

Difundiendo el uso de laboratorios remotos para la enseñanza de la física: Talleres con docentes y estudiantes

Spreading the use of remote laboratories for physics teaching: Workshops with teachers and students

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Marco Conejo-Villalobos¹, Carlos Arguedas-Matarrita¹, y Sonia Beatriz Concari²

¹Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Cátedra de Física, Laboratorio de Experimentación Remota, Universidad Estatal a Distancia (UNED), San Pedro de Montes de Oca, CP 474-2050, San José, Costa Rica.

²Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Av. Pellegrini 250, CP 2000, Rosario, Argentina.

E-mail: maconejev@uned.ac.cr

Resumen

La propuesta didáctica que se presenta en este trabajo, corresponde al desarrollo de talleres enfocados en el uso del Laboratorio Remoto VISIR. Los talleres se desarrollaron en tres países de Latinoamérica y los destinatarios fueron docentes de física y estudiantes de profesorado en ciencias y física.

Los participantes mostraron gran aceptación del uso del laboratorio remoto y hasta el momento ya se ha utilizado en dos instituciones de educación superior y una universidad por parte de docentes que asistieron a los referidos talleres.

Palabras clave: Enseñanza de la física, Laboratorios Remotos, Experimentación, VISIR.

Abstract

The presented didactic proposal corresponds to the development of workshops focused on the use of the VISIR Remote Laboratory. The workshops were held in three Latin American countries and the recipients were physics teachers and faculty students in science and physics.

The participants showed great acceptance of the use of the remote laboratory. Until now the remote laboratory has already been used in two institutions of higher education and a university by teachers who attended the referred workshops.

Keywords: Teaching physics, Remote Laboratories, Experimentation, VISIR.

I. FUNDAMENTOS Y MOTIVACIÓN

En el contexto de una sociedad cada vez más basada en el conocimiento e impulsada por la tecnología, la clase de física no puede estar alejada de los recursos tecnológicos empleados para enseñar y aprender. Las simulaciones y los laboratorios virtuales han constituido un aporte importante a la educación en física. Un Laboratorio Remoto (LR) es un recurso educativo tecnológico que integra software y hardware para configurar una actividad experimental real a la que se accede de manera remota y en tiempo real a través de Internet. El usuario puede utilizar el LR para realizar actividades de laboratorio del mismo tipo de experimentos que puede realizar en un Laboratorio Tradicional (LT).

El LR es por lo tanto un recurso que facilita la experimentación aún en instituciones que no disponen de laboratorio. Los LR para la enseñanza están emplazados en general en universidades públicas y su acceso es libre. Pero, disponer del recurso no asegura su uso por parte de los profesores. Es necesaria la apropiación didáctica del recurso, lo que implica un conocimiento del mismo que trascienda lo instrumental, que se familiarice con él y que habilite al profesor a emplearlo para transformar significativamente su práctica docente, no sólo en lo motivacional o en lo comunicativo; sino, además, que integre dichos aspectos en el desarrollo de estrategias didácticas promotoras de aprendizajes relevantes. Esto será posible en tanto el profesor considere al LR potencialmente útil para promover aprendizajes, para estimular el

interés por la experimentación, o para resolver algún problema detectado en su práctica de enseñanza. Como afirmaba Edith Litwin (2003), se requiere no solo dominar el campo disciplinar, sino también diseñar estrategias de enseñanza específicas e integrar el recurso a las actividades de aprendizaje planificadas.

Los profesores en actividad no han tenido oportunidad de usar LR en su formación inicial, por lo que resulta imprescindible la actualización permanente que posibilite que los docentes en ejercicio se apropien de estos recursos y se sientan confiados para utilizarlos en el aula. Es por estas razones que consideramos deben ofrecerse a los profesores de física oportunidades para conocer y emplear LR.

En este trabajo se presentan resultados del desarrollo de diversos talleres ofrecidos a docentes de física del nivel medio y superior y estudiantes de profesorado en ciencias y física para promover el empleo de los LR e incentivar el trabajo experimental en la educación en física.

II. CONTEXTO DE LA PROPUESTA

El LR utilizado en los talleres fue uno de los tres instalados en la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica, y se trabajó sobre el tema de circuitos eléctricos.

A. Laboratorio Remoto de la UNED

Mientras que en los últimos años los LR han tenido un importante crecimiento, el mismo ha ocurrido principalmente en instituciones educativas de los países desarrollados de Europa. En Latinoamérica, Argentina, Brasil, México, Costa Rica y Ecuador cuentan actualmente con LR para la enseñanza de la Física, mientras que en Colombia y en Uruguay están siendo desarrollados.

En el caso de Costa Rica, en el año 2018 se estableció el primer LR en la UNED. Este proyecto cuenta hasta el momento con tres prácticas remotas que se han conceptualizado de tal forma que pueden utilizarse tanto en cursos universitarios como de la educación secundaria y de esta forma contribuir a incentivar el trabajo experimental en la escuela media en el país.

El proyecto para establecer el Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED se inició en el año 2014 a través de la cooperación internacional entre la UNED con la Universidad Nacional de Rosario y Universidad Nacional del Litoral, ambas de Argentina (Concari y otros, 2019); este proyecto permitió que investigadores de Costa Rica conocieran y utilizaran los LR de estas universidades y que se emplearan en cursos de física de la UNED (Arguedas y otros, 2016), además de visitas recíprocas para visualizar los requerimientos necesarios para el desarrollo de estos recursos en la universidad costarricense.



FIGURA 1. Equipos de prácticas remotas de la UNED de Costa Rica.

Adicionalmente a ese proyecto, uno de los miembros del grupo de la UNED realizó estudios de doctorado en la UNL, y en su tesis doctoral realizó el diseño del LR de aquella universidad, tomando en cuenta aspectos tecnológicos, educativos, percepción de los potenciales usuarios y la opinión de expertos en LR, lo que facilitó el proceso de desarrollo de las tres experiencias remotas con las que cuenta la UNED, siendo el primer LR de la región centroamericana enfocado a la enseñanza y aprendizaje de la física. En la figura 1 se muestran las tres prácticas remotas que posee la UNED hasta el momento (de izquierda a derecha): VISIR (Virtual Instrument Systems In Reality), para realizar experimentos con circuitos eléctricos

y electrónicos, un panel eléctrico para mediciones en circuitos mixtos, y el plano inclinado para el estudio del movimiento acelerado, estos dos últimos desarrollados por el grupo RExLab de la Universidad Federal de Santa Catarina de Brasil.

B. Laboratorio Remoto VISIR

El VISIR es un LR diseñado en el *Blekinge Institute of Technology* (BTH), de Suecia. 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 y otros, 2014, p.1).

En el 2010 la Universidad de Deusto instaló el primer VISIR fuera del BTH; hay otros equipos iguales adquiridos y adaptados por otras instituciones en Austria, Portugal, España y en India (Lima y otros, 2016a) y en Georgia se cuenta con la variante VISIR-Deusto (Hernández-Jayo y García-Zubía, 2016). Los últimos equipos VISIR instalados se encuentran en Estados Unidos y Alemania.

La instalación de los primeros equipos VISIR en Latinoamérica se da como resultado del establecimiento de un Proyecto Erasmus+ 2015, convocado por un consorcio de instituciones europeas con vasta experiencia en el uso de este LR, por el cual se instalaron equipos VISIR en Brasil y Argentina, además de la capacitación para su gestión y uso por parte de los docentes e investigadores de las universidades participantes (Marchisio y otros, 2016). En el año 2018 se realiza la instalación de un VISIR en la UNED, con el apoyo y colaboración de *LabsLand* (Orduña y otros, 2018).

El VISIR consiste en una mesa de trabajo diseñada para realizar experiencias reales de circuitos eléctricos a distancia. En la figura 2, se muestran los componentes de esta mesa de trabajo.

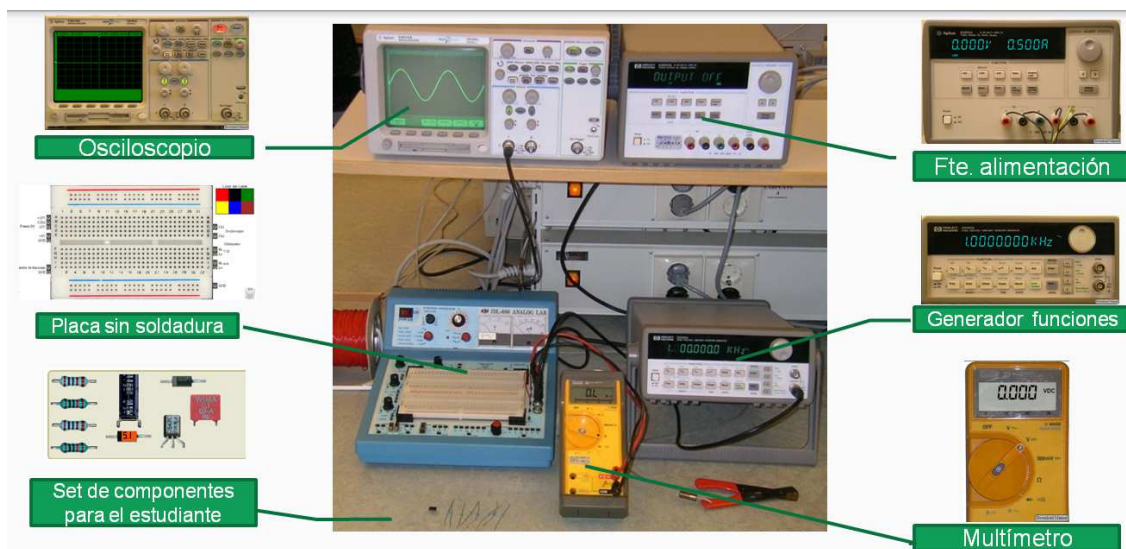


FIGURA 2. Componentes disponibles de manera virtual que conforman el LR VISIR (TAE-2, 2016).

Los diferentes dispositivos que conforman el VISIR (osciloscopio, fuente de alimentación, generador de funciones y multímetro) se controlan de forma remota; para la manipulación de las placas y el cableado en el BTH se diseñó “una matriz de conmutación con relés electromecánicos que simulan dicha placa y cables” (San Cristóbal, 2010, p.122). En esta matriz es donde se generan las conexiones físicas entre los componentes, y entre los componentes y los instrumentos. Los instrumentos y componentes que posee VISIR permiten que se puedan realizar prácticas de electricidad y de electrónica como, por ejemplo: medidas de la resistencia equivalente, Ley de Ohm, uso de filtros, entre otras.

La investigación de García-Zubía y otros (2014) mostró resultados estadísticamente significativos acerca de la eficacia del LR VISIR para el aprendizaje de circuitos eléctricos. En esta misma línea, Lima y otros (2017) encontraron que su combinado con otros elementos como las simulaciones y el cálculo mejora el rendimiento de los estudiantes y propicia el desarrollo de habilidades de orden superior como el análisis crítico.

Por su parte, Alkhaldi y otros (2016) argumentan que el uso de un LR proporciona una rica fuente de conocimiento para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes que debe tratar con problemas prácticos. Además, proporcionan un medio para explorar distintos tipos de representaciones semióticas útiles para el desarrollo de conceptos, teniendo la posibilidad de explorar y razonar con distintos tipos de lenguajes (Woodfield y otros, 2005).

III.LA PROPUESTA Y SU IMPLEMENTACIÓN

Se desarrollaron cinco talleres: tres en Costa Rica, uno en Argentina, y uno en Ecuador, los que estuvieron coordinados por miembros del equipo del Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED.

Con la realización de los talleres se buscó cumplir con los siguientes objetivos: a) Hacer conocer a los docentes y estudiantes avanzados los LR como recursos didácticos, b) Familiarizar a los docentes con el uso del LR VISIR, c) Utilizar el VISIR para realizar experiencias de laboratorio en el tema de circuitos eléctricos en corriente continua, d) Evaluar la utilidad de VISIR como recurso educativo.

El diseño de cada taller incluyó, en orden cronológico: una prueba diagnóstica, que los participantes debían responder, en ella las preguntas se enfocaron en que indicaran las diferencias entre un circuito en serie y un circuito en paralelo, escribir la ley de Ohm indicando cada una de las variables involucradas y por último la resolución de un ejercicio que involucra un circuito eléctrico resistivo. Luego el facilitador realizó una breve exposición de repaso sobre conceptos y leyes relacionadas con circuitos resistivos en serie, paralelo y combinados (Ley de Ohm, resistencia equivalente); una breve introducción al uso de la *Protoboard*, explicando la forma en que se realizan las conexiones en serie y a continuación se procedió a medir la resistencia equivalente con un multímetro en varios arreglos de resistencias propuestos.

Hecha esa primera parte de laboratorio tradicional, se procedió a introducir el uso del LRVISIR: se explicó claramente que no se trata de una simulación, sino de un experimento real que se opera a distancia, a través de Internet. Se explicó el funcionamiento de cada uno de los componentes de interés de la interface (zona de componentes, zona de montaje y zona de instrumentos). Se puso especial énfasis en el uso correcto del multímetro explicando cada una de sus funciones; con el detalle pormenorizado de las funciones más importantes para las actividades planificadas para el taller, así como la correcta conexión del multímetro en el VISIR para la medición de diferencia de potencial eléctrico y de corriente eléctrica.

Una vez desarrollados los conceptos básicos disciplinares relativos a los contenidos a abordar, y de haber realizado la introducción para el uso de los distintos recursos que ofrece el VISIR, se procedió a habilitar el ingreso de los participantes al entorno del LR, y se les dieron las siguientes consignas de trabajo:

- 1) Acceder a la página <https://labs.land/unedcr/register>.

- 2) En caso de que no estuviesen registrados previamente en la plataforma *LabsLand*, registrarse en la misma.

- 3) Una vez registrados, introducir el código dado y acceder al laboratorio asignado al grupo.

Cumplidos esos pasos, se procedió a desarrollar las siguientes actividades: ejercicios de medición de resistencia en diversos arreglos, cálculo de la resistencia equivalente del circuito y determinación experimental del valor de la resistencia equivalente utilizando un multímetro, determinación del error experimental y registro de resultados en la planilla que se les entregara a los participantes. Como actividad de cierre se propone determinar mediante cálculo la diferencia de potencial y la corriente a través de cada una de las resistencias dispuestas en diversos circuitos y medir los valores de esas magnitudes con multímetro.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de mediciones realizadas en un circuito y se presenta la resolución para determinar el error experimental de la medición efectuada con VISIR.

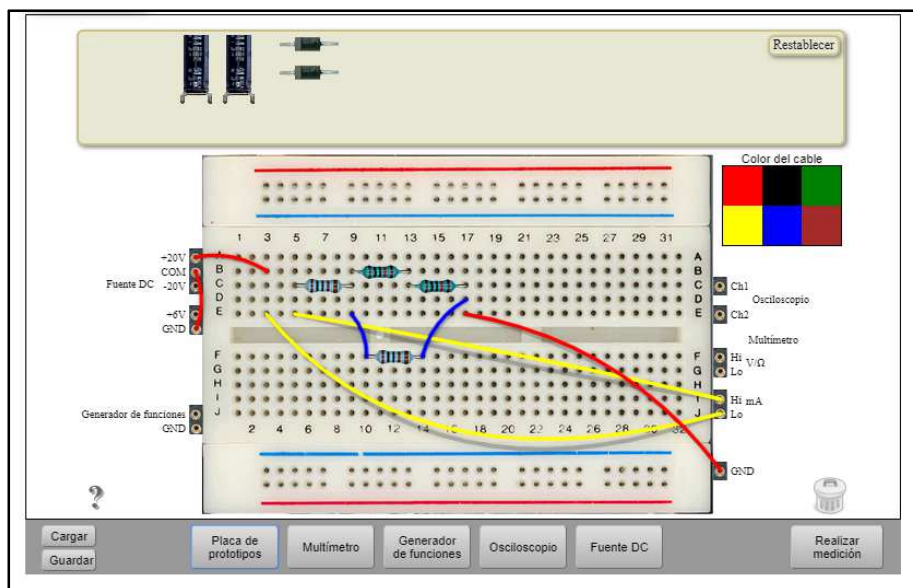


FIGURA 3. Montaje experimental con VISIR.

Se trata de un circuito combinado alimentado con una fuente de tensión continua (DC) de 10 V en el cual primeramente se determina el valor de la corriente que circula en el circuito. Con los valores de las resistencias dadas (2 resistencias de 10 k Ω en serie entre sí, 1 k Ω conectadas en paralelo y 1 k Ω en serie con ese arreglo), al realizar la medición con el multímetro se obtuvo el valor de $I_{exp}=5.194$ mA (figura 4).

Para estimar el valor de la corriente entregada por la fuente, primero se calcula la resistencia equivalente del circuito:

$$R_{eq} = 1 \text{ k}\Omega + \left(\frac{1}{20 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{1 \text{ k}\Omega} \right)^{-1} \quad (1)$$

$$R_{eq} = 1,95 \text{ k}\Omega$$

Luego mediante la Ley de Ohm $\Delta V = IR_{eq}$ se determina la corriente.

$$I_{teórico} = \frac{10 \text{ V}}{1952,38 \Omega} \Rightarrow I_{teórico} = 5.193 \text{ mA} \quad (2)$$

De un simple cálculo puede obtenerse que la diferencia porcentual entre ambos valores de la corriente es de 0,02%. Se discutió posteriormente sobre las causas posibles de esa diferencia.

A. Recolección de datos

A fin de evaluar aspectos relativos al conocimiento previo de los participantes sobre LR y su percepción sobre el LR VISIR, se utilizó como instrumento de recolección de datos una encuesta de opinión que se aplicó al finalizar cada taller. La misma estuvo conformada por 17 ítems: cuatro de datos personales del participante, diez de selección múltiple con escala de Likert (que se detallan en Tabla III) y tres preguntas de aspectos generales de respuesta abierta, relacionadas con las ventajas y desventajas del uso de VISIR. Los resultados de la encuesta fueron analizados con el Software SPSS-18.

III. RESULTADOS

La encuesta fue completada en total por 62 participantes, entre los cuales había docentes en ejercicio tanto del nivel medio como universitario, así como estudiantes de enseñanza de las ciencias de la UNED.

A. Ocupación y procedencia

Del total de encuestados, 33 (53,2%) eran docentes del nivel secundario, 18 (29,0%) eran estudiantes universitarios, y 11 (17,7%), docentes del nivel universitario.

Con relación al país de procedencia de los participantes, estos fueron mayoritariamente de Costa Rica y Argentina, dos de los países donde se realizaron uno y tres talleres respectivamente. Pese a que uno de los talleres se desarrolló en el III Seminario de la Asociación Latino Americana de Investigación en Educación en Ciencias celebrada en Ecuador, a ese taller no asistió ningún participante de ese país. En la Tabla I se indica la procedencia de los participantes.

TABLA I. País de procedencia de los participantes a los talleres.

País	Número de participantes	Porcentaje
Argentina	11	17,7
Brasil	4	6,5
Costa Rica	43	69,4
España	1	1,6
México	2	3,2
Perú	1	1,6
Total	62	100

En relación con el conocimiento que tenían los participantes sobre lo que es un LR, 35 (56,5%) no sabían de su existencia, mientras que 27 (43,5%) tenían algún conocimiento sobre estos recursos educativos. De estos últimos, solo 12 (19,3% del total) habían utilizado antes un LR.

En los últimos tres años, tanto en Argentina como en Brasil se han llevado a cabo acciones con el fin de difundir el uso del LR VISIR como recurso educativo (Alves y otros, 2016) y, pese a que en España el VISIR está instalado desde hace décadas en dos universidades, el único español participante al taller no tenía conocimiento de este LR.

En la Tabla II se muestra la distribución de los participantes que conocían o no un LR según el país de procedencia.

TABLA II. Conocimiento de los LR según el país de procedencia.

Conocía los LR	País de origen						Total
	Argentina	Brasil	Costa Rica	España	México	Perú	
No	9	1	22	1	1	1	35
Sí	2	3	21	0	1	0	27
Total	11	4	43	1	2	1	62

B. Percepción del trabajo con el VISIR

En la Tabla III se presentan los resultados de las adhesiones de los participantes a las 10 afirmaciones de la sección de opinión.

TABLA III. Valoraciones promedio dadas a las afirmaciones de selección múltiple. 1 indica Totalmente en desacuerdo y 5 Totalmente de acuerdo.

Afirmaciones	Media
1.Considero que podría utilizar un LR en mis clases	4,6
2.Los LR permiten ampliar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física	4,7
3.Al usar estos LR tengo sensación de realidad y de estar inmerso en ella. Siento que no es una simulación	4,2
4.Los LR son útiles; su diseño didáctico es cercano a mis necesidades docentes	4,3
5.Los alumnos tienen (o podrían tener) una actitud positiva al uso de LR	4,4
6.Con los LR puedo proponer actividades educativas propias de mi contexto	4,4
7.El trabajo experimental con estos recursos pueden favorecer el aprendizaje de conceptos y teorías físicas	4,6
8.Me gustaría usar LR en mis clases	4,7
9.Sería necesario disponer de criterios de idoneidad específicos que permita a los docentes diseñar LR potencialmente efectivos	4,5
10.En general estoy satisfecho con el LR utilizado en este taller	4,7

Los valores medios obtenidos evidencian una actitud positiva hacia los LR en general, así como una percepción de los LR como recursos potenciales a ser incorporarlos en secuencias didácticas para la educación en física. En particular, respecto de los objetivos planteados con la realización de los talleres, los participantes expresan que les gustaría usar el LR VISIR en sus clases y proponer actividades didácticas empleando el recurso, lo que da cuenta no solo del interés por el recurso sino cierta seguridad para trabajar con el mismo.

C. Aspectos generales del uso del LR

En una de las preguntas abiertas se les solicitó a los participantes explicar qué beneficios consideraban que este tipo de herramienta le confiere al proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, algunas de las respuestas se detallan a continuación:

- *Permite el desarrollo de contenidos teóricos de una forma práctica.*
- *Permite obtener datos reales y medir errores en el experimento.*
- *Es interactivo y el acceso sencillo.*
- *Permite a los estudiantes tener acceso a situaciones de laboratorio desde sus casas.*
- *Permite realizar laboratorios extra horario, si quedan dudas se puede volver a realizar la práctica.*
- *Debido a las limitaciones físicas de la mayoría de colegios, esta sería una buena opción para realizar laboratorios.*
- *El uso de la tecnología despierta el interés en los estudiantes. Acceso a prácticas que normalmente no tendría en el aula. Aprendizaje significativo.*
- *Aporta un beneficio cognitivo, ya que puede ser un disparador para otros conocimientos de nivel superior.*
- *Trabajo personalizado, poder realizarlos sin todo el tiempo que implica preparar un laboratorio, se puede acceder a experimentos que por falta de fondos no se pueden hacer localmente.*

Estas afirmaciones evidencian una visión optimista sobre los LR, que han surgido a partir de las vivencias y experiencias que los participantes tuvieron como usuarios con el LR VISIR en los diferentes talleres desarrollados, pues, como ya se indicó, menos del 20% de ellos no había usado antes un LR.

Respecto a las limitaciones se mencionaron:

- *Dependencia de Internet.*
- *Capacitación de los usuarios.*
- *Que se debe practicar mucho antes de poder usarlo. Se debe explorar el programa antes de usar tener un conocimiento teórico previo.*

Estas respuestas dan cuenta de que los docentes y estudiantes avanzados reconocen la necesidad de conocer el recurso y, por supuesto, también los contenidos a abordar.

Por último, se les solicitó agregar cualquier otro comentario que consideraran pertinente; algunos comentarios fueron los siguientes:

- *Es una opción educativa que se pueda emplear en la secundaria.*
- *Quedé muy satisfecho y motivado en continuar conociendo y experimentando en LR.*
- *Se debería implementar LR en Química y Biología.*

D. Usos de VISIR promovidos por los talleres

Algunos docentes participantes de los talleres desarrollados quedaron muy motivados por la experiencia desarrollada en los talleres e incorporaron actividades experimentales con el LR VISIR de la UNED en sus clases, incorporando de ese modo el LR a las instituciones educativas en las que se desempeñan como docentes.

En el nivel medio, fue empleado en el Liceo de Atenas (García y Arguedas-Matarrita, 2018) y el Colegio Científico de San Ramón (Arias y Arguedas-Matarrita, 2018), ambos colegios de la provincia de Alajuela de Costa Rica, con resultados que permiten vislumbrar un uso creciente de estos recursos en la educación secundaria.

En el nivel superior, el LR VISIR fue utilizado en una práctica de laboratorio en una universidad de México y además otros docentes de distintas universidades han mostrado interés por realizar prácticas de laboratorio empleando el VISIR en sus clases.

IV. SÍNTESIS Y PERSPECTIVAS

De acuerdo con los resultados expuestos, la valoración general del uso del VISIR en los talleres desarrollados fue muy positiva, tanto en relación con la percepción de los participantes acerca de la potencialidad del recurso, como a lo que concierne a sus intereses o motivaciones para emplearlo en sus clases en un futuro. Prueba de ello es el empleo del LR VISIR de la UNED, hasta el momento, en dos instituciones de educación secundaria. Estos resultados responden a los objetivos originalmente propuestos con los talleres.

Es de esperar que en los próximos años se establezcan acciones de cooperación para promover el uso compartido del LR VISIR y de otros que se encuentran en el continente americano y, de esta forma, aprovechar al máximo el potencial que posee este recurso educativo. Sobre este objetivo se está trabajando actualmente.

Se recomienda a los investigadores en educación en ciencias experimentales, incrementar los estudios que abordan el empleo de LR, cuyos resultados podrían proveer conocimiento para mejorar el aprendizaje con este recurso en los diferentes niveles educativos.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de la UNED agradece el apoyo de las autoridades universitarias que hicieron posible contar con el LR que se describe en este trabajo.

Se agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo mediante el subsidio correspondiente al proyecto de investigación PIP-12320130100137CO, y a la Universidad Nacional de Rosario por el financiamiento al proyecto IING505.

REFERENCIAS

Alkhaldi, T., Pranata, I. y Athauda, R. I. (2016). A review of contemporary virtual and remote laboratory implementations: observations and findings. *Journal of Computers in Education*, 3(3),329-351.

Alves, G.R., Fidalgo, A., Marques, A., Viegas, C., Felgueiras, M., Costa, R., Lima, N., García-Zubia, J., Hernández-Jayo, U., Castro, M., Díaz-Orueta, G., Pester, A., Zutin, D., Kulesza, W., Gustavsson, I., Schlichting, L., Ferreira, G., De Bona, D., Da Silva, J., Alves, J., Biléssimo, S., Pavani, A., Lima, D., Temporão, G., Marchisio, S., Concari, S., Lerro, F., Fernández, R., Paz, H., Soria, F., Almeida, N., De Oliveira, V., M. Pozzo, M., y Dobboletta, E. (2016). Spreading remote lab usage, A System – A Community – A Federation. *2nd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education* (pp. 1-7). IEEE.

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 (19-06-2019).

Arias Navarro, E. y Arguedas-Matarrita, C. (2018). Fortaleciendo la enseñanza de la física en un Colegio Científico Costarricense mediante el uso del Laboratorio Remoto VISIR. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 16(9),131-141.

Concari, S., Arguedas-Matarrita, C., Marchisio, S., Lerro, F., Plano, M., García Zúbia, J., Hernández Jayo, U., Bento Da Silva, P. y Alves, J. (2019). Cooperación internacional para el desarrollo y uso de laboratorios remotos para la enseñanza de la física. *XIII Conferencia Interamericana de Educación en Física “Dr. Alberto Maiztegui”*, Montevideo, Uruguay, 8-12 de julio.

García Rivera, E. y Arguedas-Matarrita, C. (2017). Promoviendo el trabajo experimental de la física en el nivel secundario costarricense: utilizando el Laboratorio Remoto VISIR. *IV Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales*. San José, Costa Rica.

García-Zubía, J., Romero, S., Guenaga, M., Hernández-Jayo, U., Angulo, I., Cuadros, J., González-Sabaté, L., Orduña, Dziabenko, O., y Rodríguez-Gil, L. (2014). Experiencia de Uso y Evaluación de VISIR en Electrónica Analógica. En: *XI congreso de Tecnologías, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica –TAAE*

2014, 11-13 de junio, Bilbao, España.

Hernández-Jayo, U. y García-Zubia, J. (2016). Remote measurement and instrumentation laboratory for training in real analog electronic experiments. *Measurement*, 82,123-134.

Lima, N., Zannin, M., Viegas, C. Marques, A., Alves, G., Felgueiras, M. C. Costa, R. Fidalgo, A. Da Silva, J. Pozo, M.I. Dobboletta, E., Gustavsson, I. y Garcia-Peñalvo, F. (2017). The VISIR+ project-helping contextualize math in an engineering course. *4th Experiment@ International Conference (ex at'17)*, 6-8 de junio, Faro, Portugal.

Litwin, E. (2003). Las prácticas de la enseñanza y las tecnologías. *Congreso de Tecnología Educativa*, Buenos Aires.

Marchisio, S., Concari, S.B., Lerro, F., Saez de Arregui, G., Plano, M., Merendino, C. y Alves, G.R. (2016). Uso compartido de módulos educativos para circuitos eléctricos y electrónicos del laboratorio remoto VISIR. *7° Seminario Internacional de Educación a Distancia*. Santa Fe, Argentina, 20-21 de octubre.

Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., García-Zubia, J., Angulo, I., Hernández, U. y Azcuénaga, E. (2018). Increasing the value of remote laboratory federations through an open sharing platform: Labsland. *Online Engineering & Internet of Things* (pp. 859-873). Springer, Cham.

San Cristóbal, E. (2010). Metodología Estructura y Desarrollo de Interfaces Intermedias para la Conexión de Laboratorios Remotos y Virtuales a Plataformas Educativas. (Disertación Doctoral en Sistemas de Información): Universidad Nacional de Educación a Distancia, España. Recuperado de [http://meteo.ieec.uned.es/www_Usumeteo7/tesis%20esancristobalruiz.pdf\(26/07/2019\)](http://meteo.ieec.uned.es/www_Usumeteo7/tesis%20esancristobalruiz.pdf(26/07/2019)).

TAE-2. (2016). Material del Taller: Training Action-2 del proyecto VISIR+. Rosario, Argentina.

Woodfield, B. F., Andrus, M. B., Andersen, T., Miller, J., Simmons, B. y Stanger, R (2005). The virtual ChemLab project: A realistic and sophisticated simulation of organic synthesis and organic qualitative analysis. *Journal of Chemical Education*, 82(11),1728.