

Implementación de un laboratorio remoto en física

Implementation of a Remote Laboratory in Physics

Ana Irene Ruggeri^{1,2} y Claudia Beatriz Anriquez¹

¹Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Avda. Belgrano (S) 1912, CP 4200 Santiago del Estero. Argentina.

²Departamento de Electricidad, Fac. de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, La Forja s/n, Parque Industrial "La Isla", CP4300 La Banda, Sgo. del Estero. Argentina.

E-mail: ruggeri@unse.edu.ar

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Resumen

La educación está experimentando grandes cambios influenciados por el avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), uno de estos avances son los laboratorios remotos (LR), que se vienen utilizando en la enseñanza de las ciencias y la ingeniería, y permiten realizar experimentos reales a través de internet constituyéndose en herramientas que permiten apoyar la enseñanza presencial. El objetivo de la experiencia fue promover estrategias pedagógicas para mejorar las condiciones de enseñanza y de aprendizaje en el área de laboratorio de Física de las carreras de Ingeniería de la FCEyT, que contribuyan a las competencias digitales y para aplicar en extensiones áulicas en el interior de la provincia, y en las cuales no resulta factible trasladar el equipamiento del laboratorio, aplicando recursos provistos por las TIC. La propuesta implementada permitió más nada al equipo docente ir adecuándose con esta nueva práctica, respondiendo a los antecedentes sobre el tema que la Facultad lleva a cabo.

Palabras clave: Laboratorio remoto; Física; Competencias digitales.

Abstract

Education is experiencing great changes influenced by the advancement of Information and Communication Technologies (ICT), one of these advances is the Remote Laboratories (LR), which are being used in science and engineering education, and they allow real experiments through the internet, becoming tools that allow to support face-to-face teaching. The objective of the experience was to promote pedagogical strategies to improve the teaching and learning conditions in the Physics laboratory area of the FCEyT Engineering careers, which contribute to digital competences and to apply in courtrooms within the province, and in which it is not feasible to move the equipment of the laboratory, applying resources provided by the ICT. The proposal implemented allowed the teaching team to adapt to this new practice, responding to the background on the subject that the Faculty carries out.

Keywords: Remote laboratory; Physics; Digital competences.

I. INTRODUCCIÓN

Que la Universidad está cambiando es, en la actualidad, una realidad evidente. La profunda modificación de las coordenadas políticas, sociales, científicas y técnicas en las que se mueven las universidades y la necesidad de acomodarse a las nuevas demandas de formación que se le plantean está suponiendo un importante reto institucional en cuya resolución se hallan implicadas todas sus estructuras institucionales. En ese contexto de cambio, la calidad de la docencia universitaria constituye una prioridad estratégica de las instituciones de educación superior en todo el mundo.

Las mencionadas directivas y los subsiguientes procesos de desarrollo y aplicación de las mismas han insistido en que la universidad y su oferta formativa precisan avanzar hacia propuestas curriculares más flexibles, más centradas en el aprendizaje autónomo de los estudiantes, con mayor uso de las TIC, las cuales brindan herramientas que potencializan el proceso de enseñanza y aprendizaje, con una orientación docente basada en competencias y que suponga el inicio de una capacitación profesional que continuará a lo largo de la vida. Estos extraordinarios propósitos pueden quedarse en meros enunciados vacíos si el cuerpo de docentes universitario no los llena de sentido, la mera incorporación de herramientas tecnológicas

cas a las prácticas educativas no garantiza en modo alguno que esa mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje, se produzca realmente. Para que esta incorporación sea exitosa se requiere de un trabajo articulado del cuerpo docente y una participación activa y responsable de los estudiantes involucrados en dicho proceso (Arguedas Matarrita, 2016).

La mejora de la calidad de la docencia es, sin duda, un proceso complejo y en el que intervienen muchos factores: desde las políticas educativas hasta los recursos disponibles; de los estudios en cada momento e institución; desde la formación y experiencia de los docentes hasta la capacitación y motivación del alumnado. Pero de todos ellos, el factor que ejerce una influencia más determinante en la calidad de la docencia es, sin duda, el cuerpo docente y las prácticas formativas que este desarrolla (Anriquez, 2016).

La experiencia propuesta es la implementación de un Laboratorio Remoto Diferido como recurso tecnológico y el análisis de la manera en que este recurso impactará tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de Física II para alumnos de Ingeniería. Es decir, cómo este nuevo recurso digital modificará las prácticas docentes y de qué modo impactará en el aprendizaje significativo en alumnos que transitan por el Laboratorio de Física. Esto es una experiencia innovadora y se puso especial atención en el grado de acomodación por parte del equipo docente para la puesta a punto de la práctica.

Nuestra Universidad y específicamente la FCEyT, se lanzó a experiencias multinacionales de laboratorio remoto, en las cuales se hace uso de un laboratorio remoto diferido disponible en la web, correspondiente a la empresa *LabsLand*. *LabsLand* es una red de laboratorios remotos, y es una *spin-off* del grupo de investigación *WebLab-Deusto* de la Universidad de Deusto, España, que ha estado trabajando en el área desde 2003. Oportunamente se envió un contrato para ser firmado entre la UNSE y *LabsLand*, el cual está en etapa de revisión en el área legal de nuestra universidad.

II. SITUACIÓN PREVIA

La propuesta de este Laboratorio Remoto surge como posible respuesta a las necesidades del Laboratorio de Física de la FCEyT-UNSE. Actualmente la planta docente se compone de 5 docentes: 4 con dedicación simple y 1 con dedicación exclusiva.

La situación actual del Laboratorio de Física para el ciclo básico de las Ingenierías (Eléctrica, Electromecánica, Electrónica, Civil, Vial Hidráulica, Agrimensura, Industrial) y profesorado de Física y Licenciatura en Matemática) es el siguiente: se dispone de un espacio con una capacidad de 40 personas para atender una masa de 200 alumnos aproximadamente por módulo. Hasta ahora se logró salvar este inconveniente dividiendo al grupo en comisiones de hasta 40 personas, con el consiguiente recargo de horas de la planta docente. Estas comisiones de 40 alumnos trabajan en 6 grupos de 5 integrantes separados por carreras afines (Eléctrica, Electrónica, Electromecánica, Civil, Vial, Hidráulica, etc.), realizando cada uno una experiencia distinta (privilegiando algunos temas sobre otros de acuerdo con la terminal), presentando informes de manera grupal.

Otra de las problemáticas que se posee es la escasa cantidad de material didáctico (actualmente se posee un equipo por experiencia), tampoco se tienen 6 experiencias didácticas distintas por tema (por ejemplo: 6 experiencias de cinemática, 6 de calor, 6 de ondas, etc.), sino 2 o 3 de cada tema. Con esta situación los grupos de alumnos van rotando sus experiencias, y muchas veces deben realizar experiencias sobre temas que aún no han sido vistos en clase de teoría y problemas. Asimismo, se carece de prácticos de laboratorio para ciertos temas (fluidos, por ejemplo), o bien, debido a la concentración de alumnos en una carrera particular (Ingeniería Civil), se privilegian prácticos más acordes a esa carrera, por sobre otros.

En estos últimos años se abrieron extensiones áulicas de la FCEyT-UNSE en el interior de la provincia (Tecnatura Universitaria en Construcción), en donde se dicta la materia Elementos de Física (con contenidos de mecánica y de electricidad), lo cual hace necesario que se hagan experiencias de laboratorios, con la imposibilidad de trasladar el equipamiento a esos lugares. Un Laboratorio Remoto vendría a cubrir esta necesidad.

Como antecedentes: Años anteriores, más precisamente en 2016 dos docentes del Laboratorio de Física de la FCEyT-UNSE desarrollaron un laboratorio remoto en tiempo real, donde implementaron una práctica a distancia de cinemática en el curso de laboratorio de física básica, dicho proceso efectuado fue alentador ya que permitió sentar las bases para un Laboratorio Remoto que con el tiempo incluya otras prácticas de física básica. En las pruebas piloto tuvo un excelente comportamiento, pero aún no tuvo aplicación para clases con alumnos, debidos a problemas de conectividad en el servidor local de la UNSE (Olivares y Juárez, 2016).

Otro antecedente de importancia en la implementación de LR es el proyecto ERASMUS denominado “Módulos Educativos para Circuitos Eléctricos y Electrónicos. Teoría y práctica siguiendo una metodología de enseñanza-aprendizaje basada en la investigación y apoyada por VISIR+ (Virtual Instruments Systems in Reality)”. El proyecto cuenta con financiación de la Education, Audiovisual and Cultural

Agency (EACEA) de la Unión Europea y de él forman parte un conjunto de instituciones europeas asociadas en la figura de un consorcio. La participación en el mismo fue abierta a países externos a la Unión Europea y actualmente la Argentina forma parte de él contando a la UNSE como institución participante a través del CONFEDI (Olivares y Juárez, 2016).

III. SOBRE LOS LABORATORIOS DE FÍSICA

A través de las experiencias de laboratorio los estudiantes desarrollan habilidades para lograr competencias en el manejo de los instrumentos de medición, equipos en general, ajustes de datos, etc. además de desarrollar la capacidad de interpretar datos de manera crítica y reflexiva. Todas estas características se desarrollan de manera más acabada en los laboratorios reales, los cuales son aquellos donde las prácticas se desarrollan en un espacio diseñado a estos efectos. Muchas veces, por cuestiones de espacio, tiempo, posibilidades académicas, etc. no se pueden realizar las prácticas en estos lugares y para ello podemos recurrir a los laboratorios virtuales, los cuales son simulaciones de fenómenos físicos, a las que se puede acceder a través de internet, o de una computadora, con el software específico instalado. Más recientemente encontramos a los laboratorios remotos, que son experiencias reales, pero a las cuales se accede en forma remota (como su nombre lo dice) a través de internet. Estos laboratorios pueden ser en tiempo real (realizar la experiencia en el momento) o diferidos (acceder a un video sobre la experiencia ya realizada) (Arguedas Matarrita y otros, 2016).

La ventaja, tanto de los laboratorios virtuales, como los remotos (diferidos o en tiempo real), es la posibilidad de acceso a través de cualquier computadora que tenga una conexión estable a internet, y en cualquier momento, permitiendo al alumnado gestionar su tiempo, y repitiendo la experiencia tantas veces como la crea necesaria.

Cabe destacar que, en la enseñanza, los laboratorios remotos no reemplazan a los laboratorios reales, sino que se complementan con éstos. El estudiante de ingeniería tiene la necesidad de estar presente en el lugar y poder realizar sus propios ensayos de acuerdo a sus inquietudes, pero para la realización de los ensayos más tradicionales, el uso de laboratorios remotos permite abaratar costos y permitir mayor accesibilidad, ya que un solo equipo de ensayo puede ser compartido por cientos de estudiantes (Olivares y Juárez, 2016).

Los laboratorios remotos ofrecen en este sentido, reales oportunidades de aprendizaje para promover el desarrollo de competencias necesarias para el ejercicio profesional de ingenieros y profesores.

¿Qué competencias nos interesa desarrollar? competencia digital para los alumnos y para los docentes, como una manera de adaptarse a las TIC, teniendo presente los antecedentes citados en la materia.

IV. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

A. El Laboratorio remoto

Se seleccionó el Laboratorio Remoto correspondiente al tema Principio de Arquímedes, dentro de la plataforma de laboratorios remotos *LabsLand*, en el cual la Universidad Nacional tiene un espacio. La pantalla que se muestra cuando ingresamos a la página principal es la siguiente:



FIGURA 1. Página principal de *LabsLand*.

El espacio perteneciente a la Universidad Nacional de Santiago del Estero, es el siguiente, al cual se accede por invitación vía correo electrónico. Para esto se pidieron las direcciones respectivas a los alumnos, de manera de cursar invitaciones, y que accedan al mismo.



FIGURA 2. Espacio de la UNSE dentro de LabsLand.

Una vez ingresado al Laboratorio de Principio de Arquímedes, nos encontramos con la siguiente pantalla, donde se encuentra el acceso al laboratorio, también se pueden encontrar un video explicativo del mismo, algunas fotos y contenidos adicionales.

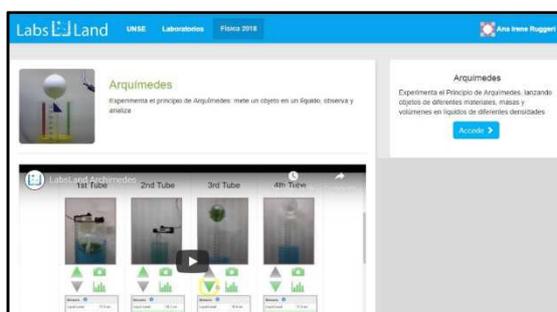


FIGURA 3. Página principal Laboratorio Arquímedes.

Una vez dentro del laboratorio remoto, nos encontramos con 13 tubos, todos llenos de agua azulada, arriba de los cuales se encuentran bolas de diferentes materiales y dimensiones, algunas huecas, otras rellenas con pequeñas bolitas. Se dispone de un tiempo de 20 minutos para realizar el experimento, se puede acceder al experimento las veces que se requiera, pero siempre en un tiempo máximo de 20 minutos. Presionando en los nombres de los tubos, podemos seleccionar unos cuantos para que solo esos estén disponibles y los demás desaparezcan. Al presionar la flecha verde, se libera la bola, que cae en el líquido, y de esta manera se puede investigar densidad relativa, volumen desplazado y empuje de cada bola.



FIGURA 4. Tubos 4 y 8 antes de soltar las bolas.

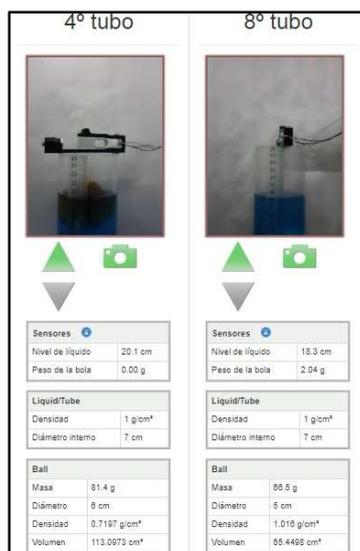


FIGURA 5. Tubos 4 y 8 luego de soltar las bolas.

B. Tareas previas a cargo del equipo docente

Las tareas previas fueron:

- Formación del equipo docente que prepararía y dirigiría la experiencia de laboratorio remoto diferido, este equipo estaba constituido por un Profesor Titular, un Profesor Adjunto y dos Jefes de Trabajos Prácticos
- Selección del grupo de alumnos donde se aplicaría la práctica, el cual resultó alumnos de Ing. Industrial, que cursan la materia Física II, en el segundo cuatrimestre. Este grupo no tiene el mismo régimen de cursado del resto de las ingenierías de la FCEyT, y el número de alumnos es menor, lo cual lo hace ideal para el desarrollo de esta experiencia.
- Selección del tema de la práctica, en estecaso: fluidos, principio de Arquímedes, en función del grupo de alumnos
- Primera prueba de la experiencia por parte de equipo docente, de manera de averiguar fortalezas y debilidades de la misma.
- Diseño de la guía didáctica para la realización de la práctica.

C. Tareas de la realización de la experiencia propiamente dicha

- Explicación de las instrucciones al grupo seleccionado de alumnos de la tarea que debían realizar, sobre el laboratorio remoto diferido.
- Envío de instrucciones detalladas sobre cómo acceder a la plataforma, la casilla de mail en caso de consultas, donde debían enviar el informe de laboratorio (también se les permitió presentar en informe de manera impresa). Se les dio un plazo de diez días, dentro de los cuales debían realiza la experiencia, y presentar el informe (en cualquiera de las dos modalidades mencionadas). También se les envió una guía del trabajo práctico de laboratorio que debían realizar.



FIGURA 6. Introducción teórica del laboratorio remoto.

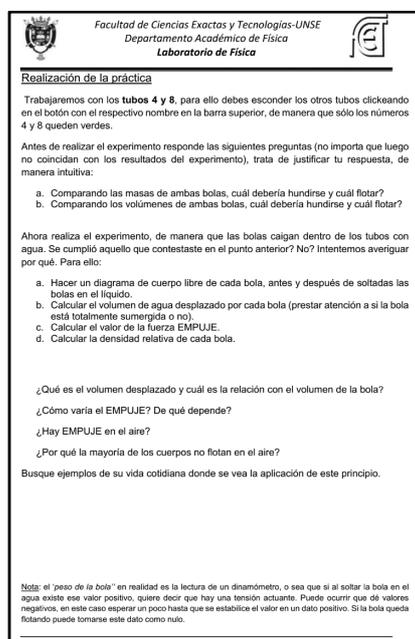


FIGURA 7. Realización de la Práctica

C. Tareas de evaluación de la práctica: Entrevistas

Una vez presentados los informes, y a modo de cierre de la experiencia, se les realizó una entrevista a los alumnos, detallada individual y oral para saber el grado de dificultad sobre el acceso a la plataforma, o sobre algún inconveniente que se hubiera presentado antes, durante o después de realizada la experiencia desde sus casas. Las preguntas sobre las cuales se trató la entrevista fueron:

- Presencia o no de dificultades técnicas (¿se pudo acceder a la página del laboratorio? ¿Se recibió la información por mail?)
- Necesidad de asistencia de los docentes (¿las instrucciones fueron claras?, necesitaron la casilla de mail para consultar al docente?)
- ¿Los plazos de entrega fueron suficientes?
- Evaluación de la experiencia de laboratorio en si (ventajas y desventajas)
- Algún otro aporte que quisieran hacer.

Por otro lado, los docentes nos reunimos para hacer la metaevaluación del proceso.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados de la experiencia fueron los siguientes:

- De los 22 alumnos que recibieron las instrucciones para realizar el laboratorio remoto, 14 presentaron sus informes (un 63%), de los cuales el 50% lo realizó en forma fuera de término.
- De la evaluación de los informes de laboratorio se desprende que los mismos son originales, y están redactados con un buen nivel académico (recordemos que estos alumnos tenían una cierta experiencia en redacción de informes de laboratorio, puesto que esta era la segunda materia en la cual los realizaban).
- De las entrevistas (18) se desprende que ninguno tuvo problemas para acceder a la plataforma, en cuanto a problemas de conexión o interpretación de las instrucciones de acceso que eventualmente se les envió.
- Manifestaron que el plazo impuesto por el equipo docente fue suficiente, aunque algunos no cumplieron en tiempo la presentación del informe, debido a la superposición de parciales.
- No necesitaron apoyo de los docentes (se recibió solo una consulta en la casilla de mail).
- Como ventajas manifestaron la posibilidad de hacerlo en el tiempo en que ellos estaban disponibles, la posibilidad de repetir la experiencia, esta experiencia se repetía y se mantenían los datos, algunos manifestaron que fue un trabajo tedioso y que preferían las clases presenciales, aunque era un buen recurso complementario.
- En cuanto a los docentes, la totalidad del equipo manifestó cierta insatisfacción porque la experiencia de laboratorio remoto seleccionada (dentro de *LabsLand*) no permitía una mejor explotación didáctica. Si bien el tema era justo, el diseño de la experiencia no permitía una buena exploración del tema, difícil de trabajar, rígido, inflexible (algunos elementos a calcular, como por ejemplo la densidad o el volumen de la bola, ya se mostraban, con lo cual solo quedaba verificar valores). No obstante, la puesta a práctica de este fue óptima, de tal forma que alienta al equipo a preparar el terreno para avanzar sobre experiencias remotas superadoras en tiempo diferido y real.

VI. CONCLUSIONES

- El equipo docente avanza en la apropiación de competencias digitales necesarias para la realización de este tipo de actividades, para mejora de la calidad de aprendizaje.
- Se observó la conveniencia de realizar las próximas experiencias en un aula virtual (ya en los cursos de las extensiones áulicas), donde la totalidad de los alumnos se beneficien de las consultas de los otros, se pueda compartir material, se controle la participación de cada uno de los alumnos, etc.
- Se consideró necesario que el equipo docente seleccione una experiencia de laboratorio más rica en conceptos y que permita mayor elaboración de parte de los alumnos.
- Esta experiencia favoreció la realización de informes originales (en este caso se pidió informes individuales, pero podrían haber sido grupales), ya que el hecho de manejar sus propios tiempos y poder repetir la experiencia cuantas veces sea necesaria, permitió que se tomaran los datos correctos sin apelar a la copia de informes.
- Es una experiencia extrapolable tanto a otros niveles dentro de la carrera, como a otras carreras en otros lugares de dictado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ingeniero Carlos Mariano Olivares y a la Licenciada Claudia Visñovezky por su invaluable apoyo en la realización de esta experiencia.

REFERENCIAS

- Anriquez C. B., Figueroa S. y Godoy C. E. (2016). Análisis de una experiencia innovadora en la enseñanza de la física utilizando Webquest. *V CAIM*, 5 al 7 de octubre. Santiago del Estero, Argentina.
- Arguedas Matarrita C., Concari, S., Conejo Villalobos, M, Pérez Sotille, R. y Herrero Villareal D. (2016). El uso de un laboratorio remoto de mecánica en la enseñanza de la física en dos modalidades de educación superior. *Revista de Enseñanza de la Física*. 28(Extra), 305-312

Arguedas Matarrita C. y Concari S. B. (2016) Laboratorios remotos para la enseñanza de la física: características tecnológicas y pedagógicas. *Revista de Enseñanza de la Física*. 28(Extra), 235-243.

Olivares, C. M. y Juárez, C. R., (2016) Desarrollo de experiencia de cinemática para laboratorio remoto en el área de física básica. *V CAIM*, 5 al 7 de octubre. Santiago del Estero, Argentina.

CONFEDI. (2016). Invitación a Facultades de para participar del Proyecto Erasmus VISIR+. <http://www.frn.utn.edu.ar/noticias/Convocatoria%20Participacion%20ERASMUS%20VISIR+%20%20CONFEDI%202016.pdf> Consultado el 3 de mayo de 2019