



Laboratorios Remotos: Recursos educativos para fomentar el trabajo experimental en Educación a Distancia

Autora: Carlos Alberto Arguedas Matarrita

Mención honorífica



Laboratorios Remotos: Recursos educativos para fomentar el trabajo experimental en Educación a Distancia

Resumen

El avance tecnológico ha permitido que se puedan realizar experiencias reales de laboratorio a distancia por medio de los Laboratorios Remotos (LR). Estos dispositivos permiten la ejecución de actividades experimentales reales remotamente en cualquier momento, lo que los facultan como recursos educativos acordes a las características de la educación a distancia. El objetivo de este trabajo es describir el Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED y mostrar las estadísticas de uso de estos entre 2018 y 2022 en diferentes cátedras de la universidad e instituciones nacionales e internacionales, por medio de una metodología de recolección de datos del sistema utilizado para gestionar los LR, así como registros de las producciones asociadas al laboratorio. Una de las principales conclusiones es que estos recursos permiten fortalecer el aprendizaje en las carreras de corte científico-tecnológico que se brindan en la UNED.

Palabras clave: Trabajo experimental, Laboratorio Remoto, Enseñanza de las Ciencias

Introducción

En la enseñanza de las asignaturas científico-tecnológicas los laboratorios representan un recurso didáctico relevante debido a que permiten comprobar y poner en práctica los diferentes contenidos abordados, por medio de actividades de medición, recopilación de datos, análisis y diseño, así como para la obtener experiencia práctica en el uso equipos, dispositivos físicos y para la evaluación empírica. Los laboratorios presenciales son la forma tradicional de hacer experimentación, comprender la teoría y relacionarla con el mundo real.

En los últimos años la tecnología ha favorecido el desarrollo de recursos tecnológicos que permiten el trabajo experimental prescindiendo de la presencialidad potenciando el trabajo experimental en la Educación a Distancia (EaD).

Uno de estos recursos son los Laboratorios Remotos (LR) consiste en la combinación de tecnología *Hardware* y *Software* que permite a profesores y estudiantes realizar actividades experimentales

reales en entornos digitales. En la figura 1 se muestra el funcionamiento de un LR, específicamente del VISIR (*Virtual Instruments and Systems in Reality*).

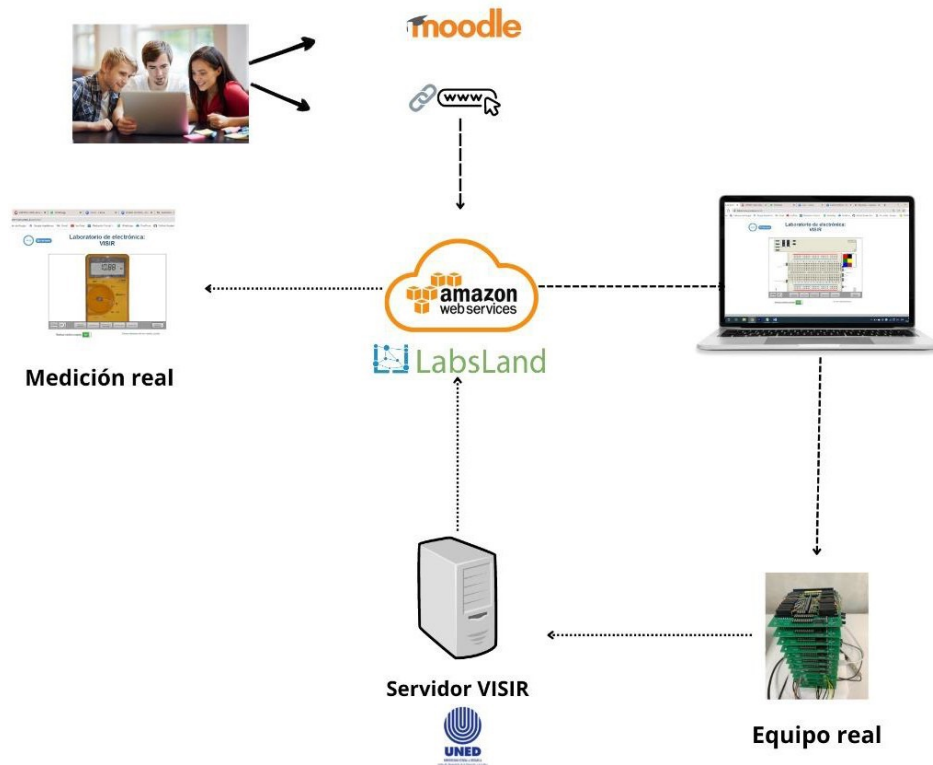


Figura 1. Arquitectura del LR VISIR.

En un LR se accede a un equipo real por medio de Internet, para que esto sea posible se deben integrar servidores locales con servicio *Cloud*, en el caso de la UNED se gestionan por medio de LabsLand (Orduña et al., 2018) quien utiliza

servidores de Amazon Web Services, los usuarios ingresan al laboratorio por medio de una plataforma LMS (Learning Management System) como Moodle o por medio de un enlace generado por el administrador del LR.

Breve estado del arte

El uso de LR con fines educativos se inicia en los Estados Unidos en los años noventa con el proyecto Collaboratories, además, en Europa se establece el proyecto DYNACORE en 1996, que permitía operar de forma remota los telescopios de las islas Canarias y en Brasil en el año 1997 se registran los primeros pasos del proyecto RExLab, este mismo año se desarrolla un LR de microelectrónica en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (Arguedas y Concari, 2016).

En el año 1999 se inició en el Blekinge Institute of Technology (BTH), de Suecia; el desarrollo del laboratorio VISIR y fue puesto en práctica en el año 2006. Está enfocado principalmente a electrónica analógica, abordando temas como ley de Ohm, transistores, filtros pasivos y activos, siendo “el laboratorio remoto más potente y utilizado en el área de la electrónica analógica, y que es un referente en el campo de los laboratorios remotos” (García-Zubía et al., 2014, p.1).

En Costa Rica la Universidad Estatal a Distancia (UNED) es la institución pionera en el uso de LR, con el establecimiento del Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED se ubicado en el Edificio li+D

(Investigación, Innovación y Desarrollo), construido por medio del Acuerdo del Mejoramiento Institucional (AMI) con el objetivo de “fortalecer la producción, la investigación y la experimentación para el desarrollo tecnológico y de la innovación” (UNED, 2012, p.47). La instalación de los primeros LR se llevó a cabo por medio de una cooperación con el grupo RExLab (Remote Experimentation Laboratory) de la Universidad Federal de Santa Catarina de Brasil; los mismos corresponden a un Panel Eléctrico para realizar experiencias de circuitos en serie y en paralelo y un Plano Inclinado para el estudio del movimiento y en 2019 se despliega el laboratorio VISIR marcando el inicio de la experimentación remota en Centroamérica (Arguedas et al, 2019). En la figura 2 se muestran algunos de los LR de la UNED.



Figura 2. Espacio físico del Laboratorio de Experimentación Remota.

Este laboratorio se inicia por medio de una cooperación internacional que permitió utilizar dos experiencias de laboratorio de la Universidad Nacional del Litoral de Argentina (Arguedas, Ureña y Conejo, 2016), además, de una tesis doctoral (Arguedas-Matarrita, 2017), desde el inicio estos recursos han tenido un uso sostenido que aumentó con las medidas tomadas a raíz de la declaración de emergencia provocada por la Pandemia generada por el virus responsable de la COVID-19.

Modelo educativo para el uso de LR

En los últimos años se construyeron distintos modelos didácticos que buscan proponer distintos principios generales para el diseño de la enseñanza mediada

por tecnología. Entre estos, el Modelo del Laboratorio Extendido (Idoyaga, 2022) propone el establecimiento de un híbrido experimental donde distintos recursos digitales actúan de manera sinérgica para potenciar el aprendizaje de conceptos, procedimientos (intelectuales y sensoriomotrices) y de actitudes. Este modelo reconoce la inclusión de LR en la educación como una alternativa estructurante de la enseñanza de las ciencias en entornos digitales. Más aún, entiende esta tecnología como una de las pocas que permite la realización de prácticas complejas que habilitan el análisis y la discusión de la incertidumbre propia de los datos empíricos.

Las ideas del modelo del Laboratorio Extendido dieron origen a un programa

de Investigación Basada en Diseño que se sostiene desde 2020 en América Latina, con participación de más de 10 unidades académicas (Arguedas-Matarrita et al., 2022). Este programa, liderado por la UNED, dio origen a nuevos Laboratorios Remotos, Instancias de formación y capacitación y Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje publicadas como Recursos Educativos Abiertos.

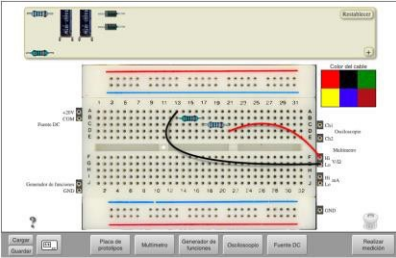
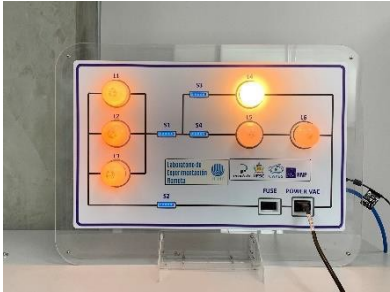
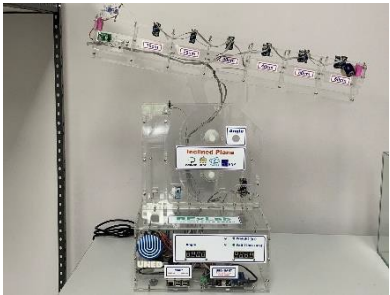
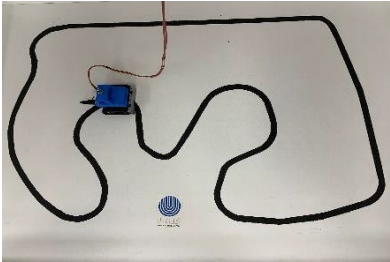
Tipos de Laboratorios Remotos

Los LR pueden agruparse en Laboratorios en Tiempo Real (LTR) y Laboratorios Diferidos (LD) también denominados ultra-concurrentes. En los LTR, los estudiantes acceden y manipulan el equipamiento en forma sincrónica; por ejemplo: el cierre o la apertura de llaves de un circuito o la manipulación de un robot. En cambio, los LD están basados en un

conjunto de experiencias grabadas llevadas a cabo en un laboratorio real. Así, la interfaz de un LD permite al estudiante tener la misma experiencia que en un LTR. Todos los datos son reales y la experiencia se puede realizar por un gran número de personas de manera simultánea (Narasimhamurthy et al. 2020).

El uso de LD se presenta como una oportunidad en la enseñanza de la química, ya que permite que un proceso irreversible, como es habitual en la experimentación en química, pueda replicarse ininidad de veces. Por otro lado, posee la ventaja de disminuir el consumo de reactivos, evitar retrasos por averías en aparatos, disminuir y los tiempos de espera por la dependencia de la cantidad de equipos (Pokoo-Aikins et al., 2019). En las Tablas 1 y 2 se muestran los LR propios de la UNED.



Tabla 1. Laboratorios Remotos en tiempo real de la UNED.

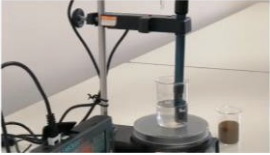


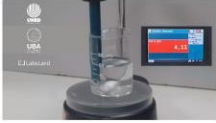


Laboratorio	Vista del Laboratorio	Características
<p><i>Virtual Instrument System In Reality (VISIR)</i></p>		<p>Rige el funcionamiento de la electrónica analógica: asociación de resistencias, Ley de Ohm, Kirchhoff, transmisión de máxima potencia, caracterización de componentes, etc.</p> <p>Aplicación: Física (circuitos, electrónica) RMLS: LabsLand Concurrencia: 240 usuarios.</p>
<p>Panel eléctrico</p>		<p>Estudia cómo funciona la corriente alterna CA (Corriente Alterna), experimentando con varias bombillas conectadas en serie y/o paralelo.</p> <p>Aplicación: Física RMLS: REXLab Concurrencia: 1 usuario</p>
<p>Plano inclinado</p>		<p>Aplicable a la segunda ley de Newton en un sistema que permite observar y analizar el comportamiento de una bola que se mueve a lo largo de un plano inclinado o en una caída libre.</p> <p>Aplicación: Física (cinemática) RMLS: REXLab Concurrencia: 1 usuario</p>
<p>Robot Arduino</p>		<p>Permite desarrollar múltiples experimentos con un robot móvil real.</p> <p>Aplicación: Robótica RMLS: LabsLand Concurrencia: 1 usuario</p>

Arduino Board		Permite programar una placa Arduino real. Aplicación: Robótica RMLS: LabsLand Concurrencia: 1 usuario
---------------	---	---

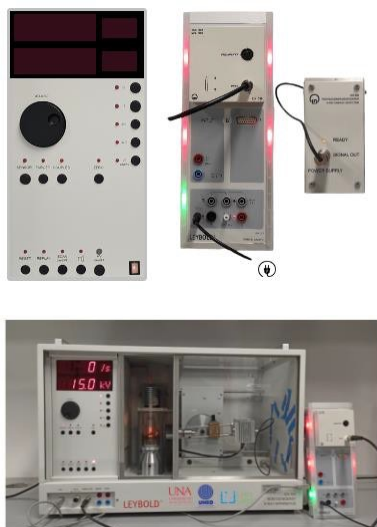
En los laboratorios en tiempo real la concurrencia es muy limitada, para solventar este problema se busca tener múltiples copias de los diferentes LR en distintas partes del mundo y de esta forma aumentar el uso simultáneo de un mismo laboratorio.

Tabla 2. Laboratorios Diferidos de la UNED.

Laboratorio	Vista del Laboratorio	Características
<i>Valoración Ácido-Base (versión 1)</i>	<p>Vista de perspectiva</p>  <p>Vista de pantalla</p> 	Permite agregar volúmenes de titulante alcalino a una muestra incógnita de un ácido, suponiendo la técnica volumétrica más utilizada en química. Aplicación: Química RMLS: LabsLand
Ley de Boyle		Permite comprobar que, para una cantidad determinada de gas, la presión es inversamente proporcional al volumen. Aplicación: Química y Física RMLS: LabsLand

<p>Acidez Inter-cambiable del suelo</p>	<p>Vista del entorno</p>  <p>Vista principal</p> 	<p>Permite agregar volúmenes de titulante alcalino a una muestra de suelo para estimar la acidez de este.</p> <p>Aplicación: Ciencias Agrarias RMLS: LabsLand</p>
<p>Valoración Ácido-Base (Versión 2)</p>	<p>Vista frontal</p>  <p>Vista cercana</p> 	<p>Permite agregar volúmenes de titulante alcalino a una muestra incógnita de un ácido, suponiendo la técnica volumétrica más utilizada en química, en este nuevo laboratorio el usuario puede determinar el volumen directamente en la bureta.</p> <p>Aplicación: Química RMLS: LabsLand</p>
<p>Caída Libre</p>	<p>Vista frontal</p>  <p>Vista de la pantalla</p> 	<p>Permite determinar el valor experimental de la gravedad junto con su error experimental para diferentes objetos en caída libre, mediante ecuaciones de cinemática.</p> <p>Aplicación: Física RMLS: LabsLand</p>

Espectroscopía



Permite generar nociones básicas sobre instrumentación radiológica, además la variación de sus parámetros se aprovecha en aplicaciones industriales y médicas.

Aplicación: Física
RMLS: LabsLand

En los laboratorios diferidos no hay problema de concurrencia, estos laboratorios pueden soportar una cantidad de usuarios que dependerá del servicio *Cloud* con el que cuenta el sistema *RMLS* que se utiliza. De esta forma se puede realizar trabajo experimental con grupos masivos al mismo tiempo, una posibilidad experimental que de otra forma no es posible.

El laboratorio de Ácido-Base (versión 2) se desarrollo en colaboración con el Centro de Apoyo a la Educación Científica de la Universidad de Buenos Aires de Argentina y el de espectroscopia con el Laboratorio de Instrumentación Radiológica de la Universidad Nacional, siendo

los primeros laboratorios desarrollados con otros grupos de trabajo.

En la educación superior, las secuencias didácticas con LR brindan la oportunidad de aumentar la autonomía de los estudiantes en el trabajo experimental, ya que no están limitados por cuestiones de acceso y disponibilidad, permitiéndoles repetir y modificar las actividades experimentales para autorregular su aprendizaje. En este sentido tienen a fortalecer la creatividad e iniciativa (Aramburu et al, 2020).

Además, estas aproximaciones encierran la potencialidad de aumentar la cantidad de actividades experimentales que, como se dijo, son consideradas

centrales en la enseñanza de las ciencias y la tecnología (Moussa, et al., 2020). En la educación secundaria adicional a estas ventajas proporcionan recursos educativos para realizar prácticas de laboratorio en las instituciones que no cuentan con recintos ni insumos de laboratorio.

El objetivo de este trabajo es describir el Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED y mostrar las estadísticas de uso de estos entre 2018 y 2022.

Marco metodológico

Esta investigación sigue una metodología mixta, en la cual convergen componentes cualitativos con cuantitativos, para recopilar la información se recurrió a tres fuentes principales: estadísticas de uso de los LR proporcionadas por Labs-Land, documentos del Laboratorio de Experimentación Remota (artículos publicados y tesis vinculados) y resultados de proyectos en los que está vinculado el Laboratorio. La información obtenida se analizó de forma descriptiva y se presentaron los resultados mediante tablas y gráficos.

Análisis y resultados

Este apartado se presentan los resultados agrupados en las secciones: Tesis rela-

cionadas con los LR, estadísticas de uso tanto en la UNED como a nivel global y se realiza un análisis de estos resultados.

Tesis asociadas al Laboratorio de Experimentación Remota

Se han dirigido tesis enfocadas en el uso educativo de los diferentes recursos desarrollados por este laboratorio, todas de la carrera Licenciatura en la Enseñanza de las Ciencias Naturales de la UNED, las cuales se detallan a continuación:

1. El uso de una práctica de acceso remoto de física para promover el aprendizaje experimental en el tema circuitos eléctricos en el nivel décimo año en el Colegio Técnico Profesional de Atenas, (2018).
2. Diseño de una propuesta didáctica experimental en la Enseñanza de la Física aplicada al tema de Electricidad para estudiantes de Undécimo año del Colegio Científico Costarricense de San Ramón. (2020)
3. Percepción de la usabilidad de Laboratorios Remotos como recurso para el aprendizaje de la Física en secundaria. (2021).

4. Diseño e implementación de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa para el abordaje experimental del tema la II Ley de Newton para estudiantes en el nivel de décimo año del Colegio Científico Costarricense de San Vito. (2021).
5. Diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza de la física en el tema circuitos eléctricos utilizando el Laboratorio Remoto VISIR en el Liceo Nicolás Aguilar Murillo en el nivel 11°. (2022).

El desarrollo de estas tesis ha permitido el planteamiento de experiencias de mediación pedagógicas en la enseñanza de la física en diferentes instituciones de enseñanza media de la educación costarricense, lo que permite demostrar la usabilidad de estos recursos en distintos contextos educativos.

Además, se han realizado dos tesis de maestría defendidas el año 2022, las cuales se detallan a continuación:

1. Desarrollo de una propuesta de Diseño Instruccional para la producción de material didáctico tecnológico de prácticas experimentales del curso Instrumentación Nuclear de la Maestría profesional en Física

Médica de la Universidad Nacional de Costa Rica durante el tercer trimestre del año 2021.

2. Laboratorios Remotos: Una alternativa complementaria de las actividades experimentales presenciales en química para disminuir el impacto ambiental generado por el laboratorio de valoración ácido-base en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.

Estas tesis han ampliado el espectro de acción de las investigaciones centradas en los laboratorios remotos, analizando aspectos sobre el uso tecnológico en una maestría de física médica y además, estudiando la disminución del impacto ambiental al usar laboratorios remotos.

Y para el año 2023 se tiene contemplada la defensa de la tesis de maestría en el Centro de Investigación en Ciencias y Tecnología Avanzada del Instituto Nacional Politécnico en México

1. Diseño y aplicación de una Secuencia Didáctica ABE mediante un Laboratorio Diferido de caída libre para la Educación Superior con modalidad a Distancia.

Estadísticas de uso

En los primeros dos años en que se empezó a utilizar laboratorios propios se registraron un total de 311 estudiantes,

si bien es un número bajo en los inicios solo se contaba con experimentos enfocados en física, en la Tabla 3 se muestran las estadísticas de uso de este periodo.

Tabla 3. Estadísticas de uso 2018-2020.

Variable	Estudiantes	Profesores	Total
Usuarios activos	311	13	324
Número de sesiones de laboratorio	1967	95	2.062

Los usos se registraron en cursos como Laboratorio de Física I, Laboratorio de Física II, Laboratorio de Física de IV y Metodología de Enseñanza de las Ciencias Naturales.

En relación con las estadísticas de uso se registró un crecimiento significativo al pasar de 311 estudiantes a 2.380 de febrero 2020 a la fecha, debido, en gran medida, a la necesidad de usar este tipo de recursos educativos en la UNED y a la diversificación de laboratorios que se han desarrollado (ver Tablas 1 y 2). Estos usuarios son los que se han registrado en el sitio de la UNED en LabsLand, ya que tanto las

universidades públicas y Colegios Científicos han utilizado estos recursos y se le han creado espacios propios.

Por otra parte, los LR han permitido realizar internacionalización académica, debido a que estos recursos educativos son gestionados por LabsLand se han utilizado en diferentes partes del mundo y una vez que ingresan a los LR pueden ver información del desarrollador en este caso el Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED. En la Tabla 4 se muestran las estadísticas de uso a nivel mundial.

Tabla 4. Estadísticas de uso a nivel global.

Sesiones de laboratorio	88.609
Usuarios	16.745
Instituciones	107
Países	25

En la figura 3 se puede observar el uso crecimiento sostenido que han tenido los laboratorios, registrando el pico más alto de estudiantes en septiembre del 2022 con un total de 2.640 usuarios, en este sentido se espera que en la pospandemia se incrementen los usos y que los LR formen parte de propuestas educativas para fortalecer el aprendizaje experimental en diferentes contextos.

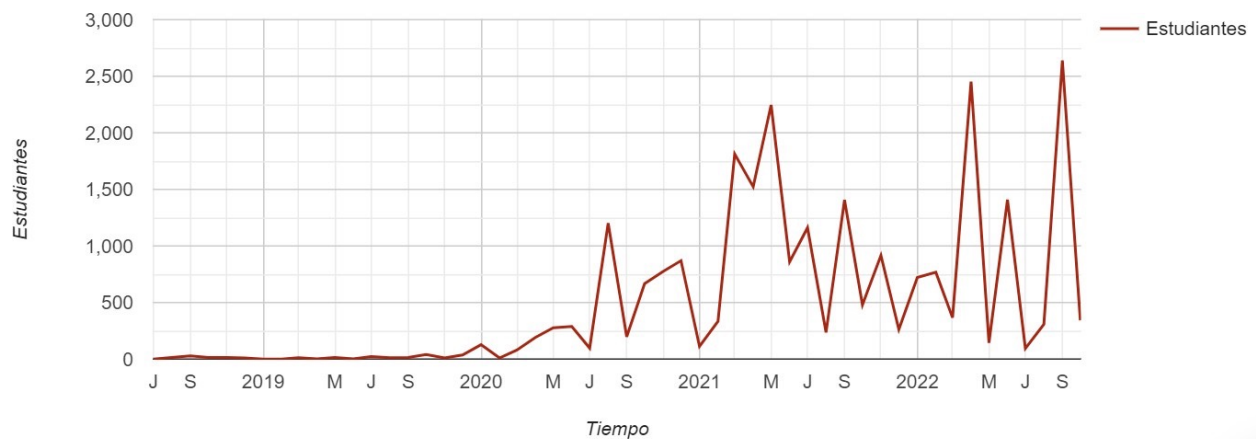


Figura 3. Comportamiento de usos de los LR.

Conclusiones

Los LR por su naturaleza permiten un acercamiento más real hacia la experiencia de laboratorio, representando un recurso con un potencial de mejora en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Además, estos recursos centran su atención en los procesos de autorregulación, siendo el mismo estudiante quién determina el ritmo de aprendizaje a partir de un recurso que puede acceder las veces que así lo requiera, desde donde se encuentre y en el momento que desee. La oportunidad de repetir la misma práctica, y en algunos casos introducir modificaciones, aumenta los grados de libertad del alumno al mismo tiempo que democratiza la actividad experimental.

El planteamiento de un modelo que permite la integración del componente experimental dentro de los procesos pedagógicos representa un paso hacia la mejora de la comprensión de conceptos y teorías, por medio del trabajo experimental. El Laboratorio Extendido se perfila como un modelo integral, que permitirá adaptar cada necesidad educativa a los contextos múltiples de la realidad de cada país, promoviendo el desarrollo de aquellas habilidades que le permitan al estudiante entender las Ciencias Naturales desde otra perspectiva.

La Enseñanza Remota de Emergencia experimentada por la Pandemia dejó de manifiesto la necesidad de contar con más recursos educativos robustos para desarrollar la actividad experimental y los LR por sus características permiten solventar problemas generados por el aislamiento social y se presentan como herramientas para fortalecer el aprendizaje de las ciencias durante y en la post pandemia

Finalmente, en los próximos años se avizora que los LR sean incorporados masivamente en el ecosistema educativo, complementando las diversas actividades experimentales propuestas en el modelo del Laboratorio Extendido. En esta línea, empresas como LabsLand, que pone a disposición estos recursos a diferentes instituciones del mundo, permite que la incorporación de estos recursos se vaya acelerando. Además, se espera que nuevas empresas tecnológicas incursionen en el desarrollo de LR. No obstante, el principal desafío radica en poder incluir a los LR en el marco de secuencias didácticas que permitan una verdadera articulación entre éstos y el resto de los recursos experimentales, superando la vieja distinción entre lo sincrónico-asincrónico y lo presencial-remoto, la cual ya ha dejado de tener sentido en la nueva realidad mundial (Scolari, 2021).

Referencias bibliográficas

- Aramburu Mayoz C., Da Silva Beraldo A., Villar-Martínez A. Rodríguez-Gil L., Moreira de Souza Seron W., Oliveira T., Orduña P. (2020). FPGA Remote Laboratory: Experience in UPNA and UNIFESP. In: Auer M., May D. (eds) Cross Reality and Data Science in Engineering. REV 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1231. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52575-0_9
- Arguedas M. Concari S. (2016). Remote laboratories used in physics teaching: a state of the art. In: 2016 13th International conference on remote engineering and virtual instrumentation (REV) IEEE. <https://doi.org/10.1109/REV.2016.7444509>
- Arguedas Matarrita, Carlos Alberto. (2017). Diseño y desarrollo de un Laboratorio Remoto para la enseñanza de la física en la UNED de Costa Rica. [Tesis de doctorado]. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1018/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arguedas, C., Ureña, F. y Conejo, M. (2016). Laboratorios remotos: Herramientas para fomentar el aprendizaje experimental de la Física en educación a distancia. Latin-American Journal of Physics Education, 10(3),9. http://www.lajpe.org/sep16/3309_Arguedas_2016.pdf.
- Arguedas-Matarrita, C., Montero-Miranda, E., Lizano-Sánchez, F., Varela, G., Maeyoshimoto, J. E., Medina, G., & Idoyaga, I. (2022). Promotion of Remote Experimentation in Three Latin American Countries. In International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (pp. 133- 142). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17091-1_14
- García-Zubía, J., Romero, S., Guenaga, M., Hernández-Jayo, U., Angulo, I., Cuadros, J., González-Sabaté, L., Orduña, P., Dziabenko, O., y Rodríguez-Gil, L. (2014). Experiencia de Uso y Evaluación de VISIR en Electrónica Analógica. Presentando en: XI congreso de Tecnologías, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica –TAEE 2014, 11-13 de junio, Bilbao, España.
- Idoyaga, I. (2022). El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales. Revista Electrónica De Divulgación De Metodologías Emer-

gentes En El Desarrollo De Las STEM, 4(1),20-49. <http://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/823>

- Moussa M., Benachenhou A., Belghit S., Adda Benattia A., Boumehdi A. (2020) An Implementation of Microservices Based Architecture for Remote Laboratories. In: Auer M., May D. (eds) Cross Reality and Data Science in Engineering. REV 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1231. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52575-0_12
- Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., García-Zubia, J., Angulo, I., Hernández, U., Azcuenaga, E. (2018) Increasing the Value of Remote Laboratory Federations Through an Open Sharing Platform: LabsLand. In: Auer, M., Zutin, D. (eds) Online Engineering & Internet of Things. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 22. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64352-6_80
- Pokoo-Aikins, G.A., N. Hunsu, N., & May, D. (2019). Development of a Remote Laboratory Diffusion Experiment Module for an Enhanced Laboratory Experience. En: IEEE Frontiers in

Education Conference (FIE), Covington, KY, USA, 2019, pp. 1-5, <https://doi:10.1109/FIE43999.2019.9028460>

- Scolari, C.A. (8 de agosto de 2021). Nuevas interfaces para un mundo pospandemia. Recuperado de <https://hipermediaciones.com/2020/08/08/las-nuevas-interfaces-pospandemia/>
- Universidad Estatal a Distancia (2012). Plan de Mejoramiento Institucional. https://principal.uned.ac.cr/images/ami/documentos/pmi_uned_agosto_2012.pdf

Anexos

Enlace para probar los Laboratorios Remotos de la UNED: <https://login.labsland.com/premio-jorge-volio>

Noticia sobre el Laboratorio: <https://www.youtube.com/watch?v=aSluAX-IOAc>

Premio GOLC: <https://www.periodicomensaje.com/educacion/8252-laboratorio-de-experimentacion-remota-de-la-uned-alcanza-premio-internacional>

Noticia en la Republica: <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-cuenta-con-innovador-laboratorio-que-permite-practicar-las-ciencias-sin-salir-de-casa>