contextos de aprendizaje que pueden complementar y expandir los laboratorios tradicionales, uno de ellos son los LR (García Zubía y Alves, 2012). Un LR es un sistema que ofrece la posibilidad de realizar actividades experimentales de forma remota, es decir se accede a la experiencia desde una PC conectada a la red de internet (Arguedas-Matarrita y Concari, 2015). Este sistema está formado por un conjunto de elementos físicos reales (*hardware*) tales como actuadores, motores, instrumentos de medición, cámaras de video, etc., por un sistema informático (*software*) que vincula los elementos del *hardware* para manipularlos de forma remota, y por un conjunto de constructos teóricos relacionado con la idea de actividad experimental en el contexto del trabajo remoto. Este constructo teórico orienta el diseño, la selección, etc. de los elementos de *software* y *hardware* necesarios para que el LR posibilite la construcción de actividades de aprendizaje vinculadas con la actividad experimental.

La extensa bibliografía sobre LR utilizados para el ámbito educativo hace referencia, principalmente, a descripciones técnicas, y a ventajas y dificultades de la implementación en cada contexto (disponibilidad horaria de acceso, conectividad, ahorro de recursos económicos en equipamiento, etc.). En menor medida, los trabajos sobre el tema apuntan a la discusión de en qué medida los LR son adecuados para el aprendizaje de la actividad experimental en el aula (Arguedas-Matarrita, Concari y Marchisio, 2017).

El uso de LR para la enseñanza de las ciencias y la tecnología y en especial en la enseñanza en Ingeniería tuvo, a lo largo de los últimos 20 años, un crecimiento significativo (Heradio et al., 2016). Sin embargo, y a pesar del enorme auge en este campo, las investigaciones referidas a las cuestiones relacionadas con el impacto sobre la enseñanza o el aprendizaje todavía son escasas. El abordaje del tema no es sencillo, dado que la implementación de actividades experimentales que utilicen LR tanto como recurso tecnológico o como “contexto para favorecer determinados aprendizajes” involucra un conjunto de dimensiones de análisis de diferentes campos (tecnológicos, educacionales, sociales, etc.). El avance de la tecnología y su impacto en el ámbito educativo permiten apreciar que las dificultades técnicas para la implementación de las propuestas basadas en LR son cada vez menores (Potkonjak et al., 2016).

En este trabajo interesa estudiar los LR como contextos de aprendizaje desde un abordaje en el que los aspectos técnicos integran la dimensión tecnológica de análisis, pero la dimensión principal es la referida a lo didáctico, esto es, de qué manera estos recursos pueden integrarse en situaciones (oportunidades de aprendizaje) que favorezcan los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

## III. LA FORMACIÓN EXPERIMENTAL EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

En relación con la educación en ingeniería la Resolución ministerial 1232 dice, acerca de la Formación experimental:

*Se deben establecer exigencias que garanticen una adecuada actividad experimental vinculada con el estudio de las ciencias básicas, así como tecnologías básicas y aplicadas (este aspecto abarca tanto la inclusión de las actividades experimentales en el plan de estudios, considerando la carga horaria mínima, como la disponibilidad de infraestructura y equipamiento). Se debe incluir un mínimo de 200 horas de trabajo en laboratorio o campo que permita desarrollar habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, toma de muestras y análisis de resultados. (Ministerio de Educación, 2001)*

El trabajo experimental en Física, asignatura de la formación básica en carreras de Ingeniería, debería aportar al desarrollo de los aprendizajes antes mencionados. Pero la actividad experimental ha de ir mucho más allá, dado que permite potenciar otros aprendizajes relevantes para la formación de los profesionales. Durante la actividad experimental el estudiante vincula el conocimiento de que dispone con lo que observa, trabaja con diferente tipo de conocimiento, utiliza diferentes formas de expresión y comunicación, trabaja en equipo para llevar adelante una tarea determinada, toma decisiones, aplica y desarrolla conocimiento práctico a la resolución de situaciones particulares, necesita admitir diversos puntos de vista, planifica el trabajo, debe tener en cuenta permanentemente al otro. Otro aspecto para el cual resulta muy importante la actividad experimental es que permite el desarrollo de habilidades de comunicación.

Es importante plantear cuáles se espera que sean los aprendizajes que la actividad experimental ha de promover en el contexto de la educación universitaria en Ingeniería. Sin duda ha de aportar a la comprensión de conceptos científicos y al desarrollo de habilidades cognitivas científicas; al aprendizaje de habilidades prácticas y de resolución de problemas y favorecer el aprendizaje cooperativo (Hofstein y Lunetta, 2004). Es importante, además, tomar en

cuenta que los laboratorios remotos forman parte de un tipo de dispositivos que diferentes profesionales, incluidos los de Ingeniería, utilizan en su campo de acción profesional. Por tanto, ha de apuntarse también a pensar cómo desarrollar las habilidades propias del uso de estos dispositivos en dicho contexto.

Es necesario llamar la atención aquí a que el desarrollo de habilidades en clases de ciencias naturales requiere ser pensado en términos de poner énfasis en la enseñanza de diferentes tipos de contenidos procedimentales. Muchas veces este es un aspecto descuidado, en particular en educación superior, donde se considera que lo procedimental no requiere de una estrategia de enseñanza para promover su aprendizaje.

Es esencial un diseño adecuado de las actividades experimentales, de manera tal que faciliten el aprendizaje de contenidos procedimentales, propicien el despliegue de una variada elaboración mental, potencien aspectos tales como la elaboración de hipótesis, la predicción de resultados, la elaboración de comunicaciones orales y escritas, el análisis de diversas alternativas de solución, la búsqueda bibliográfica, entre otros.

Existen numerosas clasificaciones de este tipo de contenidos que pueden resultar adecuadas para el diseño y análisis del desarrollo de actividades experimentales en enseñanza de las ciencias. Entre ellas, la propuesta por de Pro Bueno (1998) distingue entre habilidades de investigación (emisión de hipótesis, diseño de experiencias, análisis e interpretación de resultados, elaboración de conclusiones, etc.), habilidades manuales (manejo de material, realización de montajes, construcción de aparatos) y habilidades de comunicación.

#### **IV. LA PERSPECTIVA DE LA INVESTIGACIÓN**

En esta investigación se trabaja atendiendo a premisas tales como:

- Los procesos de enseñanza y de aprendizaje se dan en el marco de configuraciones socio-históricas particulares, es decir las actividades que se desarrollan son únicas e irrepetibles (Kelly, 2006).
- No se adoptan modelos simples de causa y efecto en el estudio de estos procesos.
- Se acepta que los diseños en educación nunca pueden ser completamente especificados y que en las clases hay muchas variables que no pueden ser controladas ni existe la intención de hacerlo.
- Los límites de la investigación van más allá de una mirada técnica de innovación educativa.
- Es importante identificar todas las variables o situaciones que afectan a los resultados de interés (Collins, Joseph y Bielaczyc, 2004).

Interesa estudiar, como ya se planteó, el desarrollo de una actividad experimental usando LR, como oportunidad de aprendizaje. Se considera para ello que una propuesta de enseñanza está constituida por una secuencia de actividades de aprendizaje (AA), a través de las cuales se desarrollan la enseñanza y el aprendizaje. Cada AA es una situación, una porción de ese desarrollo en la que estudiantes y docentes se involucran y durante la cual conocimientos, formas de hacer, de pensar y de sentir se movilizan, se modifican (aprendizaje). Entendemos que una AA es la mínima porción en la que es posible encontrar una intención didáctica y diferentes tareas (conjuntos de acciones coordinadas y orientadas en función de las actividades de las que forman parte) diferenciables entre sí, que estudiantes y docentes realizan.

Una secuencia coherente con lo expresado hasta aquí en relación con como entendemos el aprendizaje, debería estructurarse atendiendo a diferentes momentos de la enseñanza, que están íntimamente ligados a la manera en que se considera debería favorecerse el aprendizaje. El aprendizaje de los estudiantes estará regulado por las AA que incluya el diseño que propone el docente y por la manera en que se desarrolle la clase. Se asume que cualquier propuesta de enseñanza debería estructurarse en base a secuencias de actividades de aprendizaje (AA) que resulten verdaderas oportunidades de aprendizaje. El caso particular del análisis y caracterización de las situaciones que se generan durante el desarrollo de actividades experimentales utilizando LR presenta especial interés dado que el docente no está disponible de manera sincrónica durante la realización. Debería prestarse especial atención a hacer posible que los estudiantes vayan involucrándose, en cada momento, en situaciones que resulten verdaderas oportunidades de aprendizaje.

#### **V. METODOLOGÍA**

##### **A. Contexto de la investigación**

El equipo docente de la asignatura en cuestión viene desarrollando desde hace algunos años una propuesta de trabajo con LR en diferentes temas de Física y es objetivo de la docente responsable mejorar la manera en que incluye los LR.

[www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF](http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF)

Se le propone entonces iniciar un proceso de diseño que apunte a cumplir su objetivo y que permita obtener datos valiosos para el análisis de cómo potenciar las actividades experimentales usando LR como oportunidades de aprendizaje.

Para la realización de estas actividades experimentales usando LR los estudiantes tienen disponibles, en el aula virtual de la asignatura, una guía didáctica y un documento con información adicional referida a los LR, en general, y al acceso al sitio de la plataforma de LR.

En el caso que se presenta aquí, correspondiente al laboratorio sobre "Inducción electromagnética", los estudiantes realizaron la actividad experimental en sitios con acceso a internet, desde fuera del complejo universitario, en horarios que ellos mismos eligieron para la tarea. Accedieron a la plataforma de LR que se les indicó y, distribuidos en comisiones de cuatro o cinco estudiantes, desarrollaron la tarea, siguiendo las pautas de la guía de actividades.

## **B. Aspectos generales de la metodología de investigación**

El diseño de la enseñanza en relación con el uso de LR se piensa en este trabajo desde la disponibilidad de:

- Una plataforma de laboratorios remotos (posibilidades de acceso, recursos disponibles, contenido que permite trabajar, etc.).
- Una guía didáctica con la que los estudiantes realizarán la actividad experimental. Se trata del recurso a través del que ocurren gran parte de las interacciones entre docentes y estudiantes durante un LR. Desde esta perspectiva los aprendizajes que desarrollarán los estudiantes están mediados fuertemente por la interacción que realizan con la guía, con la plataforma de laboratorio remoto y entre ellos.

Es posible estudiar el desarrollo de una situación de aprendizaje (toda una secuencia o una clase) para reconocer las principales características de cómo se estructura y algunos aspectos relevantes de la forma en que los estudiantes se relacionan entre sí, con los materiales y recursos, con los docentes. Este análisis comprende la identificación de actividades de aprendizaje, contenidos conceptuales y procedimentales que involucran, tareas que los estudiantes realizan y el tipo de interacciones comunicacionales entre ellos, con la guía didáctica, con la plataforma de LR, con los demás recursos, y el tiempo destinado a cada AA.

1) El primer paso, para analizar el desarrollo de la actividad experimental que usa LR, es analizar la *propuesta de enseñanza*, que incluye dos componentes principales: la plataforma de LR que se propone utilizar y la guía didáctica elaborada por el equipo docente de la asignatura.

2) El análisis del desarrollo de la actividad experimental usando LR se realiza contando con datos de audio y video y captura de pantalla de PC del trabajo de los estudiantes (observación).

3) Completan los datos disponibles sobre el desarrollo de la actividad experimental, el informe de laboratorio que cada grupo elabora siguiendo las pautas de la asignatura y una entrevista a los estudiantes que participaron activamente de la investigación. Se obtienen de estas fuentes datos complementarios para el trabajo de diseño (Romero, Rocha y Tenglia, 2019).

## **C. Estrategia de análisis de la propuesta de enseñanza**

El análisis de la propuesta de aprendizaje es uno de los pasos relevantes de la investigación. La propuesta que se analiza se compone, como se dijo antes, de guía de actividades y plataforma de LR. El tipo de actividades y tareas que proponga el docente a partir de la guía y lo que la plataforma de LR permite trabajar, son aspectos relevantes para describir el tipo de proceso de aprendizaje en el que puede esperarse se involucren los estudiantes. Los aprendizajes están, en este tipo de propuestas virtuales, fuertemente mediados por las interacciones que realizan con la guía y con la plataforma de LR. En el contenido de la guía están presentes las intenciones del docente.

El *análisis de la plataforma de LR* requiere conocer aspectos técnicos que la hacen más o menos adecuada para el trabajo experimental. Entre los aspectos más relevantes se pueden identificar: lenguaje de programación con el que se diseñó el entorno web del LR; carácter de la interfaz de usuario; necesidad de instalar complementos adicionales por parte de los usuarios remotos; funcionalidad en navegadores y sistemas operativos; licencias o registro pagos y disponibilidad horaria (Arguedas-Matarrita y Concari, 2018).

Para profundizar el análisis del LR en lo didáctico-epistemológico se proponen preguntas (tabla I) que se aplican al recurso para caracterizarlo, atendiendo a identificar el tipo de tareas que permite realizar (manipulación de instrumentos y sistema, elaboración de gráficas, otros), el tratamiento del contenido (variables y parámetros que permite manipular, claridad del lenguaje, conocimientos previos de los estudiantes para su uso, otros) y, fundamentalmente, el aprendizaje de qué contenidos procedimentales permitiría trabajar. Esto último es de especial

relevancia para el trabajo de tesis al que pertenece esta comunicación. Se ha tomado en cuenta para la elaboración de las preguntas el trabajo de Farina (2017).

**TABLA I.** Principales preguntas que orientan el análisis didáctico-epistemológico del LR (adaptadas de Farina, 2017)

|   |   |
|---|---|
| 1 | ¿Qué permite hacer el LR? ¿Qué acciones permite realizar? ¿Qué variables/parámetros son posibles de modificar al trabajar con el recurso?   |
| 2 | ¿Aparece en la plataforma información adicional en la que se hace explícito cómo se propone trabajar con el recurso? ¿Con qué objetivo ha de utilizarse? ¿Se proponen actividades de enseñanza que expliciten como trabajar con el recurso? |
| 3 | ¿El lenguaje y la información disponible son apropiados para describir el fenómeno o proceso puesto en juego?   |
| 4 | ¿Con qué conocimientos conceptuales, destrezas, habilidades... deberían contar los usuarios para trabajar con el recurso?   |
| 5 | ¿Qué contenidos conceptuales o procedimentales permitiría trabajar el recurso?  |

En el caso que nos ocupa, la plataforma de LR que se utiliza es un desarrollo de la Universidad de Carolina de Praga, en la República Checa (e-Laboratoy Project, 2018-2020). Cada experiencia incluye, además del experimento remoto, una serie de materiales de ayuda relacionados con el uso de la plataforma, los recursos y los conceptos físicos involucrados en la experiencia. La propuesta de enseñanza que aquí se analiza utiliza el experimento remoto denominado *Electromagnetic induction*, disponible en la plataforma antes mencionada, para trabajar aspectos relacionados con el concepto de inducción electromagnética en el contexto de una actividad experimental. En particular se trabaja sobre el caso de la generación de la tensión inducida en los bornes de una espira que gira dentro de un campo magnético uniforme.

La plataforma e-Laboratoy Project se destaca por su accesibilidad, es decir pueden ingresar al sitio desde cualquier tipo de sistema operativo (*Windows, Linux, Android o Mac*) y trabajar bajo cualquier navegador de internet (*Firefox, Chrome, etc.*). El acceso a los LR es gratuito y no requiere solicitar usuario para su utilización. Además, cuenta con un sistema de alarma que indica al usuario si el recurso se encuentra disponible. Sin embargo, las interfaces de usuario son poco amigables y no cuentan con información suficiente sobre los experimentos. Se observa que la información sobre los alcances de los experimentos y los parámetros que pueden modificarse en cada experiencia no resulta clara. El experimento cuenta con un generador de corriente alterna, al que se le puede modificar la cantidad de espiras o la velocidad con la que gira su eje (por medio de un motor impulsor). Como salida se muestra un gráfico de la tensión inducida en bornes del generador en función del tiempo y un registro de esta variable para un intervalo de tiempo en formato “.csv”.

En relación con el análisis epistemológico-didáctico realizado a partir de las preguntas de la tabla I para la plataforma de LR en estudio, en el anexo II se presenta un detalle que permite caracterizar este recurso en términos de sus alcances y de los aprendizajes que podrían potenciarse a partir de su uso, con el fin de mejorar el diseño de la propuesta de enseñanza. A continuación, se presenta una síntesis de los aspectos más salientes del análisis.

Puede apreciarse que la plataforma de LR propone un sistema que permite la manipulación de un generador de corriente alterna a partir de variar la velocidad de giro o las vueltas de la espira. Entre las tareas adicionales que posibilita, están ver un video en tiempo real del dispositivo durante la experiencia; graficar la tensión inducida en bornes del generador en función del tiempo; realizar un registro gráfico o en planilla de cálculo de los datos de tensión inducida en bornes del generador para un intervalo de tiempo.

La poca información adicional que se puede consultar no aparece claramente integrada con las imágenes y esquemas de la experiencia. Algunos aspectos del diseño de la interacción con el dispositivo pueden resultar confusos como, por ejemplo: no se especifican parámetros tales como dimensiones y materiales constitutivos del imán; disposición de las vueltas de la espira; el video en tiempo real de la experiencia permite ver cómo se mueve el generador, pero no todos los elementos constitutivos de la experiencia, y los botones que se utilizan para detener el video prestan a confusión con las acciones del generador.

En el contexto de la asignatura Física de la formación básica en ingeniería, para trabajar con este recurso sería deseable que el estudiante tuviese conocimientos matemáticos básicos y conocimientos de física sobre campo eléctrico, campo magnético, ley de Faraday y circuitos. En dicho contexto, podría permitir trabajar el uso de modelos (como por ejemplo el modelo de espira simple conductora dentro de un campo magnético), la relación teoría-experimento y el registro y análisis de datos, representación gráfica, manejo de variables.

Para el análisis de la guía didáctica se trabaja en la identificación en el documento de las actividades de aprendizaje que conforman la propuesta, de manera tal que cada unidad de análisis se pueda describir en términos de: intención didáctica, contenidos que involucra, tareas de los estudiantes, tiempo estimado para la tarea y recursos que propone utilizar. A partir de las consignas de trabajo de la guía, se infieren los datos para describir las actividades de aprendizaje



en los términos antes mencionados, e inferir, a partir de eso, los aprendizajes que podrían ponerse en juego en cada situación. Es importante destacar que aquí se toma en cuenta todo lo obtenido a partir del análisis de la plataforma del LR.

El análisis de la secuencia de actividades de aprendizaje en la que se propone que los estudiantes se involucren, se hace tomando en cuenta no sólo las consignas de trabajo, también otros aspectos del diseño que pudiesen aparecer explícitos en el documento. Por ejemplo, los objetivos de aprendizaje, los contenidos, u otras referencias a aprendizajes esperables. Sin embargo, se considera que es la secuencia de actividades propuesta la que claramente muestra cuáles son los aprendizajes que se espera potenciar.

Este troceado permite analizar la secuencia, pero es importante aclarar que no es cada actividad por separado la que promueve determinados aprendizajes, sino que estas se han de constituir en situaciones propicias para que haya aprendizaje. Una misma consigna de actividad planteada de diferente manera, en distinto momento del proceso de aprendizaje, con diferentes recursos puestos en juego, conllevaría distintos aprendizajes. Por ello, la *intención didáctica* de cada actividad se infiere a través del análisis conjunto del tipo de actividad y de las tareas asociadas, teniendo en cuenta además su ubicación en el desarrollo de la propuesta.

Para la tipificación de las tareas de los estudiantes se toma como base lo propuesto en Fuhr y otros (2014). Entre algunas de las tareas que pueden identificarse aparecen: leer, hacer búsqueda bibliográfica, elaborar hipótesis, analizar información, registrar datos, analizar datos, interpretar contenido, elaborar respuestas, elaborar reflexión, manipular simulaciones, manipular LR, elaborar gráficos, discutir con sus pares.

En relación con la intención didáctica de las actividades, y teniendo en cuenta cómo se presentan en la secuencia se considera que, al inicio del desarrollo de la actividad experimental usando LR sería esperable que aparezcan actividades de aprendizaje cuya intención sea: indagación de ideas, presentación del trabajo a realizar, iniciación de una temática, hacer explícitas ideas o hipótesis, familiarización con el entorno de LR y con la experiencia a realizar. Debería tratarse de actividades que permitan despertar el interés, orientar a los estudiantes, ayudarlos a hacer explícito lo que piensan, lo que saben, lo que pueden hacer, entre otros.

Sería esperable que la secuencia de actividades de aprendizaje incorpore instancias que apunten a: relacionar teoría y experimento, resignificar conceptos físicos e interpretar leyes, vincular el trabajo experimental con la teoría, vincular el trabajo experimental con LR con otras actividades experimentales de la asignatura (laboratorios presenciales, demostraciones, etc.), entre otros. La intencionalidad está puesta en proporcionar nueva información y dar oportunidad de usarla como fundamento de lo que se observa y de las explicaciones que se elaboran y en ayudar a la reestructuración del conocimiento favoreciendo que los estudiantes reconozcan lo que han percibido, cómo lo han interpretado. Se ha de trabajar en particular en el aprendizaje de técnicas y destrezas vinculadas con hacer ciencia, tal como la explicación utilizando modelos.

La aplicación o transferencia de algunas de las ideas y procedimientos trabajados a diferentes situaciones, contextos, etc. podría ser la intención didáctica de las actividades de aprendizaje que se plantean a continuación, como así también, la realización de síntesis, la discusión de lo realizado, el análisis de lo aprendido. El énfasis ha de estar puesto en ayudar a los estudiantes a relacionar lo aprendido con otras situaciones, otros contextos, con la reflexión de lo aprendido y las dificultades que se tiene respecto de ese proceso.

La realización de una actividad implica movilización y procesamiento de la información, para lo cual se establecen interacciones entre el alumno y las diferentes fuentes y recursos propuestos por el docente. Por ello se identifican los recursos utilizados y las fuentes de información a las que se asocian. Se considera que los recursos o fuentes de información que podrían utilizarse en este contexto son: guías didácticas, apuntes, libros y artículos, texto explicativo o indicativo, figuras, videos, simulaciones, PC y sistemas operativos aptos, versiones y recursos de *software* necesarios, red y versión de navegadores de internet aptos, programas para el tratamiento de datos, (Excel, GeoGebra), LR, foros de discusión, aula virtual-aula presencial.

Como se expresó, el análisis en conjunto de la secuencia de AA y las tareas asociadas, los recursos involucrados y el tipo de interacciones que se espera que ocurran, permitiría inferir los aprendizajes que podrían potenciarse. Entre esos aprendizajes interesan particularmente aquellos relacionados con lo procedimental.

A modo de ejemplo, se presenta un avance del análisis de la guía didáctica que lleva por título *Actividad virtual N°2. Inducción electromagnética* (anexo I). Se han identificado 8 actividades de aprendizaje (AA) que corresponderían a diferentes momentos del desarrollo en los que se infiere que es posible encontrar una intención didáctica y diferentes tareas que los estudiantes realizan, en línea con el desarrollo del proceso de aprendizaje que se pretende potenciar.

A partir del documento de la guía didáctica se infiere que la actividad de aprendizaje inicial (AA1) implicaría la lectura de los apartados: *Introducción, Objetivos de aprendizaje y Plan de acción*. Se estaría proponiendo que los estudiantes lean y comprendan el contenido de dichos apartados. La intención didáctica sería presentar el trabajo a realizar y la temática a abordar. El recurso que se pone en juego es un texto explicativo con imágenes.

La siguiente actividad de aprendizaje (AA2) incluiría los ítems 1 y 2 de la *PARTE 1* de la guía. Se propone a los estudiantes un trabajo que podría requerir la realización de tareas tales como: búsqueda bibliográfica, lectura, observación audio visual, interpretación del contenido y análisis de la información. La intención didáctica que puede inferirse es “revisar conceptos relacionados con la temática a abordar”. Los recursos que se podría esperar que utilicen en esta AA serían: video, apuntes de la asignatura, libro de texto, entre otros.

La AA3 se considera que incluye los ítems 3, 4 y 5 de la *PARTE 1* de la Guía. La intención didáctica apuntaría a que los estudiantes recuperen, en esta etapa inicial del trabajo, los conceptos y modelos que están aprendiendo y los apliquen a la interpretación de datos que obtienen a partir de la simulación, que elaboren representaciones de esos datos y vinculen todo ello con lo que están aprendiendo y con lo que han de realizar a continuación. Entre los recursos que se propone utilizar aparece una simulación y un programa para tratamiento de datos (GeoGebra, 2020).

La simulación propuesta es de acceso libre y gratuito, disponible en la web *Apps de Física* (Fendt, 2020). Un generador de corriente (alterna o continua pulsante) simple al que se le puede modificar los parámetros: velocidad de giro del generador, sentido de giro y un cursor para elegir o no conmutador (sin conmutador la simulación se comporta como un generador de corriente alterna y con conmutador como un generador de corriente continua). Mediante un esquema es posible visualizar el movimiento del generador y cómo se modifica su comportamiento al realizar cambios en sus variables. Además, cuenta con un gráfico que muestra la tensión inducida generada en bornes del generador en función del tiempo.

Podría pensarse que esta actividad permite poner en juego el aprendizaje de habilidades tales como: utilización de técnicas audiovisuales e informáticas; registro de datos cualitativos; realización de predicciones y emisión de hipótesis; identificación de variables y establecimiento de relaciones entre las variables; representación simbólica; análisis de datos a través de la elaboración de gráficos.

#### **D. Estrategia de análisis del desarrollo de la actividad experimental usando LR**

Para llevar adelante este tipo de análisis es necesario observar el trabajo de los estudiantes y registrar en audio y video de todo lo ocurrido, como así también, lo que van haciendo desde la PC en la que trabajan con el LR. Para el análisis de estos datos es fundamental, como ya se ha dicho, el de la propuesta de enseñanza, que en el apartado anterior se describe y ejemplifica sintéticamente.

Identificar aspectos que deberían mejorarse para constituir mejores oportunidades de aprendizaje requiere caracterizar y describir la dinámica de trabajo, la secuencia de actividades de aprendizaje, el tipo de tareas en las que se involucran los estudiantes, las interacciones entre ellos y con los recursos y materiales de trabajo, las dificultades que pueden identificarse en relación con las tareas involucradas y los contenidos trabajados. Se apunta a reconocer aspectos relevantes de la forma en que los estudiantes se relacionan entre sí y con el LR y los demás recursos.

Para el registro de datos de la observación del trabajo de los estudiantes se contó con la participación voluntaria de 3 comisiones de estudiantes de las 17 en las que se organizan. Se trata de las mismas comisiones en las que se distribuyen durante todo el cuatrimestre para la realización de otras actividades experimentales en el laboratorio de la facultad.

Los integrantes de las 3 comisiones antes mencionadas asumieron la responsabilidad de registrar en audio y video el trabajo que realizarían y hacer capturas de pantalla de la PC que usarían para el LR. Para la captura en audio y video emplearon teléfonos celulares ubicados de manera tal de obtener la imagen de todos los integrantes trabajando en el lugar donde se reunieron para desarrollar la actividad experimental. Las orientaciones necesarias para esta tarea de registro fueron dadas previamente por los investigadores. Las capturas de pantalla de la computadora con la que interactuaron con la plataforma de LR se realizó por medio de programas tales como *Kazam Screencaster*, *VideoScreen*. De esta manera se tienen datos no sólo del grupo de estudiantes interactuando entre ellos y con los materiales de trabajo, sino también, información de las acciones que, en cada momento realizan en la PC cuando interactúan con el LR.

Una primera mirada que se realiza permite identificar a partir de los registros de video, para cada AA en las que se divide la propuesta de enseñanza las tareas de los estudiantes en cada una de ellas. Asimismo, se registra la existencia y el tipo de interacciones entre los estudiantes, con el LR y con los demás recursos. Para ello se emplean las capturas tomados por los estudiantes. En los videos se identifican los momentos que corresponden a cada una de las AA identificadas en la guía y se trocea la secuencia de esta manera.

En un segundo momento el troceado se ajusta a unidades de menor duración, cuando lo que se pretende estudiar son las interacciones de los estudiantes entre sí, con la plataforma de LR y con los demás recursos.

Si bien aún se está en etapa de finalizar el análisis de la propuesta, por lo cual no se ha avanzado en el correspondiente al desarrollo del LR, a partir de la observación, se presenta a continuación un ejemplo de la manera en la que se propone llevar adelante esta tarea.



La comisión de estudiantes (seis integrantes: cuatro mujeres y dos varones) trabajó en el domicilio de uno de los integrantes. Se aprecia que disponen de recursos edilicios y técnicos (espacio de trabajo, inmuebles, útiles, computadoras, red de internet, disponibilidad de tiempo, etc.) para desarrollar la experiencia de LR.

Puede apreciarse que los estudiantes trabajan en la primera actividad de aprendizaje (AA1) durante 1:30 minutos, tiempo en el cual acceden a la guía desde el aula virtual de la asignatura y uno de los integrantes del grupo realiza la lectura en voz alta de los apartados introductorios. Los demás estudiantes acompañan la lectura desde sus teléfonos celulares. Cuando leen el primer objetivo, uno de los estudiantes manifiesta entender que las actividades que van a desarrollar corresponden al “tema nuevo”. No se aprecian otros intercambios entre ellos ni con los recursos disponibles.

A continuación, siguen con la lectura de la guía y deciden no realizar las tareas involucradas en la consigna del ítem 1 porque dicen recordar el tema y pasan directamente a ver el video (ítem 2). Aquí se aprecia que tienen un inconveniente técnico para acceder al video que es resuelto por uno de los estudiantes. Miran el video sin que existan intercambios entre ellos. Los 13 minutos que se extiende esta actividad (AA2) transcurren sin que pueda apreciarse que los estudiantes realicen otras tareas más allá de la observación audio visual y, cada uno, haya hecho la correspondiente interpretación del contenido. No se tienen indicios de que hayan realizado otras tareas tales como: búsqueda bibliográfica, lectura, análisis de la información, los datos sólo permiten inferir que los estudiantes han realizado la observación del video. En el desarrollo de esta actividad se pueden identificar también momentos en que los estudiantes tienen que poner en juego destrezas técnicas relacionadas con el uso de programas, aplicaciones, informática, etc. que en este caso les permitió acceder al video. Habilidad que no se había previsto en el análisis de la guía.

La intención didáctica de revisar conceptos relacionados con la temática a abordar se vería algo desdibujada. Esto lleva a pensar que resultaría necesario modificar la guía didáctica para que plantee, por ejemplo, una consigna de trabajo que requiera ser resuelta para poder continuar avanzando.

## VI. CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Si bien en esta comunicación sólo se desarrolla una parte de la metodología de análisis de la observación, queda planteada toda la estrategia que posibilitará obtener y analizar una parte central de los datos con que se cuenta para el trabajo de tesis en cuestión. Lo realizado hasta el momento permite reafirmar que la observación es una herramienta muy potente para capturar en el desarrollo de una actividad experimental usando LR, los aspectos característicos de estas actividades y ha de permitirnos estudiar las situaciones que se dan durante su desarrollo, en términos de oportunidades de aprendizaje.

En este momento se está en etapa de finalización del análisis de la observación, por lo que no pueden aún hacerse apreciaciones definitivas sobre el rediseño de la propuesta. Sin embargo, es posible vislumbrar, con los datos de que se dispone, muchos de los aspectos en que es necesario mejorar tanto la guía didáctica como los recursos de apoyo a la realización de la actividad experimental. En particular, es posible identificar aspectos problemáticos del LR que no se habían previsto a partir del análisis del recurso. También permitirá revisar la necesidad de ampliar las posibilidades de interacción virtual con el equipo docente.

A partir de lo planteado hasta aquí, se propone profundizar en otros análisis que implican niveles de estudio más profundos y requieren de estrategias especialmente pensadas para identificar y caracterizar interacciones de los estudiantes entre sí, con la guía y con el LR.

También es importante poner en discusión la mirada de los docentes, su interés por utilizar LR y su formación para ello. Un análisis de cómo entienden los docentes a la actividad experimental, su vínculo con la tecnología y como implementan estos recursos en sus clases, puede ser de interés para la comunidad científica y son otros aspectos que se profundizarán en el trabajo de tesis en el que se enmarca esta comunicación.

Actualmente se está comenzando a trabajar con la docente en la reelaboración de la propuesta de trabajo, tomando en cuenta el análisis de los resultados obtenidos de todas las fuentes.

## AGRADECIMIENTOS

- A la docente responsable de la Asignatura Física II y a los estudiantes que participaron de la toma de datos para la investigación - cursada 2019.
- A los disertantes, tutores y evaluadores de la Escuela de posgrado - CONGRIDEC edición 2019.
- Al Consejo Interuniversitario Nacional por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo mediante la Beca de Posgrado CIN-PERHID. A la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA.

[www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF](http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF)

## REFERENCIAS

Amaya Franky, G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física. *El hombre y la Máquina*, (33).82-95.

Anijovich, R. y Mora, S. (2010). *Estrategias de enseñanza: otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires: Aique.

Arguedas-Matarrita, C. y Concari, S. B. (2015). Hacia un estado del arte de los laboratorios remotos en la enseñanza de la física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2), 133-139.

Arguedas-Matarrita, C., Concari, S. B., y Marchisio, S. T. (2017). Una revisión sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Física en Latinoamérica, *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2), 177–190.

Arguedas-Matarrita, C. y Concari, S. B. (2018). Características deseables en un Laboratorio Remoto para la enseñanza de la física: indagando a los especialistas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3), 702-720.

Cañal de León, P. (2000). El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. En Perales Palacios, F. y Cañal de León, P (coord.). *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy, España: Editorial Marfil, SA.

Collins, A., Joseph, D. y Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1),15-42.

de Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 21-41.

Fendt, W. (2020). Apps de Física. <https://www.walter-fendt.de/html5/phes/>

František, L., & František, S. y Miroslava Ožvoldová (2018). e-Laboratoy Project (2018-2020). Remote Experiments. <https://www.ises.info/index.php/en/laboratory>

García Zubía, J. G., y Alves, G. R. (Eds.). (2011). *Using remote labs in education: two little ducks in remote experimentation*. Bilbao: Universidad de Deusto. <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/otraspub/otraspub01.pdf>

GeoGebra. (2020). GeoGebra-Aplicaciones matemáticas. <https://www.geogebra.org/?lang=es>

Heradio, R., De La Torre, L., Galán, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E., y Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers and Education*, 98, 14-38.

Hofstein, A., y Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54.

Kelly, A. E. (2006). Quality criteria for design research: evidence and commitments. En J. van den Akker y otros (Eds.), *Educational Design Research*. Londres: Routledge.

Ministerio de Educación, Argentina. (2001). Resolución Ministerial 1232.

Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Jovanovi, K., Guetl, C. y Petrovi, V. M. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>

Rocha, A. (2020). Análisis del aula en la universidad. Una perspectiva útil para investigadores y docentes. Manuscrito en prensa.

## ANEXO I. Guía de actividades. Inducción Electromagnética.

### ACTIVIDAD VIRTUAL N° 2 - INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

#### INTRODUCCIÓN

El concepto de inducción electromagnética permite interpretar el funcionamiento de los generadores de corriente alterna. En esta actividad de laboratorio se trabaja sobre un generador de corriente alterna al que se accede de forma remota (Fig. 1).

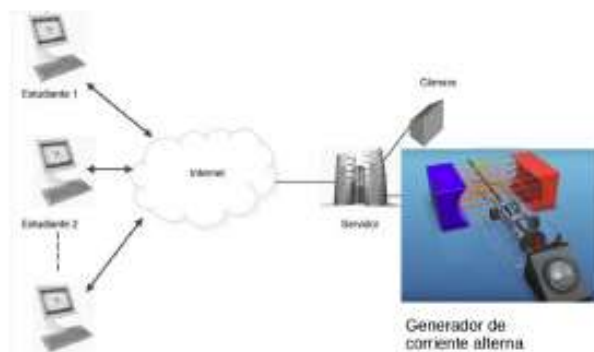


Figura 1: generador de corriente alterna de acceso remoto

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Interpretar el funcionamiento de un generador de corriente alterna (acceso remoto) utilizando el modelo teórico conocido.
- Analizar el comportamiento del generador de la experiencia en términos de las variables que se pueden modificar.
- Registrar y analizar datos experimentales obtenidos de forma remota.

#### PLAN DE ACCIÓN

Esta actividad está propuesta para ser desarrollada en tres partes. En la Parte 1 se pretende revisar el conocimiento necesario para comprender lo que realizarán en el Laboratorio remoto. La Parte 2 es para que se familiaricen con el sitio con el que harán la experiencia. En la Parte 3 realizarán la experimentación con el generador remoto.

##### PARTE 1

Antes de realizar la experiencia les proponemos que:

1. Revisen el concepto de inducción electromagnética visto en clases anteriores.
2. Miren el video sobre generadores de corriente alterna: <https://www.youtube.com/watch?v=DE21-DSWlas>
3. Miren y analicen la simulación disponible en:

[https://www.lar.googleusercontent.com/translate\\_c?http=1&url=translate.google.com/&id=vn&sp=trr46&l=es&u=https://www.walter-fendt.de/html5/curse/generator\\_es.html&oi=177991\\_15700201\\_15700106\\_15700101\\_15700051\\_15700208\\_15700208&img=61&id4all&img\\_Cmap0\\_3&UMMSaWU2AHVg](https://www.lar.googleusercontent.com/translate_c?http=1&url=translate.google.com/&id=vn&sp=trr46&l=es&u=https://www.walter-fendt.de/html5/curse/generator_es.html&oi=177991_15700201_15700106_15700101_15700051_15700208_15700208&img=61&id4all&img_Cmap0_3&UMMSaWU2AHVg)

4. Planteen el modelo teórico que explica como se genera la fem inducida ( $\varepsilon$ ) en un generador de corriente alterna.

5. A partir del modelo construyan un gráfico de la tensión inducida en función del tiempo (pueden utilizar Geogebra) e identifiquen como afecta en el valor de la fem un cambio en cada una de las variables que intervienen.

**PARTE 2**

Una vez que hayan recuperado el conocimiento que disponen sobre éste tema, pueden ingresar al sitio y familiarizarse con las particularidades del Laboratorio remoto que realizarán.

1. Ingresen en [http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/ovladani\\_2\\_en.htm](http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/ovladani_2_en.htm) y con ayuda de la siguiente información recórranlo para conocer como interactuar con él. Si desean saber más sobre este tipo de laboratorio ingresen en: AV2-Información Adicional. Encontrarán información sobre el modo de acceso y las características del laboratorio que realizarán.

En la Fig. 2 se muestra una imagen de la pantalla que se visualiza en la experiencia. En la parte superior izquierda (a) se muestra un video en tiempo real del generador de corriente alterna simple con el que se trabaja (los controles debajo de la imagen activan y desactivan la cámara). También presenta un espacio (b) donde se puede visualizar el gráfico (fem = f(t)) que se obtiene en tiempo real.

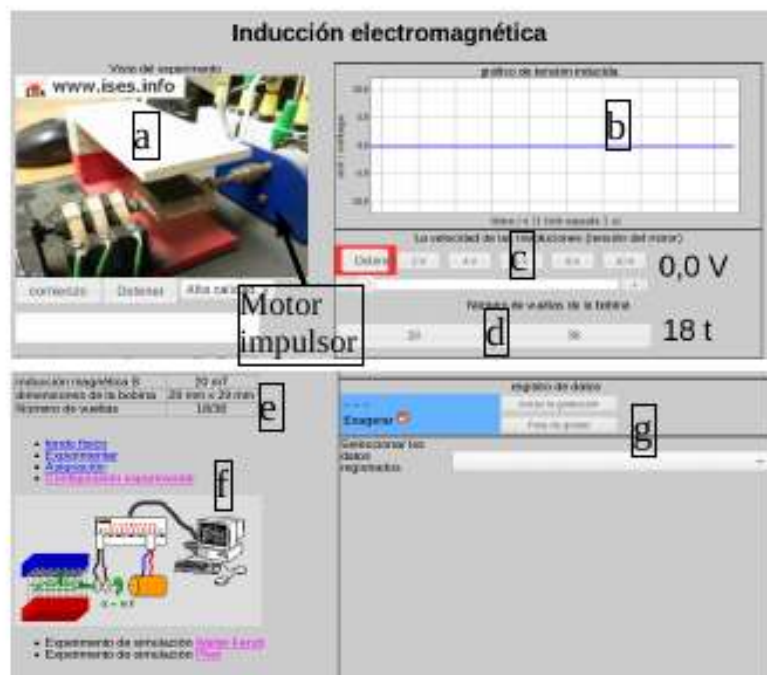


Fig. 2. Sitio del generador remoto

Los cursores ubicados debajo del gráfico permiten configurar la velocidad de giro del motor impulsor (c) y seleccionar el número de espiras (d). El cuadro dispuesto debajo del generador, muestra los parámetros del sistema (e) e información adicional sobre la experiencia (f). Por último en el cuadrante inferior derecho de la pantalla se

disponen controles para realizar registros de los datos experimentales y exportarlos a una planilla de cálculo (g).

### PARTE 3

Luego de recorrer el sitio y de interactuar con él, están listos para realizar la experiencia. Ahora si pueden poner a funcionar el generador!!!

Observen cuáles de las variables del modelo aparecen disponibles para ser modificadas y cuáles no. Interpreten el gráfico que aparece en pantalla. Realicen observaciones para diferentes valores de las variables.

1. Describan como obtienen del experimento remoto los datos de cada una de las variables correspondientes al modelo teórico.
2. Realicen un registro de la amplitud de la fem inducida en función del tiempo para dos frecuencias de giro diferentes y para distinto número de vueltas.
3. Descarguen los registros obtenidos y realicen la gráfica de la fem en función del tiempo correspondiente a cada caso utilizando un software adecuado (por ejemplo Excel).
4. Comparen el valor de las amplitudes obtenidas experimentalmente con el valor teórico esperado.
5. Elaboren un informe en base a las pautas de la asignatura, que incluya los gráficos obtenidos del modelo teórico y de la experiencia remota, imágenes de la pantalla utilizadas y conclusiones.

**ANEXO II.** Análisis epistemológico – didáctico de la plataforma del LR

| <i>Aspecto</i> |   | <i>Comentarios</i>  |
|----------------|---|---|
| <b>1</b>       | ¿Qué permite hacer el LR? ¿Qué acciones permite realizar? ¿Qué variables/parámetros son posibles de modificar al trabajar con el recurso? | Se puede hacer girar un generador de corriente alterna seteando su velocidad de giro por medio de un cursor dispuesto para este fin, configurar la cantidad de vueltas de la espira del generador (dos opciones), visualizar un video en tiempo real del dispositivo durante la experiencia, visualizar un gráfico de la tensión inducida en bornes del generador en función del tiempo, realizar un registro gráfico de la tensión inducida en bornes del generador para un intervalo de tiempo determinado y volcar (registrar) estos datos en una planilla de cálculo que se descarga a la PC.   |
| <b>2</b>       | ¿El LR explicita qué objetivos se pretenden conseguir al trabajar con el recurso?   | Se puede inferir que se pretende responder el interrogante: ¿cómo se relaciona el movimiento relativo entre un imán permanente y una espira de alambre conductora con el concepto de inducción electromagnética.  |
| <b>3</b>       | ¿El lenguaje y la información disponible son apropiados para describir el fenómeno o proceso puesto en juego?                             | <p>Se presenta un marco teórico conceptual adecuado para describir los conceptos físicos involucrados en el LR, sin embargo, este marco conceptual no parece integrarse adecuadamente con las imágenes y esquemas que se presentan del dispositivo de la experiencia. Además, se presenta un enlace externo a una simulación que se relaciona con el modelo de la espira girando dentro de un campo magnético uniforme. La simulación se presenta como un recurso adicional pero no se dan ningún tipo de orientaciones tanto para su uso como para entender su vinculación con la experiencia de LR.</p> <p>La descripción de las partes constitutivas del generador es escasa. El generador cuenta con una estructura exterior formada por un imán permanente en forma de U horizontal del que solo se menciona la magnitud del campo magnético (no se aclara dónde) dejando sin especificar otros aspectos tales como el material de construcción, dimensiones, peso, etc. que podrían aportar información útil respecto de las dimensiones del dispositivo que se ensaya.</p> <p>La espira interior del generador puede configurarse para dos cantidades de vueltas distintas en el ensayo, sin embargo, no se especifica cómo se logra esta disposición. Un usuario sin conocimientos básicos de máquinas eléctricas podría sospechar que para cada configuración seteada se cambia la espira, lo que no es práctico tecnológicamente y además no se observa ese tipo de acción durante la experiencia. A partir del análisis de las imágenes del dispositivo que se presentan en la descripción se puede inferir de qué manera se logran estas configuraciones, pero no se describe en ningún sitio.</p> <p>El video del dispositivo es adecuado, permite visualizar correctamente como se mueve el generador y se observa adecuadamente cada una de sus partes constitutivas, aunque no se visualizan todas las partes que intervienen en la experiencia y que son parte del LR, como por ejemplo los instrumentos de medición de la tensión inducida o el motor que impulsa al generador.</p> |



En la zona donde se dispone la visualización del video se observan dos botones (start y stop) que se pueden utilizar para habilitar o detener la reproducción del video en vivo (opción útil para casos donde se trabaja con conexiones lentas de internet), sin embargo, el accionar de estos botones puede confundirse con las acciones de hacer girar o detener el generador.

El gráfico que presenta la tensión inducida en bornes del generador es adecuado para visualizar en tiempo real la variación de la tensión inducida en función del tiempo. Sin embargo, el modo de nombrar las variables en las etiquetas puede ser confuso. Se presenta la tensión inducida en el eje y con la etiqueta mV / voltage, en el eje x se presenta al tiempo con la etiqueta time / s (1 tick equals 1s). Si bien la etiqueta describe cómo debe leerse el gráfico (cada subdivisión del grafico corresponde a 1s) el eje x no está graduado y no se aprecia a que intervalo corresponde lo que se muestra en pantalla. Respecto de la opción del gráfico se puede mencionar que no dispone de ningún menú desplegable que permita por ejemplo opciones de zoom, cursores, selección de tipo de línea, etc. y que la curva que representa los datos es de tipo continua lo que podría generar confusión al momento del registro de los datos, ya que estos últimos se obtienen como datos discretos\*.

La velocidad de giro del motor impulsor se puede setear por medio de un deslizador ubicado debajo del gráfico de la tensión inducida sin embargo lo que se puede setear es el voltaje aplicado a sus bornes para hacerlo girar. Esta variable (voltaje del motor impulsor) puede confundirse con el voltaje inducido en bornes del generador.

Las opciones disponibles para el registro de datos son adecuadas, permiten obtener previsualizaciones de los registros y guardar los registros elegidos en diferentes formatos de archivo. Sin embargo, no se describen los instrumentos utilizados para el registro de datos ni sus errores asociados, no se presentan las variables medidas con sus errores de medición y no se describen los criterios adoptados para definir los parámetros considerados constantes (dados como datos fijos).

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 4 | ¿En el sitio de LR se proponen actividades de enseñanza que expliciten como trabajar con el recurso?                      | <p>El LR se presenta como un recurso abierto no dispone de actividades de enseñanza para implementar. Sin embargo, se presentan unas orientaciones destinadas a un futuro profesor sobre cómo utilizar el LR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarizarse con el concepto de inducción electromagnética con relación a una bobina giratoria dentro de un campo magnético.</li> <li>• Medir la tensión inducida para diferentes velocidades de giro y guardar los datos obtenidos.</li> <li>• Verificar la ley de Faraday por medio de la medición de la amplitud de la tensión inducida.</li> <li>• Graficar la tensión inducida para cada velocidad de giro obtenida.</li> <li>• Discutir las diferencias entre las variables medidas y teóricas.</li> <li>• Reflexionar sobre la utilización de laboratorios remotos.</li> <li>• Elaborar un informe que abarque los siguientes aspectos: introducción a la tecnología del experimento remoto, introducción física al fenómeno observado, descripción del experimento y su disposición, herramientas utilizadas y la muestra de datos medidos reales, resultados obtenidos y discusión de los resultados obtenidos y del experimento remoto.</li> </ul> |  |
| 5 | ¿Con qué conocimientos conceptuales, destrezas, habilidades... deberían contar los usuarios para trabajar con el recurso? | <p>De la descripción conceptual que presenta el LR se puede inferir que para utilizar el recurso el estudiante debe contar con conocimientos matemáticos básicos de nivel universitario (análisis I y análisis II en nuestro caso) y conocimientos de física sobre campo eléctrico, campo magnético, ley de Faraday y circuitos de corriente continua y alterna (física II para nuestro caso).</p> <p>De la descripción del experimento (se presentan fotos y un esquema del dispositivo con una explicación muy breve) se puede inferir que el estudiante debe contar con conocimientos sobre medidas eléctricas y electrónicas (cuarto año de ingeniería electromecánica en nuestro caso). Estos conocimientos se relacionan con la adquisición de datos y el control de dispositivos electromecánicos. Estos conocimientos son necesarios para entender cómo se logra el movimiento del generador, cómo se obtiene la tensión inducida en sus bornes (qué instrumentos se utilizan para la medición y cómo se registran los datos), cómo se traducen esos datos a gráficos y tablas y cómo se logra el volcado de los datos a un archivo de texto.</p>   |  |
| 6 | ¿Qué contenidos conceptuales o procedimentales permitiría trabajar el recurso?  | <p>Destrezas técnicas.<br/>Utilización de técnicas audiovisuales e informáticas</p>   | <p><b>Utilización de programas, aplicaciones... informáticas</b><br/>El registro de los datos se obtiene en formato de texto plano (separado por comas o tabulador) o como planilla de cálculo, lo que permite por medio de programas como Excel la transformación o la elaboración de gráficos con los datos obtenidos.</p>   |
|   |   | <p>Destrezas básicas.<br/>Medición</p>  | <p><b>Registro de datos cuantitativos: lectura y unidades</b><br/>Se puede hacer un registro de la tensión inducida en bornes del generador en función del tiempo. Este registro se visualiza en un gráfico (que se observa en tiempo real) y además se vuelca en una tabla que puede descargarse a un archivo. Sin embargo, los parámetros de la adquisición de estos datos no se especifican (frecuencia de muestreo y resolución de tensión).</p> |
|   |   | <p>Destrezas básicas.<br/>Transformación de datos</p>   | <p><b>Representación de datos (gráficas, histogramas, diagramas de barra...)</b><br/>Los datos obtenidos de la tensión inducida (en el archivo) se disponen en tres columnas donde la primera corresponde a los instantes de tiempo en que se realizó cada medición, la segunda corresponde al valor medido de la tensión inducida en ese instante y la tercera a la cantidad de vueltas de espira que se utilizó en la medición.</p>                |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | <p>Destrezas de investigación. Relación entre variables</p>        | <p><b>Identificación de variables (independientes, dependientes, intervinientes...) y apreciación de sus posibles valores</b></p> <p>Se puede identificar como valores fijos (parámetros del experimento), el valor de intensidad del campo magnético y las dimensiones de la espira; como variables independientes el tiempo; como variables independientes seteables, la tensión del motor impulsor y el número de vueltas de la espira y como variables dependientes, la velocidad angular de la espira, el flujo magnético y la tensión inducida.</p> <p>Establecimiento de relaciones entre las variables y de la forma de estudiarlas. A partir de las variables y parámetros definidos se puede analizar cómo el modelo de la espira girando dentro de un campo magnético uniforme se vincula con el generador de corriente alterna experimental, dispuesto en el LR.</p>   |
|  |  | <p>Destrezas de investigación. Análisis de datos y situaciones</p> | <p><b>Interpretación de observaciones, medidas, situaciones, identificación e interpretación de datos, valores, realización de cálculos matemáticos. Estimación y cálculo de errores</b></p> <p>A partir de la variación de la velocidad de giro del motor impulsor o de seleccionar una de las opciones de número de espiras es posible observar en un gráfico como se modifica la amplitud y el período de la tensión inducida en bornes del generador en función del tiempo. Estas acciones permiten contrastar la tipología de la señal (forma de la onda) que se observa en el gráfico, el período de la señal y la amplitud de la tensión inducida respecto de los valores teóricos (utilizando alguna técnica de error). Sin embargo, dado que no se describen los errores asociados a cada medición ni las características de los instrumentos de medición, no es posible expresar correctamente el valor para cada una de las mediciones, ni hacer un análisis exhaustivo de errores.</p> |
|  |  | <p>Destrezas de investigación. Establecimiento conclusiones</p>    | <p><b>Establecimiento de conclusiones a partir de resultados</b></p> <p>Se puede trabajar el contraste entre datos experimentales y teóricos, la validez del modelo teórico utilizado para interpretar el generador experimental y las características que tiene la utilización de un LR como recurso útil para realizar experiencias de laboratorio.</p>  |