

PROYECTO DE LABORATORIOS REMOTOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA.

María Joselevich^{*1,2,7}, Roberto E. Alonso^{1,3,4,7}, Pablo González Casco^{1,7}, Martín Morales^{1,5,7}, Jorge Osio^{1,7}, Alejandra Serial^{2,6,7}

¹Instituto de Ingeniería y Agronomía, Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Argentina.

²Centro de Política Educativa, UNAJ, Argentina.

³Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

⁴Instituto de Física La Plata-CONICET, UNLP, La Plata, Argentina

⁵Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata, Argentina

⁶Instituto de Ciencias Sociales y Administración, UNAJ, Argentina.

⁷Programa de Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en aplicaciones de interés social, IlyA, UNAJ

{mjoselevich, ralonso, pcasco, martin.morales, josio, aserial}@unaj.edu.ar

Resumen

Los laboratorios remotos son espacios físicos reales que contienen dispositivos experimentales a los que se puede acceder y manipular desde sitios remotos a través de internet. Se utilizan para realizar prácticas de laboratorio en tiempo real. En este trabajo se presenta el proyecto de diseño e implementación de un laboratorio remoto de física para el abordaje de las ondas mecánicas en las etapas iniciales de los estudios universitarios en carreras de ingeniería.

Palabras clave: *Laboratorio Remoto, Educación a distancia, Tecnología informática aplicada a Educación*

Contexto

Este trabajo está enmarcado en el proyecto de investigación “*Uso de laboratorios remotos en la enseñanza de la física: estudio de una propuesta didáctica*”, actualmente en ejecución en la Universidad Nacional Arturo Jauretche. Integra las propuestas en desarrollo en el *Área de Herramientas TIC para el Diseño de Estrategias Didácticas Educativas del Programa de Investigación Tecnologías*

de la Información y la Comunicación (TIC) en Aplicaciones de Interés Social sito en el Instituto de Ingeniería y Agronomía (UNAJ) y se desarrolla en el marco de un convenio de colaboración institucional con el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). El equipo que lleva adelante el proyecto está integrado por docentes de los Institutos de Ciencias Sociales y Administración (ICSyA) y de Ingeniería y Agronomía (IlyA), e investigadoras del Centro de Política Educativa (CPE).

1. Introducción

Desde el punto de vista de la didáctica específica de las ciencias naturales, la utilización adecuada de recursos informáticos parece ser potenciadora y enriquecedora de los procesos de aprendizaje (Aksela, 2005). Los estudiantes tienen acceso a una enorme cantidad de información de fuentes impensadas hasta hace muy poco tiempo. Pueden procesar datos y mediciones hechas por ellos mismos con herramientas de creciente precisión o por investigadores que viven en cualquier parte del planeta y utilizan equipos altamente costosos y sofisticados. Este contexto los estimula a ser sujetos sumamente

activos de su propio aprendizaje, dejarse guiar por sus propios intereses e inquietudes y por las preguntas que les surgen legítimamente. Esta manera de transitar el aprendizaje es sumamente distinta a la transmisión tradicional del conocimiento y brinda a los equipos docentes oportunidades para potenciar enormemente su rol de guía y orientador de los aprendizajes del alumnado

Entre las ciencias, la física es por excelencia una ciencia natural por lo que la experiencia siempre resultó la motivación, el objeto de la modelización y de su formulación matemática. La comprensión de los fenómenos naturales en su complejidad desde los inicios involucró a la experiencia en una versión “simplificada” en el laboratorio, donde el investigador pretende tener control individual sobre las variables relevantes del problema en cuestión, algunas veces con bastante éxito. A partir de las experiencias en el laboratorio y el control de variables es de donde surgen algunos modelos con los que se trata de describir y comprender los fenómenos por lo que resultan parte vital en la enseñanza. A partir de las situaciones recreadas en el laboratorio es posible para los estudiantes realizar conexiones entre el fenómeno y el modelo, además de desarrollar la capacidad crítica, el libre pensar, refutar y crear, dado que allí se enfrentan con las mediciones sobre sistemas “reales”. Entre los avances en la enseñanza relacionados con las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC), el uso de sensores o colectores electrónicos de datos impacta fuertemente en el desarrollo experimental de la enseñanza de las ciencias naturales. El trabajo con sensores permite tomar y procesar una gran cantidad de información de procesos que pueden ocurrir en tiempos muy cortos o en tiempos muy largos, con un alto nivel de detalle y una gran facilidad en la manipulación tanto de los equipos como de los datos. Según numerosos estudios (Tortosa, 2012), el uso de sensores enlazado a computadoras, si se da en ambientes de aprendizaje adecuados, conlleva ventajas en el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior.

Si bien los recursos presentados más arriba son señalados como facilitadores del aprendizaje, los contextos universitarios actuales hacen que existan limitaciones en cuanto a tiempo, equipos y personal por las cuales es extremadamente difícil abordar todos y cada uno de los conceptos discutidos en un curso, en una práctica de laboratorio (Gil, 1997). En este sentido, el avance en el desarrollo de herramientas TIC, permite pensar en diferentes estrategias para enfrentar estas limitaciones. Este es el caso de los laboratorios remotos (LR) como los que han incorporado numerosas universidades del mundo, entre las que se encuentran Stanford, Universidad de Australia del Sur, Deusto y, en la Argentina, la Universidad Nacional del Litoral y la Universidad Nacional de Rosario.

Los LR son espacios físicos reales donde se encuentran equipos manipulables a través de internet. Contienen dispositivos experimentales con el agregado de sensores, cámaras y mecanismos de automatización y control externo para que los usuarios puedan acceder a la manipulación, registro y controles desde sitios remotos en tiempo real.

Desde el punto de vista de la enseñanza, los LR tienen dos ventajas fundamentales. Por un lado, permiten acrecentar la cantidad de tiempo y la frecuencia de acceso de los estudiantes al equipamiento de laboratorio respecto a las propuestas presenciales. Por otra parte, la disponibilidad de nuevas herramientas didácticas invita a los docentes a enriquecer e innovar en sus prácticas pedagógicas.

Además de lo anterior, el uso de LR permite el ahorro de recursos económicos, la extensión de recursos materiales escasos y el compartir equipamiento con otras instituciones a la vez que proporciona acceso a equipos que pueden ser demasiado costosos, peligrosos o logísticamente problemáticos para una institución de enseñanza.

Se han publicado varias experiencias educativas en el uso de LR para la enseñanza de la física (C. Arguedas Matarrita y S. B. Concari, 2016). Entre ellas se puede

mencionar la investigación en ámbitos universitarios de Marques (Marques y otros, 2014) y, en el caso de la Argentina los trabajos de los grupos ya mencionados de la Universidad Nacional del Litoral y de la Universidad Nacional de Rosario (Kofman y Concari, 2011 y Lerro y Marchisio, 2016). Diferentes investigadores se han dedicado a investigar distintos aspectos relacionados con el trabajo con los LR, que abarcan desde el establecimiento de criterios de idoneidad didáctica de los desarrollos (Arguedas–Matarrita y otros, 2017) hasta distintos aspectos del abordaje del trabajo de los estudiantes en los LR (Lerro, F. y Marchisio, S., 2016).

Descripción de la experiencia

La Universidad Nacional Arturo Jauretche, siguiendo los lineamientos de su Proyecto Institucional, diseña e implementa distintas estrategias de enseñanza que, atendiendo a la heterogeneidad de sus estudiantes, buscan producir algunas transformaciones en relación con el modelo educativo universitario “tradicional” y lograr mayores niveles de retención y graduación manteniendo la excelencia académica y los objetivos de superación y formación humana y profesional.

En ese marco, se están desarrollando distintas propuestas de trabajo sistemático en equipos interdisciplinarios como el que propone este proyecto, el cual se enmarca en las acciones dirigidas al trabajo en la asignatura Física 1, correspondiente al ciclo de las ciencias básicas de las seis carreras de Ingeniería que se ofertan en la UNAJ.

Los objetivos de esta asignatura incluyen la formación de los estudiantes en el desarrollo de ciertas competencias que se consideran fundamentales para sus estudios posteriores, entre ellas, aquellas relacionadas con el pensamiento y trabajo experimental. Este trabajo requiere, para llevarse a cabo, del uso de laboratorios e instrumental específico que no se encuentra disponible dada la insuficiencia infraestructura disponible para la

gran cantidad de estudiantes de los primeros años.

Lo anterior motivó a este grupo de trabajo a explorar estrategias de enseñanza que contribuyan a la formación práctica de los y las ingenieros/as, pensadas para auxiliar en la circunstancia actual y, eventualmente, complementar las actividades que se realicen en el futuro.

Entre las estrategias posibles, se eligió estudiar la incidencia de la incorporación de laboratorios remotos (LR) en las prácticas de enseñanza de la materia Física 1. El trabajo que se presenta se dirige en particular al estudio de las ondas mecánicas tomando en cuenta los antecedentes del tratamiento de este tema a partir del análisis de ondas sonoras (Bocanegra Cifuentes, J., 2012), ondas en una cuerda (González, G., 2005), entre otras, utilizando distintos recursos tecnológicos como laboratorios virtuales, tutoriales en videos, blogs. Los laboratorios remotos, se presentan actualmente como una opción que despierta un gran interés.

La implementación del laboratorio remoto consta de las siguientes etapas:

- El servidor de enlace fue implementado mediante la plataforma educativa moodle, en donde se configuró un plugin para la solicitud de turnos y la gestión de acceso al laboratorio.
- El servidor multimedia se implementó en una mini computadora (raspberry pi), donde se configuró Motion como un servidor streaming para el acceso a las imágenes y Apache como servidor web en donde se muestran las opciones de encendido y configuración del laboratorio.
- Se utilizó el motor de base de datos *phpMyAdmin* que permite manejar la administración de MySQL para el almacenamiento de los datos generados en cada experiencia.

- Almacenamiento de los datos en la nube mediante los servicios del proveedor google.
- Para el control a distancia del instrumental se creó una API rest con un conjunto de comandos que permiten seleccionar las diferentes opciones de configuración

- Servidor de laboratorio: Da soporte a la aplicación y gestiona la base de datos
- Seguridad para garantizar el acceso al manejo del instrumental solo a personas autorizadas

2. Líneas de investigación y desarrollo

Aspectos pedagógico didácticos

Considerando que el equipo de investigación que desarrolla este proyecto incluye docentes de las asignaturas para las cuales se diseñará e implementará la propuesta didáctica que se utilizará en este estudio, el abordaje metodológico que se propone se enmarca en la línea de investigación-acción.

Se entrevistará a los estudiantes a fin de indagar acerca de los usos y los sentidos de sus interacciones con el laboratorio remoto a lo largo del proceso de implementación de la propuesta didáctica. Asimismo, se realizarán observaciones de clases y se entrevistará a los integrantes del equipo docente, incluyendo a quienes participan del diseño e implementación de la propuesta didáctica.

Aspectos del diseño e implementación del sistema

La implementación del sistema requiere de la integración de un conjunto de herramientas informáticas que posibiliten el acceso y control de forma remota del laboratorio (Arguedas-Matarrita y Concari, 2016). Para su implementación se investigaron algunos aspectos (Bocanegra Cifuentes, 2012), que permitieron la correcta implementación y visualización del laboratorio en tiempo real :

- Servidor de enlace: Para Gestión de acceso a usuarios
- Servidor multimedia: Provee imágenes y audio del ambiente experimental

3. Resultados Obtenidos / Esperados

Actualmente el proyecto se encuentra en la etapa de testing, en donde se ha logrado la implementación completa del sistema con algunas pruebas de funcionamiento que permitieron verificar la correcta ejecución del acceso de usuarios, solicitud de turnos, acceso a la plataforma donde se pueden ejecutar los comandos de configuración de forma remota (selección de frecuencia, fase y obtención de imágenes del experimento) y el almacenamiento de datos del experimento en la nube.

La siguiente instancia consiste en resolver los aspectos de seguridad para poder realizar la primer prueba piloto con una comisión de alumnos, en donde se podrán recabar datos sobre las dificultades surgidas, los aportes del mismo al tema de estudio y las posibles modificaciones a futuro.

El presente proyecto de investigación supone que el uso de LR en el diseño y el desarrollo de actividades didácticas promoverá el enriquecimiento de las prácticas de enseñanza en los docentes. Se espera además que la disponibilidad de LR en el marco de la propuesta de enseñanza que se diseñará fortalezca la autonomía de los estudiantes respecto a la apropiación del conocimiento.

Esperamos que estos resultados impacten en los estudiantes de manera de aumentar sus aprendizajes acerca de los contenidos que se abordan.

4. Formación de recursos humanos

En el marco de este proyecto, se han desarrollado las Prácticas Profesionales

Supervisadas (PPS) de dos estudiantes de la carrera de Ingeniería en Informática de UNAJ. Se prevé que la participación de estudiantes continúe por un lado en el marco del desarrollo de una beca ya adjudicada por el Consejo Interuniversitario Nacional y por otro con una nueva PPS.

5. Bibliografía

Aksela, M. (2005). Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach.

C. Arguedas-Matarrita y S. B. Concari (2016) Laboratorios remotos para la enseñanza de la física: características tecnológicas y pedagógicas *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 28, No. Extra, Nov. 2016, 235-243

C. Arguedas-Matarrita, S. B. Concari y B. Giacomone (2017) La idoneidad didáctica de los laboratorios remotos como recursos para la enseñanza y aprendizaje de la física. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 29, No. Extra, Nov. 2017, 511-517

Bocanegra Cifuentes, J. (2012). Laboratorio de ondas mecánicas apoyado con Tecnologías de la Información y la Comunicación de libre acceso. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.

Gil, S., (1997). Nuevas tecnologías en la enseñanza de la física oportunidades y desafíos. *Educación en Ciencias*, 1(34): p. 1-10.

González, G. (2005). Enseñanza de ondas mecánicas en cuerdas usando Matemática. *Universitas Scientarium*. Vol 10. Número especial. Enero-Junio. Bogotá, Colombia. pp17-24.

Kofman, H. y Concari, S. (2011). Using remote labs for Physics teaching. En: *Using Remote Labs in Education*. J. García Zúbia and G. Alves (Eds.): University of Deusto

Publications, 293-308. Recuperado de <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/otraspub/otraspub01.pdf> (13/03/2019).

Lerro, F. y Marchisio, S. (2016). Preferences and uses of a remote lab from the students' viewpoint. *International Journal of Online Engineering*, 12(3), 53-57. Recuperado de <http://onlinejournals.org/index.php/ijoe/article/view/5468/3855> (13/03/2019).

Marques, M. A., Viegas, M. C., Costa-Lobo, M. C., Fidalgo, A. V., Alves, G. R., Rocha, J. S. y Gustavsson, I. (2014). How Remote Labs Impact on Course Outcomes: Various Practices Using VISIR. *IEEE Transactions on Education*, 57(3), August 2014. Recuperado de <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6645452> (13/03/2019).

Tortosa, M. (2012). The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. *Perspective. Chem. Educ. Res. Pract.*, 13, pp. 161-171.