

USO DEL LABORATORIO VIRTUAL REMOTO DE WPA@E-LAB UNAD COMO RECURSO EDUCATIVO PARA LA EXPERIMENTACIÓN EN EL COMPONENTE PRÁCTICO VIRTUAL DEL CURSO DE FÍSICA GENERAL

USE OF THE REMOTE VIRTUAL LABORATORY OF WPA @ E-LAB UNAD AS AN EDUCATIONAL RESOURCE FOR EXPERIMENTATION IN THE VIRTUAL PRACTICAL COMPONENT OF THE GENERAL PHYSICS COURSE

Yudi Ester Ramírez Calderón

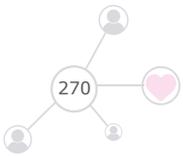
Docente, Escuela de Ciencias básicas, tecnología ECBTI – Universidad Nacional Abierta y a Distancia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9021-3306>

yudi.ramirez@unad.edu.co

RESUMEN

El trabajo experimental en la enseñanza de la Física es una actividad que tiene un impacto en los resultados de aprendizaje de los estudiantes al promover la adquisición de conocimientos en espacios prácticos, donde se establece una relación dialéctica entre la teoría y la práctica. La formación en experimentación se realiza tradicionalmente en laboratorios presenciales, pero debido a la pandemia por el covid-19 que imposibilita el encuentro físico, se abre la posibilidad de reorganizar la educación en función de los diversos intereses o necesidades y de seleccionar recursos que favorezcan la mediación pedagógica adecuada al nuevo contexto, para dar continuidad al proceso educativo que favorezca el aprendizaje experimental. Es por esta razón que el uso de laboratorios remotos en el componente práctico del curso de física general surge como una alternativa a la enseñanza de la experimentación presencial y se convierte en un recurso educativo para fortalecerlo. En este sentido, este trabajo muestra la implementación del laboratorio virtual remoto de World Pendulum, que es un proyecto global en el cual participa la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, el cual permite realizar aprendizaje experimental,



salvaguardando los estándares de calidad, pertinencia e inclusividad. Entre los principales resultados se resalta que los participantes muestran una gran aceptación del laboratorio remoto como recurso de aprendizaje del componente experimental y rescatan el valor de este recurso para el logro de aprendizajes en tiempos de pandemia, en donde se hace imperativo mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la experimentación por medios virtuales.

Palabras clave: Educación, Experimentación, Enseñanza de la física, Aprendizaje Laboratorios virtuales remotos.

ABSTRACT

Experimental work in the teaching of Physics is an activity that has an impact on the learning results of students by promoting the acquisition of knowledge of practical spaces, where a dialectical relationship is established between theory and practice. Training in experimentation is traditionally carried out in face-to-face laboratories, but due to the COVID-19 pandemic that makes physical encounters impossible, the possibility of reorganizing education based on different interests or needs and of selecting resources that favor PEDAGÓGICAL mediation appropriate to the new context, to give continuity to the educational process that favors experiential learning. It is for this reason that the use of remote laboratories in the practical component of the general physics course emerges as an alternative to the teaching of face-to-face experimentation and becomes an educational resource to strengthen it. In this sense, this work shows the implementation of the remote virtual laboratory of World Pendulum, which is a global project in which the UNAD participates, which allows for experimental learning, safeguarding the standards of quality, relevance and inclusiveness. Among the main results, it is highlighted that the participants show a great acceptance of the remote laboratory as a learning resource of the experimental component and rescue the value of this resource for the achievement of learning in times of pandemic, where it is imperative to mediate the teaching process and learning of experimentation by virtual means.

Keywords: Education, Experimentation, Physics Teaching, Learning, Remote Virtual Laboratories.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA PEDAGÓGICA INNOVADORA

¿Qué es el proyecto World Pendulum Alliance?

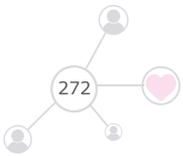
El proyecto World Pendulum Alliance es una iniciativa liderada por el Instituto Superior Técnico (IST) de la Universidad de Lisboa y financiado por la Unión Europea en el marco del Programa Erasmus+ Capacity Building. Es un proyecto multipropósito de laboratorio remoto, centrado en el objetivo de: diseñar, diseminar y evaluar la puesta en operación del montaje de una red experimental físico-mecánica pendular gravitacional que funcione dentro de la red del International Pendulum Project, o World Pendulum Alliance.

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, hace parte de esta alianza de la que hacen parte nueve universidades latinoamericanas, cuatro instituciones educativas europeas que busca incentivar la experimentación científica, de manera remota, gracias a las facilidades que ofrece la virtualidad. Para lograr este objetivo, por medio de la Alianza se han instalado péndulos en instituciones de educación media, técnica y superior en Europa, África y América Latina, con el objetivo de crear una alianza internacional en la implementación de prácticas experimentales de alto nivel de acceso remoto a través de experimentos reales con alta exactitud y precisión.

Importancia de la Experimentación

La experimentación es el corazón del aprendizaje en ingeniería y los resultados de aprendizaje obtenidos en la experimentación tienen un fuerte impacto en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. El trabajo experimental en la enseñanza de la física es una actividad que promueve en el estudiante, la capacidad de medir, modelar, controlar variables y profundizar en el conocimiento de un fenómeno que contribuyen al desarrollo de las competencias requeridas en un profesional, integrando lo conceptual y lo fenomenológico. El trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias y en la física en particular debe desempeñar un rol protagónico en la enseñanza y aprendizaje, al respecto Amaya (2009) señala que, independientemente del tipo de laboratorios que se utilice, el trabajo en el mismo ha de ser visto como un espacio que posibilita la contextualización del aprendizaje y por consiguiente la construcción consciente del conocimiento.

Las tendencias educativas actuales apuntan precisamente a estrategias de aprendizaje basadas en resolución de problemas, mayor accesibilidad a recursos de laboratorio y facilidades de trabajo sin necesidad de desplazarse (Gilibert, Picazo, Auer, Pester, & Ortega, 2006, p. 3). En este marco, la tecnología ha facilitado la aparición de nuevas alternativas para ofrecer un entorno de laboratorio, y una de ellas es



el laboratorio remoto. Éste aparece como una alternativa logística para dar flexibilidad de horario y lugar a los usuarios. Los resultados positivos de efectividad en el aprendizaje, sobre todo a nivel de apropiación de conceptos logrados con estas modalidades de enseñanza han permitido posicionar rápidamente los laboratorios remotos como un complemento en la formación en la experimentación.

Laboratorios remotos

Los laboratorios remotos consisten en un montaje experimental real en un espacio físico definido que utiliza un sistema de software y hardware cercano o local para la toma de datos y vídeo y que usualmente envía la información a un equipo que actúa como servidor y al cual se conectan los estudiantes o usuarios. Los laboratorios remotos como acceso a laboratorios reales empezaron a ganar importancia en el contexto de la educación a distancia desde el año 2003, como ha sido citado por Ma & Nickerson (2006) y Cooper & Ferreira (2009). A través de estos se permite el acceso a la experimentación, principalmente a estudiantes con inconvenientes para asistir a aulas presenciales (Colwell, Scanlon & Cooper, 2002) y brinda libertad e independencia de tiempo y espacio para acceder a los dispositivos, que es una de las características mejor valoradas (Cagiltay, E. Aydin, C. C. Aydin, & Kara, 2010, p.3). Este tipo de laboratorios permite el acceso a experimentos de última tecnología, evitando riesgos de daños del equipamiento (Cooper & Ferreira, 2009), y así mismos accidentes (Marques, Viegas, Costa-Lobo, Fidalgo & Alves, 2014). La principal ventaja consiste en que el estudiante pueda acceder desde cualquier punto geográfico con acceso a internet, y en comparación a los laboratorios virtuales, se destaca la posibilidad de obtener datos reales.

Metodología

Implementación del proyecto en el componente práctico del curso de física general. El estudiante cuenta con la página del <https://www.re-exunad.com/fisica-general> en donde encuentran toda la información que le ayuda a realizar con éxito la práctica de laboratorio y alcanzar los objetivos propuestos. El papel del tutor es de mediador pedagógico, ya que existe la intención de modificar las estructuras cognitivas de sus estudiantes, para lo cual debe ser preciso en aplicar las estrategias y nivel de complejidad adecuados.

Se accede a un montaje físico real a través de plataforma de inter-

net e-lab. El montaje consiste en una red de péndulos, ubicados en diferentes lugares geográficos de la tierra. Cada péndulo, consiste en un sistema masa cuerda sostenido en una estructura metálica para dar estabilidad. Además, contiene un sistema electrónico para poder medir: el periodo de oscilación; velocidad de la masa oscilante en el punto más bajo; y además permite la visualización del sistema remotamente. Si el experimento está funcionando adecuadamente, se verá en el vídeo del montaje (parte superior derecha) que el lanzador ubicará la masa en su posición inicial. Luego de un corto tiempo (no mayor a 5 minutos) el péndulo iniciará a oscilar e instantáneamente se empezará a mostrar los datos tomados: Periodo de oscilación del péndulo

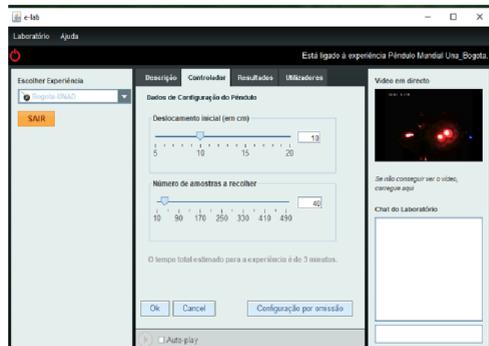
0. Incertidumbre de medición del periodo de oscilación del péndulo
 - a. Velocidad en el punto más bajo de la masa oscilante)
 - b. Incertidumbre de medición de la velocidad
 - c. Temperatura

La interfaz que se utiliza actualmente en las pruebas preliminares de la red. se puede ver en la siguiente figura,

a) Laboratory e-Lab



b) Interface WPA@e-Lab



Elaboración propia (2021). a), péndulos primarios activos, b) Interfaz WPA@e-Lab

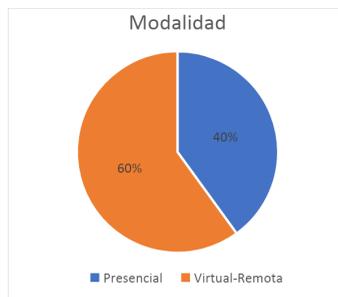
A partir del estudio del péndulo simple los estudiantes comprenden fenómenos físicos y mecánicos presentes en este sistema. El experimento con el péndulo permite tener diversos aprendizajes, entre estos, el valor local de la gravedad que se incluye en cálculos en diversas áreas de la ingeniería y de la física. Además, los estudiantes podrán acceder a experimentos en péndulos de otras ubicaciones y comparar el valor de la gravedad entre diferentes sitios. Al medir y analizar el valor local de la constante gravitacional de la tierra, y sus variaciones

con la latitud y la altitud, permite, por ejemplo, determinar en qué parte del planeta los objetos son más livianos, información que se hace indispensable para sectores como el espacial, entre otros.

La principal ventaja que presenta este laboratorio remoto es el acceso en tiempo real a los datos del experimento, teniendo en cuenta las condiciones físicas reales como temperatura, altitud, entre otros; según la ubicación geográfica. De igual forma, contando con una conexión a internet, se brinda la oportunidad de accesibilidad en diferentes partes del mundo incluso en países con recursos limitados y con dificultades para el acceso a laboratorios físicos para la educación en la ciencia y la ingeniería; también facilita a estudiantes y docentes la autonomía de aprendizaje, debido a que la data se encuentra disponible en tiempo real.

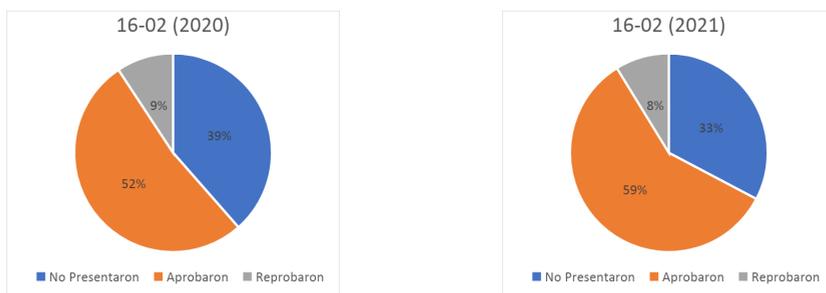
Resultados

La población objetivo son los estudiantes del curso de física general del período 16-02. Se diseñaron y plantearon las siguientes encuestas de medición: ¿Para la realización del componente práctico, le gustaría que su modalidad sea: presencial o virtual-remota? En lo que se refiere a su modalidad, el 40% de los alumnos prefiere la modalidad presencial, y el 60% por la modalidad virtual-remota, como se muestra en el siguiente gráfico:



Fuente propia (2021). Resultados preferencia de modalidad de desarrollo del componente práctico

Es importante resaltar que la implementación del laboratorio remoto en el componente práctico del curso de física general mejora las estadísticas del curso en cuanto a la participación y desarrollo por parte de los estudiantes, como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: elaboración propia. Comparación de indicadores del curso en el período 16-02 de 2020 y 16-02 de 2021

Una vez finalizada la práctica se realiza una encuesta a los estudiantes con el fin de determinar aspectos claves como: el grado de satisfacción, la facilidad de acceso, los conocimientos adquiridos y la importancia del conocimiento puesto en práctica. Al analizar los resultados se concluye que el laboratorio remoto es una herramienta favorable para la enseñanza y el desarrollo de prácticas de laboratorio, los estudiantes tienen gran afinidad por la facilidad de uso y manifiestan que es muy importante poder acceder a los recursos de un laboratorio experimental a cualquier hora utilizando Internet. Los resultados de la encuesta se muestran a continuación:

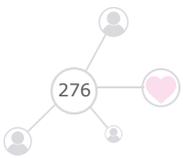
¿Qué le ha aportado la experiencia de trabajar con un laboratorio remoto?

La mayoría de los estudiantes no habían tenido la oportunidad de realizar una experimentación remota y manifestaron haber tenido una experiencia interesante y que les ha permitido ampliar su visión sobre las posibilidades de Internet. Además de generar una motivación para querer probar y experimentar con esta nueva manera de desarrollar un laboratorio experimental, En general, los estudiantes mostraron una actitud positiva y han manifestado que el sistema es sencillo y amigable. Esto demuestra que un entorno de experimentación remota es factible y que los estudiantes se adaptan rápidamente a un escenario educativo que implique su utilización.

¿Cuáles son las limitaciones de un laboratorio remoto?

La principal limitación que le ven los estudiantes es con respecto a su acceso, dependiendo de la configuración, se puede presentar la desventaja de que los estudiantes no puedan interactuar simultáneamente, requiriendo la reserva de espacios o la limitación de tiempo por usuario.

La segunda mayor limitación ha sido la falta de asistencia en línea,



que algunos estudiantes consideran imprescindible para el éxito de un laboratorio remoto. En el mismo contexto, otros estudiantes prefieren que las prácticas tengan una guía más detallada explicando los pasos a seguir para la descarga de las aplicaciones.

En conclusión, este escenario es factible y permite mantener todas las ventajas intrínsecas de los laboratorios reales, y a la vez permite adquirir otras ventajas propias a los laboratorios remotos como una mejor gestión del tiempo y de la logística del laboratorio.

Desde el punto de vista del tutor, la experiencia demuestra que un escenario de experimentación remota es factible y que los alumnos se adaptan rápidamente a un escenario educativo que implique la utilización de un laboratorio remoto.

El uso de laboratorio remoto no sólo tiene interés desde el punto de vista de adquisición de las competencias propias de las asignaturas, sino que además capacitan a los alumnos en competencias transversales como son el uso de las TIC o la colaboración entre los alumnos de manera virtual.

En los laboratorios remotos se extienden los horarios que los equipos están disponibles, realizando un mejor aprovechamiento de estos, permitiendo que los experimentos puedan realizarse sin tener que asistir físicamente lo que es favorable para los estudiantes con discapacidades.

BIBLIOGRAFÍA

Chen, X., Song, G., & Zhang, Y. (2010). Virtual and Remote Laboratory Development: A Review. Proceedings of the 12th International Conference on Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments - Earth and Space 2010, (pp 3843-3852). Honolulu, HI; United States. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/41096%28366%29368>

Colwell, C., Scanlon, E. & Cooper, M. (2002). Using remote laboratories to extend access to science and engineering. Computers and Education, 38(1-3), 65-76. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036013150100077X>

Cooper, M. & Ferreira, J. (2009). *Remote Laboratories Extending Access to Science and Engineering Curricular*. IEEE Transactions on learning technologies, 2(4), 342-353. <https://ieeexplore.ieee.org/document/5291687>

De Jong, T., Linn, M. & Zacharia, Z. (2013). Physical and virtual laboratories in Science and Engineering Education. Science, 340(6130), 305-308. <https://science.sciencemag.org/content/340/6130/305>

De La Torre, L., Heradio, R., Jara, C. A., Sánchez, J., Dormido, S., To-

rres, F. & Candelas, F. A. (2013). Providing Collaborative Support to Virtual and Remote Laboratories. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 6(4), 312-323. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6523034>

Escobar, M., Fernandes, H., Allard, O., & Erazo, Y. (s.f.). Pendulum as an Educational Remote Experiment. 2019 5th Experiment@ International Conference (exp.at'19), (pp. 388-393). Madeira, Portugal. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8876473>

Hardison, J., DeLong, K., Bailey, P., & Judson Harward, V. (2008). Deploying Interactive Remote Labs Using the iLab Shared Architecture. *Proceedings - Frontiers in Education Conference*, (pp. S2A1-S2A2). NY. <https://ieeexplore.ieee.org/document/4720536>

Heradio, R., de la Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F., Herrera-Viedma, E. & Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers & Education*, 98, 14-38. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131516300677>

Márquez, L., Abdo, Y. Angulo, F. (2015). Prototipo de control de acceso a aulas y registro automático de asistencia. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(26), http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_40/recursos/05_v25_30/revista_26/01052016/06.pdf