

Desarrollo de un espacio colaborativo para prácticas remotas de laboratorios en Física nuclear

Development of a collaborative space for remote laboratory practices in nuclear physics

Adriana Chautemps^{1*}, Gustavo Lazarte¹, Alejandra Pérez Lucero¹ y Kouichi Cruz¹

¹Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1201. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina.

*E-mail: achautemps@unc.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta la metodología implementada para desarrollar un espacio colaborativo donde experimentar con instrumentos remotos de una manera integral, con áreas de aprendizaje teórico, guías y tutoriales de laboratorio, comunicación sincrónica y asincrónica, autoevaluaciones, simulaciones e instrumentos remotos teledirigidos. También se muestran los resultados alcanzados en los cursos que se dictaron con esa modalidad para las prácticas de laboratorio.

Palabras clave: Física nuclear; Laboratorios remotos; Entorno colaborativo; Simulaciones.

Abstract

This work presents the methodology implemented to develop a collaborative space where to experiment with remote instruments in a comprehensive way, with areas of theoretical learning, laboratory guides and tutorials, synchronous and asynchronous communication, self-evaluations, simulations and remote-controlled instruments. The results achieved in the courses that were dictated with this modality for the laboratory practices are also shown.

Keywords: Nuclear Physics; Remote laboratories; Collaborative environment; Simulations.

I. INTRODUCCIÓN

Las prácticas experimentales en física nuclear complementan los aspectos teóricos, brindan la oportunidad de adquirir dominios en los métodos matemáticos y numéricos, a la vez que facilitan la comprensión de los fenómenos. La aplicación de una adecuada metodología de trabajo experimental logra el acercamiento a la cultura científica (Alonso, 2004). La motivación es otro aspecto de la experimentación que estimula el pensamiento al poder observar y medir como parte del aprendizaje significativo. La física, en general, es una ciencia que posee una base teórica con la que se describen las leyes y una práctica que permite verificar la hipótesis y aplicar métodos científicos de estudio, así como consolidar competencias tecnológicas.

El laboratorio de experimentación requería la presencia física de las personas para la manipulación de los sistemas de control e instrumentos de un laboratorio, en un entorno controlado bajo supervisión (Sánchez y Morilla, 2000). El avance de la tecnología de la información y la comunicación (TIC) está permitiendo que esa práctica experimental se pueda desarrollar con otras modalidades, una de las cuales son los laboratorios reales manipulados en forma remota, que es la situación que se presenta en este trabajo.

El laboratorio remoto trabajado desde un aula virtual permite aprovechar sus potencialidades en cuanto a comunicación sincrónica y asincrónica, uso de videos, simuladores, autoevaluaciones, reduciendo la brecha entre la teoría y la práctica experimental, tanto en situación de pandemia como en la presencialidad.

Las aulas virtuales son entornos que favorecen la interacción social debido a su esquema de aprendizaje colaborativo (Avello Martinex y Duart, 2016). Estos espacios poseen beneficios para el trabajo pedagógico al incrementar la motivación, permitir almacenamiento digital de recursos y diversificación de actividades de aprendizaje (Vidal, Llanuda, Diego y Vialart, 2008). Todos los recursos tecnológicos se integran bajo una supervisión y trabajo multidisciplinario para un mejor aprovechamiento de las TIC dentro del aula, y de las tareas de gestión y entrega de actividades (Bustos y Salvador, 2010).

Las potencialidades del aula virtual resultan indicadas para generar un espacio integrado en el cual, con la guía del plantel docente, se propenda al aprendizaje significativo de la física nuclear. Dicho espacio permitirá acceder en forma remota a instrumentos reales manipulables que permiten realizar mediciones, detectar fuentes radiactivas, obtener lecturas, modificar variables y complementar con el material teórico disponible.

El objetivo del presente trabajo es implementar técnicas en práctica experimental para los cursos de posgrado y para la materia de grado Física correspondiente a las carreras que se desarrollan en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. En cuanto a la preparación previa necesaria para el manejo de la tecnología educativa, solo se necesita conocimientos en planillas de cálculo (Excel). Para lo demás se disponen videos tutoriales ya sea para el manejo del aula virtual, como de cada uno de los recursos disponibles. Y se realizan video-conferencias previas al inicio de clases para explicar la modalidad y establecer canales de consultas en línea.

De esta manera se estaría cubriendo un aspecto fundamental en la formación académica de física nuclear, como son los laboratorios utilizando instrumentos de medición, que han sido de los principales inconvenientes a la hora de adecuar las clases presenciales a una modalidad a distancia.

Desarrollar un instrumento de manejo remoto, a través de una computadora, de manera sincrónica, ha permitido incorporarlo al aula virtual y complementar su uso con otras herramientas educativas aprovechando las potencialidades de la plataforma Moodle.

II. DESARROLLO

Nuestro grupo de trabajo venía desarrollando simuladores para detección y medición de radiaciones ionizantes. Al trabajar con material radiactivo en un laboratorio convencional sería reducido el número de alumnos que podrían ingresar, se necesitarían elementos de protección radiológica y dosímetros personales. Con la finalidad de lograr que un mayor número de participantes tuvieran acceso en forma efectiva a la práctica, se avanzó con instrumentos reales para ser manipulados en forma remota.

La teleoperación de un laboratorio real se puede utilizar en educación, en la industria y en los centros de investigación. Situación conveniente para la oferta que brindamos de capacitación y entrenamiento para operadores de reactores y centrales nucleares, como para el manejo de radionucleidos en medicina e investigación nuclear.

Debido a la necesidad de incorporar los instrumentos simulados y remotos en un ambiente integrado, se comenzó a trabajar en las aulas virtuales donde se venían dictando cursos. De esa manera se pudo ir evaluando la aceptación en el uso de estas herramientas, en especial los instrumentos teledirigidos donde se pueden presentar complicaciones como gestión de autenticación engorrosa, dinámica lenta o falla de procedimientos. Para ello, se realizaron encuestas al finalizar el cursado que había incluido las prácticas de laboratorio en ambas modalidades. A continuación se presenta el resultado sobre 26 participantes que trabajaron con los instrumentos:

1. ¿Cómo fue el aprendizaje en radioprotección (distancia-tiempo-blindaje)?

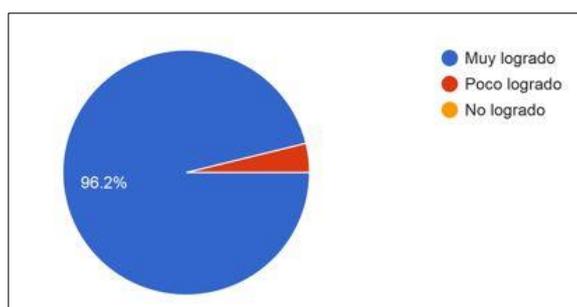


FIGURA 1. Se muestra el porcentaje de respuestas referidas al logro en el aprendizaje específico de radioprotección.

2. ¿Cómo fue el aprendizaje sobre el comportamiento de un radionucleido (decaimiento, período de semidesintegración)?

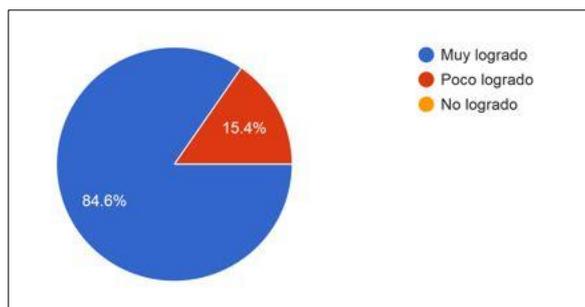


FIGURA 2. Se muestra el porcentaje de respuestas referidas al logro en el aprendizaje sobre el comportamiento físico de un radionucleido.

3. Respecto a las actividades realizadas se sintió...

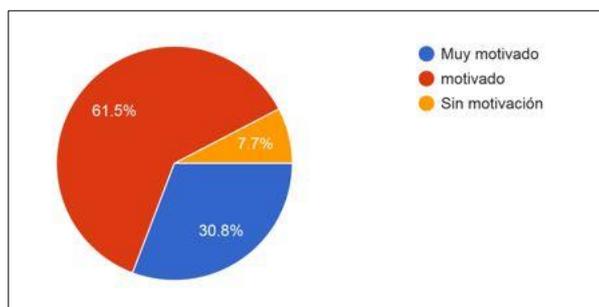


FIGURA 3. Se muestra el porcentaje de respuestas referidas al nivel de motivación para realizar trabajos experimentales a distancia.

4. ¿Cómo le resultó el uso de instrumentos a distancia para la comprensión de los aspectos desarrollados en la teoría?

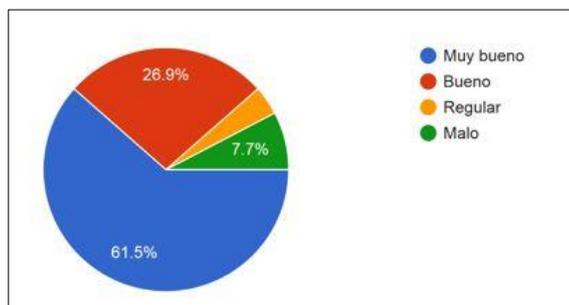


FIGURA 4. Se muestra el porcentaje de respuestas referidas al logro en la comprensión de la teoría aplicada a la práctica.

En función de las respuestas tres y cuatros se comenzó a trabajar para generar un ambiente dinámico, motivador, con material educativo que pudiera complementar el desarrollo teórico y propiciar las condiciones para abordar la experimentación.

III. METODOLOGÍA

El aula virtual dedicada a las prácticas de laboratorio dispone de diferentes sectores como se describen a continuación:

1. Presentación general con pautas para la navegación en el aula, programa general de laboratorio, metodología de trabajo y comunicación entre docentes y participantes.
2. Clases teóricas donde se dispone de diferente tecnología educativa para abordar los fundamentos generales, en formato de video, mapas conceptuales, bibliografía y autoevaluaciones.

3. Los laboratorios propiamente dichos donde están dispuestos los simuladores que permiten adquirir dominio en el uso del instrumento, previo a la práctica con los reales teleoperados. Los simuladores permiten hacer pruebas sin que peligre el instrumento, que sea dañado o afectado por una mala utilización. Seguidamente se encuentra el acceso al laboratorio remoto.

A continuación se muestran imágenes de las dos primeras secciones del aula

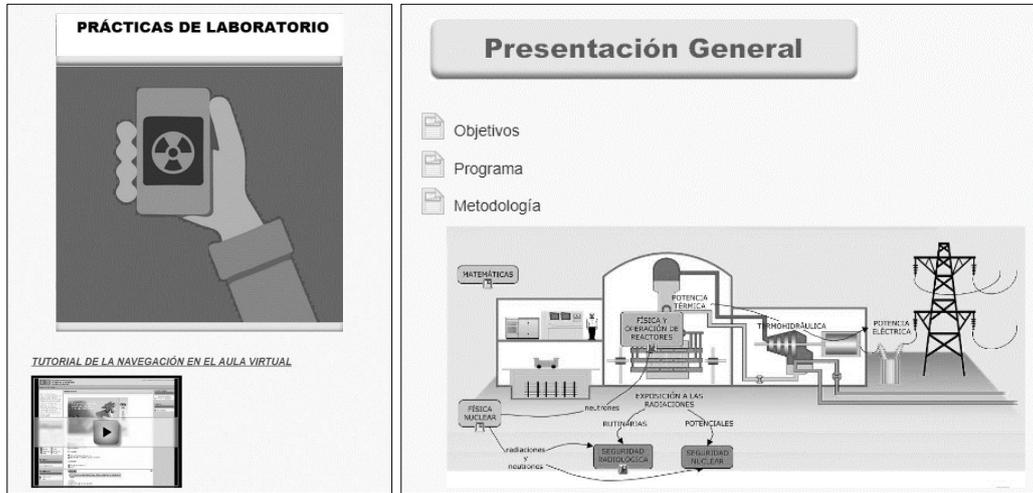


FIGURA 5. Se muestran las dos primeras secciones del aula virtual con el video tutorial y un mapa conceptual general.

En el sector de clases teóricas se presentan guías de ejercicios, applets que permiten predecir resultados, horarios de clases magistrales por video conferencias las que además quedan grabadas y disponibles en el aula. Las autoevaluaciones permiten orientar al estudiante en cuanto a su estado de adquisición de conocimientos y plantear dudas con el cuerpo docente a cargo.

La enseñanza teórica se complementa con simulaciones digitales que permiten reforzar los conocimientos teóricos y experimentales (Deng, 2018).

El material está siempre disponible en el aula para que se pueda trabajar en forma no lineal, es decir que puedan hacer prácticas con los simuladores como parte de un proceso de investigación y verificación de resultados.

En el espacio destinado a cada uno de los laboratorios experimentales se encuentra un paquete SCORM desarrollado en Articulate Storyline 360. Con esta herramienta se puede acceder visualmente (de manera atractiva, con audios, videos y demás recursos) a la navegación por los conocimientos teórico-prácticos necesarios para abordar la parte experimental. Seguidamente se presentan imágenes alusivas:

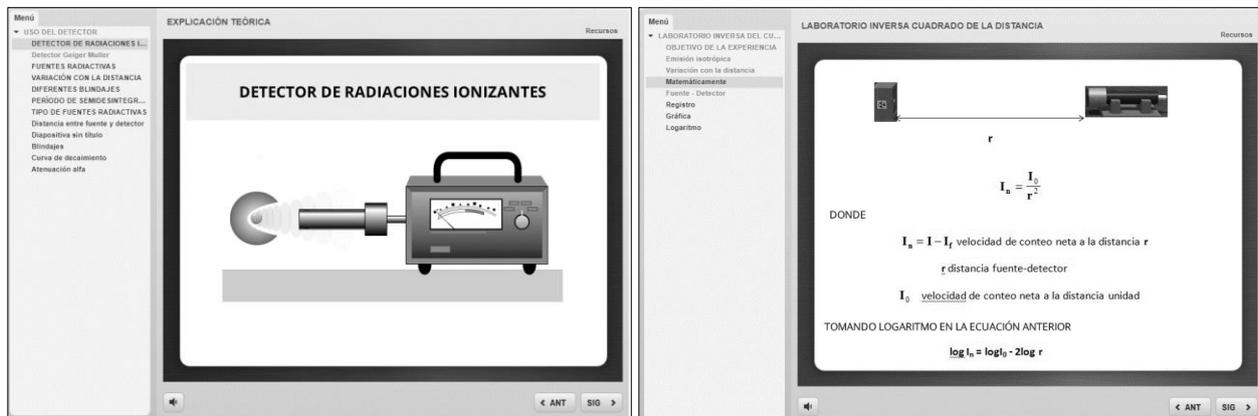


FIGURA 7. Estas imágenes corresponden a un paquete SCORM con explicaciones teóricas y prácticas del laboratorio.

También se dispone en ese mismo espacio, de una preevaluación de conocimientos específicos sobre lo que van a realizar en la práctica. La finalidad es realizar un diagnóstico, evidenciar dificultades conceptuales, de interpretación de resultados esperables o de cálculos matemáticos. Se trata de una encuesta breve, con preguntas a desarrollar basadas en el contenido de las guías de laboratorio que deben leer para organizar la práctica experimental.

En la siguiente imagen se muestra un modelo de preevaluación:

Conocimientos previos Laboratorio Plateau del Geiger

Responda el siguiente cuestionario luego de haber leído la guía de laboratorio

¿Cuántas fuentes radiactivas tiene el simulador?
Texto de respuesta corta

¿Cuál es el gas del detector?
Texto de respuesta corta

¿A qué se denomina tensión de trabajo?
Texto de respuesta corta

¿A qué se denomina tensión umbral?
Texto de respuesta corta

¿Cómo se elige la tensión de trabajo en la curva del detector?
Texto de respuesta corta

FIGURA 8. El siguiente formulario corresponde a una preevaluación de uno de los laboratorios.

Finalmente, habiendo aprobado la preevaluación, se habilita el acceso al instrumento simulado para que comience a realizar las prácticas experimentales familiarizándose con el uso y precauciones propias del instrumento. Esta instancia se trabaja de manera sincrónica en comunicación con quien esté a cargo de la capacitación, de manera que se pueden hacer consultas o comentarios. En la siguiente imagen se aprecia el detector teleoperado a través de un selector de fuentes radiactivas y un posicionador de dicha fuente radiactiva seleccionada con respecto al detector. Inmediatamente, la gráfica se comienza a construir al momento de comenzar la medición. Los datos obtenidos en el simulador siguen una ley estadística de acuerdo a valores obtenidos en la realidad.



FIGURA 9. Imagen capturada al momento de operar en forma remota el detector.

Superada esa etapa podrán ingresar al laboratorio real en forma remota, continuando con la comunicación sincrónica con tutores y docentes quienes organizaron una grilla de horarios para trabajar en grupos de cuatro alumnos durante un tiempo estipulado dependiendo del práctico a realizar. Con los resultados obtenidos deberán confeccionar el informe de laboratorio siguiendo las especificaciones de la guía.

IV. RESULTADOS

En esta instancia del trabajo se evaluó el diseño del aula virtual confeccionada en cuanto a navegabilidad, distribución de contenidos, utilidad de los recursos, utilidad de las prácticas de laboratorio.

En una segunda etapa se prevé indagar sobre los conocimientos adquiridos, con una evaluación posterior y comparación con la preevaluación, y observar si las prácticas de laboratorio sirven como estrategia didáctica potenciando la construcción del conocimiento desde el marco teórico constructivista.

La finalidad de diseñar un aula virtual fue la de evidenciar la motivación para romper las barreras de simples espectadores, proponiendo diversos recursos educativos que se acercaran a variados gustos e intereses, fortaleciendo la comunicación con el grupo de tutores-docentes. Por otra parte estimular el aprendizaje de forma creativa con espacios que propiciaran la participación y comunicación entre pares fundamentalmente.

Para la evaluación del espacio construido con la finalidad de realizar prácticas de laboratorios remotos y simulados, se hizo una presentación de pares tutores-docentes, ayudantes de alumnos, becarios e integrantes de otras cátedras que realizan prácticas experimentales habitualmente. Como prueba piloto se les dio acceso al aula virtual para que navegaran y realizaran pruebas con el simulador, interaccionaran con el mapa conceptual, respondieran las autoevaluaciones. El instrumental remoto se presentó como parte de la tesis de grado de quien lo diseñó, desarrolló y programó. En esa instancia se explicó el funcionamiento y se hizo una demostración en forma sincrónica con el público presente.

Esta sería una etapa de prueba general del aula virtual y sus recursos tecnológicos. En una próxima fase se realizará la evaluación con los destinatarios finales de la propuesta. Los resultados fueron los siguientes:

- Aceptación de la distribución de contenidos como muy conveniente.
- Los paquetes SCORM fueron evaluados como muy útiles y apropiados para la comprensión de temas teóricos.
- El simulador tuvo una aceptación del 90%. El resto prefiere el instrumento real como práctica final de experimentación.
- El instrumento remoto fue reconocido como opción para cursos a distancia como única opción. En cuanto a preferencias se mantiene un 30% sobre el uso del instrumento real comparando con encuestas anteriores a este trabajo.
- La preevaluación fue considerada con un 100% de aceptación como forma de asegurar conocimientos mínimos necesarios para encarar una práctica experimental.

IX. CONCLUSIONES

Las aulas virtuales se presentan como una opción válida, aceptada en un alto porcentaje, con múltiples recursos para incrementar el rendimiento académico a través de la práctica experimental.

Los paquetes SCORM ofrecen opciones interactivas, visuales y didácticas para acercar el conocimiento de una manera atractiva que promueve la permanencia y navegación en ese espacio. Poder usar ese espacio para instalar un simulador y un instrumento remoto ha significado un paso importante para avanzar en la educación reduciendo brechas de distanciamiento, proyectando saberes necesarios en ciencias exactas, evitando el alejamiento de la práctica experimental como complemento de la teoría.

Sin embargo, hay aspectos que se deberán desarrollar en futuras versiones como es el diseño de una evaluación posterior a la práctica para compararla con la preevaluación, y una encuesta para detectar condiciones de funcionamiento de los instrumentos y falencias en el aula.

Otro aspecto a considerar es el porcentaje de usuarios que prefieren la presencialidad sobre la virtualidad en lo referido a prácticas experimentales, de manera que se podría considerar la posibilidad de opciones semipresenciales, con posibilidad de optar por una modalidad u otra. En ambos casos resaltando el valor educativo de la práctica experimental enmarcada en una teoría pedagógica aprovechando los recursos tecnológicos disponibles en las aulas virtuales, para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de la física nuclear como eje de las ciencias exactas y naturales en esa temática. La construcción de conocimiento a partir de un aprendizaje creativo en espacios que propicien la participación y reflexión, es la meta a alcanzar desde el grupo de tutores-docentes mediadores del proceso educativo en el área nuclear.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo mediante el subsidio correspondiente al proyecto de investigación PIP-33620180100005CB.

REFERENCIAS

Alonso, C. (2004). *Prácticas de laboratorio de Física general en internet*. Obtenido de Prácticas de laboratorio de Física general en internet. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 3(2), 202-210 Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_2_6.pdf

Avello Martínez, R. y J.M. Duart. (2016). Nuevas Tendencias de Aprendizaje Colaborativo en E-Learning. Claves para su implementación efectiva, *Estud. Pedagóg*, 42(1), 271-282. doi: 10.4067/S0718-07052016000100017

Bustos, A. y C. Salvador. (2010). Los Entornos Virtuales Como Espacios de Enseñanza y Aprendizaje. Una Perspectiva Psicoeducativa para su Caracterización y Análisis, *Rev. Mexicana de Investigación Educativa*, 15(44), 163-184.

Deng, X., Zhou, G., Xiao, B., Zhao, Z., He, Y. y Chen, Ch. (2018). *Effectiveness Evaluation of Digital Virtual Simulation Application in Teaching of Gross Anatomy*. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger: official organ of the Anatomische Gesellschaft*, 218, 276–282. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2018.02.014>

Sánchez, J., Dormido, S. y Morilla, F. (2000). Laboratorios virtuales y remotos para la práctica a distancia de la Automática. Centro Virtual Cervantes. Departamento de Informática y Automática, UNED. Recuperado de http://cvc.cervantes.es/ensenanza/formacion_virtual/campus_virtual/sanchez.htm

Vidal, L. M., Llanusa, R. S., Diego, O. F. y Vialart, V. N. (2008). Entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje, *Educación Médica Superior*, 22(1), 1-9.