

Diseño de una actividad experimental de laboratorio remoto para Física II en Ingeniería. El aporte de las opiniones de los estudiantes

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Design of an experimental activity for learning Physics in Engineering, using remote laboratory. The contribution of student opinions

Raúl Emilio Romero¹, Adriana Rocha², y Marta Tenaglia³

¹Dpto. de Ciencias Básicas. Facultad de Ingeniería, UNCPBA.

²Dpto. de Formación Docente. Facultad de Ingeniería y Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, UNCPBA.

³Dpto. de Ciencias Básicas. Facultad de Ingeniería y Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, UNCPBA, Av. Del Valle 5737, CP 7400, Olavarría. Argentina.

E-mail: rromero@fio.unicen.edu.ar

Resumen

Se presenta un análisis de los resultados de una encuesta a estudiantes. La encuesta es parte de las fuentes de datos de una investigación acerca del diseño de actividades de aprendizaje basadas en el uso de laboratorios remotos. El contexto es un curso de Física en la educación en ingeniería. Los resultados obtenidos permiten seguir avanzando en el diseño de la actividad experimental utilizando laboratorio remoto en Física, en ese contexto.

Palabras clave: Diseño de actividades de aprendizaje; Física; Laboratorio remoto; Educación en Ingeniería.

Abstract

An analysis of the results of a student survey is presented. The survey is part of the data sources of an investigation about the design of learning activities based on the use of remote laboratory. The context is a Physics course in engineering education. The results obtained allow us to continue advancing in the design of experimental activity using remote laboratory in Physics, in that context.

Keywords: Design of learning activities; Physical; Remote laboratory; Engineering education.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de uno más amplio que se desarrolla en el marco del Núcleo de Actividades Científico Tecnológicas GIDCE y que tiene como meta diseñar, implementar y evaluar actividades de aprendizaje que hacen uso de laboratorios remotos (LR) para la enseñanza de la Física en carreras de Ingeniería en la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA.

En la investigación se pretende caracterizar un entorno áulico que involucra actividades experimentales utilizando LR a partir de la elección de una plataforma de LR y del diseño de la actividad experimental (AE). Con este propósito surge la necesidad de obtener datos que respondan a la siguiente cuestión foco: *¿qué características tiene el trabajo que realizan los estudiantes durante la implementación de un LR especialmente diseñado?* Para dar respuesta a la cuestión foco se plantean los siguientes objetivos:

- 1) Analizar el desarrollo de las actividades experimentales diseñadas para identificar aspectos del diseño que promueven los aprendizajes esperados.
- 2) Analizar aspectos relevantes del diseño desde las opiniones de los estudiantes.

En el contexto de dicha investigación, los estudios de diseño (Rinaudo y Donolo, 2010) que involucran múltiples dimensiones, variedad de tipos de datos y de momentos en que estos se obtienen, como así también de maneras de abordar su análisis, se presentan como una alternativa válida a considerar como marco.

Se presenta aquí un análisis de los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes luego de la primera implementación de una AE utilizando LR con estudiantes de la asignatura Física II de Ingeniería, en el tema Inducción electromagnética. Este análisis preliminar posibilitará caracterizar al grupo de estudiantes e identificar factores relevantes relacionados con el contexto de aprendizaje y los recursos utilizados, que permitirán guiar el trabajo de diseño, teniendo en cuenta que estos datos forman parte de una colección mucho más amplia, que se van recogiendo en diferentes momentos del trabajo.

II. ACTIVIDADES EXPERIMENTALES, TRABAJO DE LABORATORIO Y LR

Una AE es “una amalgama de acciones típicas de las prácticas científicas, que tienen como meta producir y profundizar un conjunto de vínculos entre los modelos que sustentan los cuerpos teóricos y la realidad (eventos, objetos) que intentan describir y explicar” (Tenaglia y otros, 2011).

Cuando en particular se piensa en este tipo de actividades ligadas al aprendizaje es importante entenderlas como algo que trasciende el trabajo de laboratorio. Sin embargo, tradicionalmente en las universidades, las actividades experimentales se desarrollan exclusivamente en espacios físicos destinados para tal fin (Amaya Franky, 2009). Interesa en este trabajo estudiar los LR como contextos de aprendizaje que pueden complementar y expandir los laboratorios tradicionales.

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 (Heradioy otros, 2016). La evolución a lo largo de los años de los LR se caracterizó inicialmente por el desarrollo de los recursos tecnológicos (software y hardware) necesarios para realizar las experiencias de LR. Debido al gran avance tecnológico en la actualidad se observa que muchos de los LR del mundo disponen de plataformas donde los aspectos antes mencionados en gran medida están resueltos. También se observa que incorporan material didáctico de apoyo (guías didácticas, lecturas que complementan u orientan sobre los conceptos teóricos involucrados, simulaciones, videos tutoriales) (Arguedas y Concari, 2016).

La extensa bibliografía sobre estudios vinculados al uso de LR para la enseñanza hace referencia principalmente a descripciones técnicas y a ventajas y dificultades encontradas en su implementación en cada contexto educativo (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 si los LR son más o menos adecuados para el aprendizaje en torno a la AE en el aula. Los aspectos relacionados con la efectividad del uso de los LR como recurso de enseñanza, la predisposición de docentes y estudiantes a utilizarlos, la comparación entre el desarrollo de actividades diseñadas con LR con las diseñadas con otros recursos (laboratorios presenciales, laboratorios virtuales o simulaciones), las relaciones establecidas entre los grupos de estudiantes y docentes al realizar las experiencias o las características que tiene el registro, análisis e interpretación de los datos que obtienen los estudiantes durante el desarrollo de la actividad de LR comenzaron a tener mayor relevancia desde hace algunos años (Corter y otros, 2011).

Particularmente en Argentina los investigadores que trabajan sobre las características que deben tener los LR para propiciar mejores aprendizajes analizan los aspectos técnicos (tipo de interfaz de usuario, conectividad, disponibilidad horaria, usuarios, integración con otros recursos, facilidad de acceso, etc.), los aspectos pedagógicos generales (disponibilidad de guías didácticas para cada práctica, descripción del procedimiento de uso del LR, foros de consulta, videos tutoriales, etc.) y los aspectos relacionados con los procesos de enseñanza y de aprendizaje (qué tipos aprendizajes se favorecen, cuáles son las características esperadas en un LR que favorecen determinados aprendizajes, cómo se diseñan actividades de aprendizaje con estos recursos, cuáles son las características de los entornos áulicos, etc.) (Arguedas y Concari, 2018; Farina y otros, 2017). Los resultados de estos análisis aportan a la formación de un cuerpo de conocimiento que permite avanzar en diseños como el que se lleva adelante en el proyecto de investigación al que pertenece este trabajo.

III. LOS APRENDIZAJES QUE SE ESPERA FAVORECER

Hofstein y Lunetta(2004) destacan la importancia de las actividades experimentales y su relación con los aprendizajes que promueven. Describen aspectos relevantes para el aprendizaje en ciencias que las actividades experimentales favorecen en mayor medida que otras:

- Comprensión de conceptos científicos y de la naturaleza de la ciencia.
- Desarrollo de habilidades cognitivas científicas.
- Desarrollo de habilidades científicas prácticas y de habilidades para resolver problemas.

Por último, Hofstein y Lunetta (2004) consideran que este tipo de actividades favorece naturalmente el aprendizaje cooperativo.

El desarrollo de habilidades tanto cognitivas como prácticas y de resolución de problemas ha de pensarse en términos de poner énfasis en la enseñanza de diferentes tipos de contenidos procedimentales.

Muchas veces este es un aspecto algo descuidado ya que, en particular en educación superior, se considera que lo procedimental no requiere de una estrategia de enseñanza especialmente pensada para promover su aprendizaje.

Una de las numerosas clasificaciones de este tipo de contenidos que se considera adecuada para su uso en relación con el trabajo experimental, 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 (de Pro Bueno, 1998). Además, las actividades experimentales son un ámbito propicio para trabajar la argumentación científica por parte de los estudiantes para dar respuesta a los interrogantes propuestos, lo que está en línea con la visión constructivista de la construcción del conocimiento científico.

En relación con la educación en Ingeniería la Resolución Ministerial 1232 (2001) 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. Y más adelante completa diciendo: Se debe incluir un mínimo de 200 horas de trabajo en laboratorio y/o(sic) campo que permita desarrollar habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, toma de muestras y análisis de resultados(p. 17).

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

Si 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, cualquier propuesta de enseñanza debería tomar en cuenta al estudiante, atendiendo no sólo a conocer qué sabe sino también a las características propias de su manera de relacionarse con los recursos del aprendizaje, a sus preferencias y percepciones de sus dificultades, para integrar todo este conocimiento como parte del modelo de enseñanza.

IV. DISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Una actividad de aprendizaje es una situación en la que estudiantes y docentes se involucran y que ha sido pensada para que sus ideas, formas de hacer y formas de pensar y sentir, cambien. Ello ocurre, según una intención didáctica determinada, en la medida en que se dan interacciones con el contenido, con los docentes, con los demás estudiantes y con los recursos, configurándose así la estrategia de enseñanza.

El aprendizaje de los estudiantes estará regulado por las tareas y actividades que incluya el diseño que propondrá el equipo docente. El tipo de tareas y las actividades de aprendizaje constituyen los elementos mediante los cuales el profesor pone en juego la enseñanza.

Para el trabajo de diseño de actividades de aprendizaje es central 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 (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.

En la investigación en que se enmarca este trabajo, el diseño de la AE se realiza en el contexto de las actividades de LR que se desarrollan en la asignatura Física II de las carreras de ingeniería. El trabajo se lleva adelante conjuntamente entre el grupo de investigadores y la docente responsable de la asignatura.

Para el diseño de la actividad de aprendizaje utilizando LR se requiere:

1) La disponibilidad de una plataforma de LR. Las posibilidades técnicas y didácticas que posibilita la plataforma influyen de manera decisiva sobre el diseño de las actividades experimentales.

La elección de la plataforma de LR se basa en los siguientes aspectos principales: fácil acceso (fuera y dentro del campus de la FIO) y requerimientos mínimos de conectividad. Atendiendo a estos requisitos se adopta para este trabajo la plataforma de *LRe-Laboratory Project* (<http://www.ises.info/index.php/>) que cuenta además con un número importante de experiencias de LR de acceso gratuito (Arguedas y Concari, 2015).

En particular, en la AE con LR elegida, sobre el tema Inducción electromagnética, 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.

2) La elaboración de una guía de actividades destinada a los estudiantes con la que realizarán las actividades experimentales. Esta guía contiene en gran medida el discurso docente que permite orientar y guiar el trabajo de los estudiantes. La guía de actividades se elabora para atender a las posibilidades de interacción de los estudiantes con la plataforma de LR, con el contenido y con el docente. Desde esta perspectiva los aprendizajes que desarrollarán los estudiantes están mediados fuertemente por la interacción que realizan con la guía de actividad, con la plataforma de LR y entre ellos como integrantes de un grupo.

En este caso, para la realización de la AE, los estudiantes tienen disponible en el Aula Virtual de la asignatura la guía de actividades, un documento con información adicional referida a los LR en general y el acceso al sitio de la plataforma de LR.

Los objetivos de aprendizaje de la AE son:

- 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.

En la guía se propone el desarrollo de la actividad en tres partes. La *parte1*, destinada a revisar el conocimiento necesario para comprender lo que realizarán posteriormente, incluye información disponible en un video y una simulación para analizar el funcionamiento del generador en términos del modelo planteado. En la *parte2* se dan tareas de familiarización, utilizando recursos visuales y textuales para que los estudiantes, ya en el sitio del LR, prueben el funcionamiento del dispositivo e identifiquen lo que observan, analicen los datos que se informan en la pantalla y experimenten cómo responde el sistema frente a los cambios de algún parámetro. En la *parte3* se propone realizar la experimentación propiamente dicha que incluye trabajar con registros de la Tensión inducida en función del tiempo y la realización de los gráficos correspondientes. Por último, se propone analizar lo realizado utilizando el modelo teórico de la *parte1*, por ejemplo, a partir de la comparación entre el valor máximo de la Tensión inducida medido experimentalmente y el calculado con el modelo teórico. Posteriormente se solicita elaborar un informe de la actividad realizada siguiendo un formato preestablecido.

Como parte del trabajo de diseño en el proyecto del que forma parte lo descrito en esta comunicación, se realiza una primera implementación de la AE durante la cual los estudiantes, trabajando de manera remota en grupos de hasta 5 integrantes, se ocupan de realizar la videograbación de su trabajo mientras llevan adelante el LR y video-capturas de pantalla tomadas en la computadora en la cual trabaja el equipo.

El trabajo de diseño incluye, además, la realización de la encuesta y entrevistas a estudiantes, posterior a cada implementación de una actividad de LR y el análisis de los informes de laboratorio elaborados por cada grupo de estudiantes. Todos estos datos integran la batería de los que, en diferentes momentos y a partir de diferentes fuentes, se van sumando a la investigación que se lleva adelante, con el objetivo de conseguir identificar las características deseables de las actividades de aprendizaje utilizando LR para que los estudiantes concreten los aprendizajes deseados.

El análisis de los diferentes aspectos de la enseñanza y del aprendizaje durante las actividades experimentales con LR, en los que el docente no está disponible físicamente durante la realización, tiene un interés particular, fundamentalmente cuando se trata de estudiar cuáles son las condiciones más adecuadas para potenciar el aprendizaje en este tipo de contextos.

V. METODOLOGÍA

La encuesta (anexo) apuntó a registrar datos que permitiesen obtener información sobre aspectos relevantes a la muestra en relación con: *carrera de la cual es estudiante/posibilidades de acceso a internet/experiencia en el uso de aulas virtuales/conocimiento o experiencia en el uso de LR*; y a identificar aspectos salientes del trabajo realizado por los estudiantes durante la AE (acceso y uso del sitio de LR y desarrollo de la AE). También permitió conocer las opiniones de los estudiantes en relación con los aportes que consideran que este tipo de trabajo hace a su formación como futuros profesionales.

Los dos primeros aspectos “el uso de aulas virtuales y las posibilidades de acceso a Internet y su uso” permiten caracterizar al grupo de estudiantes en relación con la familiaridad que tienen con estos espacios de trabajo académico. Esta información es relevante a la hora de pensar el diseño de una propuesta de enseñanza en la que trabajarán de manera más o menos autónoma, en un contexto no presencial.

Con la encuesta también se indaga el conocimiento de lo que es un LR. Conocer la idea que los estudiantes tienen o desarrollan durante el trabajo experimental, de lo que es un LR, permite adecuar aspectos de la enseñanza que pudiesen no resultar adecuados. Es posible que los estudiantes piensen los LR como si no se tratase de trabajo con experimentos reales. En un trabajo realizado por Corter y otros (2007) con estudiantes de ingeniería, se menciona como uno de los datos más fuertes surgidos de la encuesta realizada a los estudiantes luego del desarrollo de un LR, que los estudiantes “*se sintieron algo desconectados del aparato usando los LR, pero les gustó la conveniencia y la capacidad de hacer las cosas a su propio ritmo*”.

La información que aporta la encuesta en relación con la realización de la AE (aspecto 4) permite conocer la percepción que han tenido sobre: acceso y uso del sitio de LR y, específicamente, sobre el desarrollo de la AE. Estos datos dan información valiosa que puede relacionarse con la obtenida de las observaciones para caracterizar el tipo de trabajo realizado y las principales dificultades surgidas.

También interesa conocer la opinión de los estudiantes en relación con el aporte que este tipo de actividades de aprendizaje podría hacer su formación (aspecto 5) como una manera de potenciar el desarrollo de aprendizajes que se consideran relevantes y que no son percibidos en la cultura escolar como propios del ámbito de la formación experimental.

La encuesta se pasó a todos los estudiantes de la asignatura que realizaron la actividad de LR. De ellos se tomó la muestra atendiendo a considerar sólo los 37 estudiantes que respondieron todas las preguntas. Del total de 17 comisiones de trabajo, 4 no cuentan con ningún representante en la muestra.

Se pretende que los resultados obtenidos a partir de la encuesta sean un insumo valioso para continuar rediseñando la actividad de aprendizaje y que se obtengan indicios de lo ocurrido durante el desarrollo de la actividad de aprendizaje que resulten complementarios con los que se obtendrán de las videograbaciones realizadas por los mismos estudiantes mientras desarrollan la AE.

VI. RESULTADOS Y SU ANÁLISIS

A. Aspecto 1. En relación con la carrera y el uso de aulas virtuales (AV)

Los resultados que se analizan corresponden a las respuestas a las primeras tres preguntas de la encuesta (aspecto 1).

Los 37 estudiantes de la muestra están distribuidos por carreras de la siguiente manera:

TABLA I. Distribución de alumnos por carrera.

<i>Carrera</i>	<i>Cantidad de alumnos</i>
Ingeniería Civil	16
Ingeniería Industrial	8
Ingeniería Química	5
Ingeniería en Agrimensura	5
Ingeniería Electromecánica	3

Cuando se consulta a los estudiantes en relación con otras asignaturas (además de Física II) en las que utilizan aulas virtuales del campus Facultad de Ingeniería Virtual, alrededor del 70% dice utilizar AV en al menos una asignatura más. El 73% de los estudiantes utiliza un AV al menos 4 días por semana.

B. Aspecto 2. En relación con las posibilidades de acceso a Internet y su uso

Los resultados que se analizan corresponden a las respuestas a las cinco preguntas de la encuesta agrupadas en el aspecto 2.

El lugar desde el cual los estudiantes encuestados acceden a Internet con mayor frecuencia es la propia casa o la Facultad. Lo hacen utilizando el celular y la computadora personal. Alrededor del 90% dice disponer de una buena conexión a Internet.

C. Aspecto 3. En relación con el conocimiento de lo que es un LR

Los resultados que se analizan corresponden a las tres preguntas de la encuesta incluidas en el aspecto 3.

Alrededor del 80% de los encuestados no tiene conocimiento previo sobre lo que es un LR. No obstante, ante la consigna: “Describe qué idea tenías sobre los Laboratorios Remotos y si cambió y cómo luego de realizar la experiencia”, 17 estudiantes, independientemente de su respuesta a la pregunta anterior, expresaron algún tipo de opinión. Entre ellas:

...no está ligado a un tiempo en específico, es decir que podés realizarlo cuando puedas y desde donde puedas.

Inicialmente consideraba que iban a ser trabajos más rudimentarios, relacionados con conceptos teóricos más puros, fórmulas y desarrollo, puesto que no podemos realizar una actividad netamente empírica. Sin embargo, la incorporación de programas, sitios web y otras virtudes de la tecnología, resultó en un trabajo más didáctico y ameno.

No tenía idea sobre los laboratorios remotos. Luego de realizar la experiencia, pienso que fue muy positiva ya que me permitió conocer un poco más sobre el tema y cómo funciona.

Me parece muy práctico e interesante la idea de implementar laboratorios remotos, acortan tiempos y permite repetirlos cuando sea necesario.

D. Aspecto 4. En relación con la realización de la AE

D.1. Acceso y uso del sitio de LR

Las consignas 4.1 a 4.4 permiten identificar características relevantes del acceso al sitio del LR y particularidades del uso del mismo.

De los 37 estudiantes de la muestra sólo 5 no manifiestan ninguna dificultad. Las respuestas a la consigna 4.1, que permite seleccionar más de una opción, se distribuyeron de la siguiente manera: 13 estudiantes seleccionan la dificultad “No saber utilizar el LR por falta de instrucción o capacitación desde la materia”; 12 “No poder identificar las variables del marco teórico en el experimento”; 10 eligen “No poder acceder al LR por no estar disponible desde la plataforma”; 10 “No adaptarme al manejo del sitio por ser confuso su modo de operación” y 7 estudiantes seleccionan la opción “La guía no presenta información suficiente para realizar la experiencia”.

Del total de encuestados sólo 2 estudiantes eligieron la opción “Otros” y manifestaron opiniones como las siguientes: “Al inicio la dificultad era que no entendía la comparación que había que hacer, luego experimentando con el laboratorio remoto me di cuenta” y “Teníamos un tiempo determinado para trabajar antes de que se reiniciara y perdiéramos los datos”.

La consigna 4.3 pide ordenar por importancia las características deseables de un LR, las respuestas muestran que el orden sería: *Fácil acceso/Accesible desde el AV de la asignatura/Contar con la ayuda de un profesor por medio de chat/Videos tutoriales de apoyo/Accesible desde diferentes dispositivos*. Las preferencias que resultan más relevantes se vinculan con la facilidad de acceso. Las demás características aparecen menos valoradas.

En la consigna 4.4, más del 70% acuerda en que el acceso a la plataforma de LR es simple.

D.2. Desarrollo de la AE

Las consignas 4.5 y 4.6 se refieren a la *claridad con que se presenta la información y la disponibilidad de los datos necesarios* para realizar la experiencia. 13 de los 37 estudiantes eligen opciones que permiten inferir que acuerdan con que ambos aspectos son adecuados. De los otros 10 que dicen acordar con que los datos necesarios están disponibles rápidamente, 9 responden “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” a la consigna 4.5. En ambas preguntas esta última opción es frecuente. Igual que ocurre con las respuestas a la consigna 4.4. Ello podría estar mostrando un problema en la formulación de las mismas que debería tomarse en cuenta para su reelaboración y para diseñar las preguntas de las entrevistas.

Más del 60% de los estudiantes acuerdan con que “Las partes constituyentes del generador se ven claramente en la imagen presentada” (consigna 4.7). Son varios, nuevamente, los estudiantes que eligen “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”.

En cuanto al *procedimiento para la obtención de datos a partir del LR*, las respuestas a la consigna 4.8 muestran que para más del 50% de los estudiantes resulta simple e intuitivo, pero hay un 30% que responde “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, como en los tres casos anteriores.

Las consignas 4.9 y 4.10 referidas al *gráfico tensión en función del tiempo que ofrece el LR, asociado al registro de los datos y como una herramienta para el análisis del comportamiento de las variables intervinientes*, resultan útiles para la mayoría de los estudiantes: 29 estudiantes acuerdan con ambas.

Otro aspecto importante para analizar el desarrollo de la AE usando LR es el *tiempo de adaptación al recurso y el necesario para el registro de datos*. Al respecto, las respuestas a las consignas 4.11 y 4.12 muestran que más de la mitad de los estudiantes invirtió menos de 1 hora en adaptarse al sitio del experimento y en registrar los datos. En ningún caso el tiempo máximo superó las 2 horas.

La última consigna referida a este aspecto se relaciona con la opinión de los estudiantes sobre las características deseables de los LR. La más valorada es la posibilidad de realizarlo en cualquier horario. Le siguen otros dos aspectos: “*Favorece el dialogo y el debate en el grupo*” y “*Permite más tiempo de experimentación que los laboratorios presenciales*”.

No resulta muy valorada la afirmación: “*El tipo de tratamiento y análisis de los datos favorece la vinculación con los conceptos teóricos*”.

E. Aspecto 5. En relación con el aporte a la formación

De las afirmaciones, las mejor valoradas por los estudiantes son las que refieren que los LR son un buen complemento de los laboratorios reales, que permiten hacer experiencias sin asistir a la universidad y que los acerca como futuros profesionales al empleo de la tecnología. A la que propone que el LR es importante como recurso tecnológico para el trabajo experimental le dan menor relevancia.

VII. CONSIDERACIONES FINALES

El análisis de la efectividad de una propuesta especialmente diseñada para promover más y mejores aprendizajes requiere la puesta en juego de forma interconectada de diversos datos y formas de análisis de los mismos, que permitan captar la complejidad de lo que se está estudiando y que los procesos de enseñanza y de aprendizaje se dan en el marco de configuraciones socio-históricas particulares, por lo que las actividades de aprendizaje son únicas e irrepetibles (Kelly, 2006). Por ello, se ha de evitar trabajar con modelos simples de causa y efecto en el estudio de estos procesos. Sin embargo, se considera importante poder identificar todas las variables o situaciones que afectan a los resultados de interés (Collins y otros, 2004). Por tanto, los resultados que surgen de este análisis de los datos de la encuesta son un primer intento de caracterizar el grupo de estudiantes e identificar algunos factores de importancia en relación con este tipo de contextos de aprendizaje y de los recursos puestos en juego (LR, guía de trabajo) que forman parte del trabajo de diseño. Los resultados permiten repensar el trabajo de rediseño para la segunda etapa de la investigación, fundamentalmente en relación con los aspectos antes mencionados.

Los estudiantes acceden habitualmente a las AV del campus de la Facultad y lo hacen tanto desde sus hogares como desde la propia institución usando, su teléfono móvil o computadora personal, lo cual muestra que están habituados al tipo de tarea que se les propone, a pesar de tratarse de una asignatura que se encuentra ubicada en el tercer cuatrimestre de la carrera. En general no tenían experiencia de trabajo con LR hasta el momento de realizar la AE sobre Inducción electromagnética.

Sobre la realización de la AE y en particular en relación con el acceso y uso del sitio, si bien un número importante de los estudiantes encuestados coincide en que el acceso a la plataforma de LR es simple, manifiestan dificultades relacionadas con el desconocimiento del tipo de recurso y también vinculadas al conocimiento físico que se pone en juego. Algunos además seleccionaron como dificultad la opción relacionada con la información que brinda la guía de la actividad. Todos estos son indicios que permiten, a la hora de la realización de las entrevistas, orientar la indagación para obtener datos más precisos que permitan reorientar el diseño que se lleva a cabo.

Respecto del desarrollo del LR, valoran positivamente la claridad con que se presenta la información y el procedimiento que hubieron de llevar a cabo para la obtención de los datos, en el dispositivo del LR. También el tiempo de realización de la tarea parece haber sido el esperado. Por otra parte, y relacionado con lo anterior, valoran positivamente la posibilidad de realizar la AE en cualquier horario.

Por último, los estudiantes encuestados consideran que los LR son un buen complemento de los laboratorios reales y que los acercan como futuros profesionales al empleo de la tecnología.

Como se mencionó antes, estos resultados aportan al diseño de la segunda etapa de la investigación, en la cual, los datos de la encuesta también se utilizan como complementarios de los obtenidos a partir de la observación del trabajo de los estudiantes, para profundizar, en el diseño de la actividad experimental usando LR, en particular en relación con los aprendizajes que se intenta potenciar.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece 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. A los estudiantes de la asignatura Física II - Cursada 2019.

REFERENCIAS

- Amaya Franky, G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física. *El hombre y la Máquina*, 33,82-95.
- Arguedas, C. A. 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, C. A. y Concari, S. B. (2016). Laboratorios remotos para la enseñanza de la física: características tecnológicas y pedagógicas. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28,235-243.
- Arguedas, C. A., 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.
- Collins, A., Joseph, D. y Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1),15-42.
- Corter, J., Nickerson, J., Esche, S., Chassapis, C., Im, S. y Ma, J. (2007). Constructing Reality: A Study of Remote, Hands-On, and Simulated Laboratories. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 14(2),1-24.
- Corter, J. E., Esche, S. K., Chassapis, C., Ma, J., y Nickerson, J. V. (2011). Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories. *Computers&Education*, 57(3),2054-2067.
- de Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1),21-41.
- Farina, J. A., Evangelista, I., Concari, S. B., Pozzo, M. I. R., Dobboletta, E., García Zubia, J. y Marchisio, S. T. (2017). Análisis de la idoneidad de una intervención didáctica para la enseñanza de la ley de Ohm, en el nivel universitario básico: uso de laboratorio remoto. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29, 99-111.
- 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 (2001). Resolución Ministerial 1232.
- Rinaudo, M. C., yDonolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de educación a distancia*,22. •
- Tenaglia, M.,Bertelle, A., Martínez, J., Rocha, A., Fernández, M., Lucca, G., Bustamante, A., Dillon, M. y Distéfano, M. (2011). Determinación y evaluación de competencias asociadas a la actividad experimental. *Revista Iberoamericana de educación*, 56(1), 1-14.

ANEXO. Encuesta a estudiantes

ASPECTO 1. Datos personales y uso de AV

1.1 ¿En qué carrera/s estás matriculado/a?

1.2 ¿En qué otras asignaturas utilizás aulas virtuales del campus Facultad de Ingeniería virtual?

1.3 ¿Con qué frecuencia las utilizás?

Todos los días	4 a 5 días por semana	2 a 3 días por semana	Sólo los fines de semana	De vez en cuando	Nunca
----------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	------------------	-------

1.4 Para mantenernos en contacto te propongo que incluyas un seudónimo

ASPECTO 2. Posibilidades de acceso y uso de Internet

2.1 ¿Cómo accedés al campus Facultad de Ingeniería virtual?

Desde mi casa	Café Internet	Desde mi celular	Desde la Facultad	Desde el trabajo
---------------	---------------	------------------	-------------------	------------------

2.2 ¿Con qué frecuencia accedés al campus Facultad de Ingeniería virtual?

Todos los días	4 a 5 días/ semana	2 a 3 días por semana	Sólo fines de semana	De vez en cuando	Nunca
----------------	--------------------	-----------------------	----------------------	------------------	-------

2.3 ¿Cómo es la velocidad de conexión que utilizás?

Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala
-----------	-----------	-------	---------	------

2.4 ¿Qué dispositivos con acceso a internet usás para ingresar al campus Facultad de Ingeniería virtual? (puedes escoger varias opciones).

Computadora de escritorio	Computadora portátil	Tablet	Teléfono inteligente
---------------------------	----------------------	--------	----------------------

2.5 Comentá cualquier aclaración que creas necesaria acerca de las respuestas anteriores

ASPECTO 3. Idea sobre LR

SI	NO
----	----

3.1 Antes de realizar la experiencia ¿tenías conocimiento de lo que es un Laboratorio Remoto?

3.2 Describe qué idea tenías sobre los Laboratorios Remotos y si cambió y cómo luego de realizar la experiencia.

3.3 Si has utilizado en alguna ocasión un Laboratorio Remoto en la FI indicá: temática, materia y año.

ASPECTO 4

4.a Acceso y uso del sitio de LR

4.1 Indicá la/s dificultad/es que se te presentaron al realizar el Laboratorio Remoto (LR).

No tener los dispositivos necesarios para utilizarlo (computadora, acceso a internet, etc.).	
No poder acceder al LR por motivos de conectividad a internet (por ejemplo baja conectividad).	
No poder acceder al LR por no estar disponible desde la plataforma.	
No saber utilizar el LR por falta de instrucción o capacitación desde la materia.	
No adaptarme al manejo del sitio por ser confuso su modo de operación.	
La guía no presenta información suficiente para realizar la experiencia.	
No entender la relación que existe entre el experimento y el marco teórico.	
No poder identificar las variables del marco teórico en el experimento.	
Otra	

4.2 Si tu respuesta anterior fue Otra, describí

4.3 Elegí característica/s que te gustaría que tenga el trabajo con un Laboratorio Remoto como recurso. Numéralas por orden de importancia. Asigná 1 a la que consideres más relevante.

Fácil acceso	
Accesible desde diferentes dispositivos	
Video tutoriales de apoyo	
Accesible desde el aula virtual de la asignatura	
Contar con la ayuda de un profesor por medio de chat	

4.4 El acceso a la plataforma de laboratorio remoto es sencillo

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

4.b Desarrollo de la actividad experimental

	TA	A	NAND	D	TD
4.5 La plataforma presenta la información de forma clara.					
4.6 Al recorrer la página, los datos necesarios para realizar la experiencia se encuentran rápidamente.					
4.7 Las partes constituyentes del generador se ven claramente en la imagen presentada					
4.8 El procedimiento para obtener la tensión inducida en bornes del generador es simple e intuitivo.					
4.9 El gráfico de la tensión inducida en función del tiempo favorece el registro y análisis de los datos.					
4.10 La posibilidad de visualizar un gráfico de la tensión inducida en función del tiempo (en tiempo real) favorece el análisis de cómo afectan las variables intervinientes las características de la fem.					

TA: totalmente de acuerdo; A: De acuerdo; NAND: ni de acuerdo ni en desacuerdo; D: En desacuerdo; TD: totalmente en desacuerdo.

	Menos de 30 min	Entre 30 min y 1 h	Entre 1 y 2 h	Más de 2 h
4.11 Indicá el tiempo que demoraste en adaptarte al manejo del experimento remoto.				
4.12 Indicá el tiempo que demoraste en realizar los registro y el análisis de los datos (sin incluir el tiempo de realización del informe).				

4.13 Ordená de mayor a menor importancia las siguientes afirmaciones. Asigná 1 a mayor importancia.

El LR es más divertido que el laboratorio presencial.	
La posibilidad de realizarlo en cualquier horario facilita la organización del grupo.	
Favorece el dialogo y el debate en el grupo.	
Permite más tiempo de experimentación que los laboratorios presenciales.	
Permite trabajar los conceptos de igual manera que los laboratorios presenciales, lo que cambia es la forma de realizar el experimento.	
El tipo de tratamiento y análisis de los datos favorece la vinculación con los conceptos teóricos.	

ASPECTO 5. Opinión acerca del aporte de este tipo de AE

5.1 Ordená de mayor a menor importancia las siguientes afirmaciones considerando el grado de aporte a su formación profesional. Asigná 1 a mayor importancia.

Es un medio para hacer experimentos reales	
Es un complemento de la experimentación en el laboratorio real	
Me permite realizar experimentos sin la necesidad de asistir a la universidad	
Me acerca como futuro profesional al empleo de la tecnología	
Importante como recurso tecnológico para el trabajo experimental	