

Fortaleciendo la enseñanza de la física en un colegio científico costarricense mediante el uso del laboratorio remoto VISIR

Strengthening the teaching of physics at a Costa Rican Scientific College through the use of the VISIR Remote Laboratory

Eduardo Arias Navarro
Universidad de Costa Rica
E-mail: eduardo.aris_n@ucr.ac.cr

Carlos Arguedas-Matarrita
Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.
E-mail: carguedas@uned.ac.cr

Resumen

En el presente trabajo se presenta el uso del laboratorio remoto (LR) Virtual Instruments System in Reality (VISIR) con estudiantes de undécimo nivel del Colegio Científico Costarricense (CCC) de San Ramón. Para ello se realizó una propuesta didáctica que pretende mejorar y fortalecer la enseñanza de la física mediante nuevas metodologías y recursos en las clases de Física de profundización. La actividad fue desarrollada por los estudiantes en sus hogares, lo cual permitió fomentar el trabajo autónomo en el tópico de los circuitos eléctricos.

Palabras clave: Enseñanza de la física; laboratorio remoto; colegio científico; circuitos eléctricos.

Abstract

This paper presents the use of Remote Laboratory (LR) Virtual Instruments System in Reality (VISIR) by students of last level of Colegio Científico Costarricense (CCC) of San Ramón (high school). It was made a proposal didactic which pretend improves and strengthen the teaching of physics through new methodologies and resources during deepening physics lessons. The proposed activity was developed by the students in their homes, which allowed them to promote autonomous work about topic of electrical circuits.

Key words: Teaching of physics, remote laboratory, scientific school, electrical circuits.

Fecha de recepción: Abril 2018 • Aceptado: Junio 2018

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), pp. 131-141.

Introducción

Según el informe del estado de la educación costarricense para el 2017, la enseñanza a nivel de secundaria en el país ha tenido leves mejorías. Durante el periodo 2010-2016, el porcentaje de estudiantes que completaron este ciclo académico fue entre 45,0% a 50,4%, sin embargo, en este mismo estudio se destaca que:

(...) estas cifras siguen siendo bajas y constituyen un techo que limita mayores avances en el porcentaje de población con secundaria completa e impiden que se cumpla con la aspiración nacional de que todos los jóvenes finalicen este nivel en condiciones de igualdad. (Estado de la Educación, 2017:199)

Por esta razón, la secundaria requiere de mayores esfuerzos que potencien estos niveles de escolarización, que permitan a los estudiantes acceder a la educación superior. En el caso de las Ciencias Naturales, se requiere implementar novedosos y mejores recursos que fomenten mayores rendimientos académicos. De acuerdo al Informe XVII del Estado de la Nación, apenas un “17% de los colegios públicos contaban con un laboratorio de ciencias y un 43,1% en instituciones privadas y subvencionadas” (Estado de la Nación, 2011:285), siendo este un escenario poco productivo para el quehacer científico y que limita grandemente a una población que no cuenta con estos recursos. Sin embargo, también es cuestionable si los laboratorios disponibles en el país tendrán una adecuada utilización en cuanto al desarrollo experimental que requieren las ciencias de esta naturaleza.

En el caso de la enseñanza de la física, se pretende que el estudiante desarrolle mayores habilidades en cuanto a la resolución de problemas, potenciando sus capacidades inquisitivas en el aprendizaje; para ello, la “experimentación representa una actividad ineludible que promueve en el estudiante, capacidades diversas, que contribuyen al desarrollo de las competencias requeridas en un profesional de las ciencias y las ingenierías” (Arguedas-Matarrita, Concari y Marchisio, 2017:179).

En la actualidad se han incrementado formas de experimentación en la enseñanza de la física debido, principalmente, al avance tecnológico. Los laboratorios remotos (LR) son recursos que se pueden emplear en trabajos experimentales, permiten la ejecución de prácticas reales en instituciones que no poseen recintos de laboratorio y, además, amplían el trabajo en aquellas instituciones que poseen laboratorios presenciales, como es el caso del Científico Costarricense de San Ramón. En este artículo se presenta una experiencia educativa mediante empleo de LR VISIR con el fin de ampliar los espacios experimentales para estudiantes del colegio científico mencionado.

Descripción de los Colegios Científicos Costarricenses

Los Colegios Científicos Costarricenses (CCC) se crearon en 1990 por medio de la Ley de Promoción y Desarrollo Científico y Tecnológico (Ley N^o 7169) (Estado de la Educación, 2011:160). Los CCC son considerados como instituciones que apuntan a una formación integral en los estudiantes con los más altos valores costarricenses en el marco de un proceso educativo centrado en la adquisición de conocimientos sólidos y habilidades en las Matemáticas, la Física, la Química, la Biología y la Informática, siendo centros educativos que priorizan el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias, sin menoscabo de otras modalidades.

En la actualidad, los CCC siguen cosechando logros académicos tanto a nivel nacional como internacional. Según la revista EKA, se menciona que:

El caso del CCC de San Ramón en el puesto 7 de los mejores colegios públicos del país en la disciplina de Ciencias, 4 puesto en el área de las Matemáticas y 5 a nivel de pruebas de bachillerato, superado únicamente por los CCC de Alajuela, Pérez Zeledón, el Atlántico y otros CCC, consolidándose como las instituciones la de mayor rendimiento académico en el país. (2016:14-15)

Además, son instituciones sobresalientes en pruebas académicas como las olimpiadas nacionales en el área de la biología (Olimpiada Costarricense de Ciencias Biológicas u OLICOCIBI), de matemática (OLCOMA), física (OLCOFI) y química (OLCOQUIM); lo que permite al estudiantado profundizar su formación en las diferentes áreas de las Ciencias Naturales y participar en eventos internacionales.

Por ende, los CCC en muchos escenarios son considerados las mejores instituciones educativas del país, ya que son una base fundamental en el sistema educativo de Costa Rica, tal y como lo expone la profesora Leda Roldán: “Se debe seguir apoyando a estas instituciones que nos ofrecen, a corto plazo, un profesional de alta calidad y un ser humano íntegro que ama a su país.” (Roldán, 2016)

Laboratorio remoto

Los LR son recursos educativos que integran herramientas hardware y software para brindar experiencias experimentales reales que se pueden realizar a distancia por medio de Internet (Orduña, 2013). En los últimos años, en diferentes partes del mundo, se han conformado grupos de trabajo especializados en el uso y desarrollo de LR con fines educativos como: Weblab-Deusto¹ en España y RexLab² en Brasil, entre algunos de los grupos que promueven el uso de estos recursos educativos en la enseñanza de la física. En un estudio reciente, docentes de la escuela media costarricense indican estar anuentes a asistir a capacitaciones en el uso de estos recursos (Arguedas-Matarrita, Concari y García-Zubía, 2016), lo que podría impactar de forma positiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje en Costa Rica.

El Laboratorio Remoto VISIR

Virtual Instruments System in Reality (VISIR) es una plataforma laboratorio de acceso remoto desarrollada en el Departamento de Ingeniería Electrónica del Instituto de Tecnología de Blekinge (BTH), en Suecia. El proyecto se inició en 1999 y fue puesto en práctica en el 2006.

En el 2010 se instaló en la Universidad de Deusto el primer VISIR fuera del BTH. Además, hay otros equipos iguales adquiridos y adaptados por otras instituciones en Austria (Carinthia University of Applied Sciences y FH Campus Wien for Applied Sciences), Portugal (School of Engineering of Polytechnic of Porto), España (Universidad de Deusto y la Universidad Nacional de Educación a Distancia) y en India (Madras Institute of Technology) (Lima y otros, 2016a). En la Shota Rustaveli

1 Para mayor información, consulte el siguiente enlace <http://weblab.deusto.es/website/>

2 Para mayor información, consulte el siguiente enlace <http://rexlab.ufsc.br/>

State University de Georgia cuentan con una variante de VISIR denominada VISIR-Deusto; esta posee una interface similar al VISIR de BTH pero con variantes en el software y un hardware totalmente distinto (Hernández-Jayo y García-Zubía, 2016).

La instalación de los primeros equipos VISIR en Latinoamérica es el resultado resultado de un Proyecto Erasmus+ 2015, convocado por un consorcio de instituciones europeas que tienen experiencia en el uso de LR, por el cual se instalarían equipos VISIR en Brasil y Argentina, además de la capacitación para su gestión y uso a los equipos de docentes e investigadores de las universidades participantes brasileñas (Universidad Federal de Santa Catarina, Instituto Federal de Santa Catarina y la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro) y argentinas (Universidad Nacional de Rosario y Universidad Nacional de Santiago del Estero) (Marchisio y otros, 2016). Además, la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica ha adquirido un VISIR, el cual será desplegado en junio del 2018 (Arguedas, 2017).

En Costa Rica el uso de VISIR es reciente, el primer trabajo documentado corresponde a un taller ofrecido a profesores de Física en el marco del congreso de la Asociación Latinoamericana de Educación en Ciencias (LASERA) (Arguedas-Matarrita y otros, 2017). La primera experiencia en educación secundaria se llevó a cabo en el Colegio Técnico Profesional de Atenas (García y Arguedas-Matarrita, 2018). En ambos casos se utilizó el VISIR de Weblab-Deusto. Los resultados de estos trabajos sugieren que este recurso puede ayudar a potenciar el trabajo experimental en la secundaria costarricense, por lo que debe extenderse su uso en otras instituciones educativas de nivel medio y superior.

Metodología

Participantes del estudio

El proceso formativo de esta investigación se llevó a cabo en el CCC ubicado en la zona de San Ramón de Alajuela. Los actores principales fueron los estudiantes de undécimo grado en el segundo semestre del 2017. En el estudio participaron 18 estudiantes (la totalidad de ese nivel), 13 de ellos son varones y 5, mujeres.

Actividad experimental propuesta

El estudio que se llevó a cabo es de formación cualitativa de tipo naturalista (Guardián, 2007:159), donde se propone utilizar al objeto de estudio en su ámbito natural sin realizar manipulaciones o intervenciones durante el proceso por parte del investigador o investigadora, esto porque los estudiantes adquieren a través del uso del LR VISIR sus propias experiencias que deberán contribuir a un adecuado proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, algunos resultados cuantitativos serán indispensables para evaluar la fiabilidad. Para ello se dispuso también de un instrumento de opinión sobre el uso del VISIR, una vez que se finalizó con la práctica.

Además, el método aplicado se consideró de tipo constructivista, puesto que los estudiantes fueron autores directos de su propio aprendizaje y desarrolladores de diferentes metodologías de experimentación. Para llevar a cabo esto, el CCC cuenta con dos lecciones por semana de física-

profundización; sin embargo, a inicios del semestre, la clase es subdividida en grupos de trabajo A y B, ya que esto permite a unos asistir al laboratorio de física y trabajar con prácticas experimentales, mientras que los otros trabajan en clases de preparación para el bachillerato. De esta forma, las instancias de trabajo en el laboratorio se realizaron en periodos quincenales para ambos grupos.

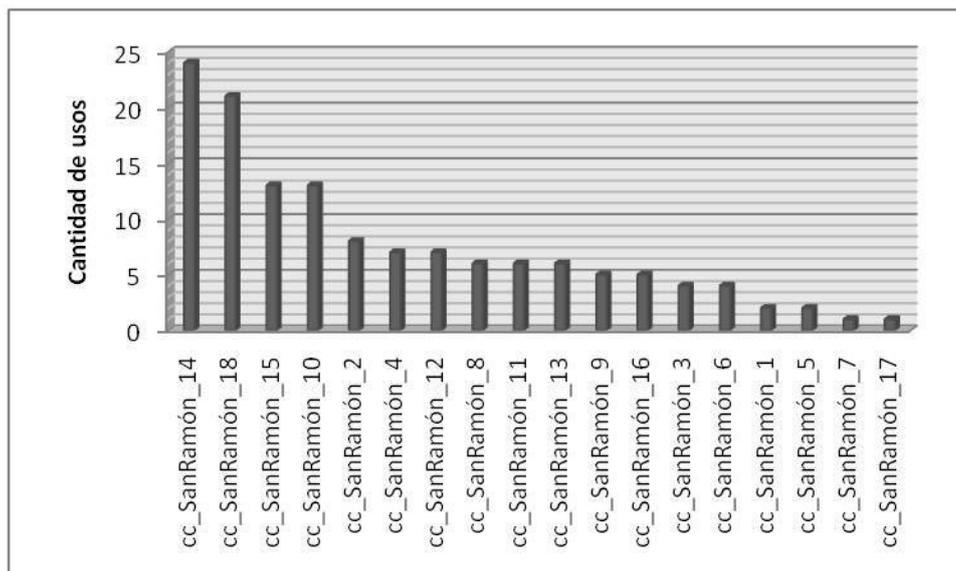
Respecto al uso del VISIR, los estudiantes trabajaron el tópico de circuitos eléctricos. Para esto, se conformaron equipos de dos o tres personas. Posteriormente, el docente explicó que se usaría el VISIR de WebLab-Deusto de la Universidad de Deusto en Bilbao y entregó los respectivos usuarios a cada estudiante. Luego, el docente explicó el concepto del LR y el funcionamiento de VISIR e incluso se practicó con un circuito sencillo para ilustrar el correcto uso de este recurso.

Seguidamente, el docente solicitó a cada grupo investigar acerca de un circuito eléctrico que pudiera realizarse en el VISIR, permitiendo que los estudiantes construyeran su propio diseño del circuito, recolectaran los datos apropiados y pudieran brindar sus propias interpretaciones apoyadas en cálculos, tablas, gráficos, conclusiones generales y la importancia de aplicabilidad de su circuito. Para esto cada equipo de trabajo hizo entrega de un informe de laboratorio al docente, lo que permitió valorar el proceso investigativo.

Resultados

En el desarrollo de la actividad propuesta se registró un total de 135 ingresos al LR VISIR, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Cantidad de ingreso al VISIR por usuario.



Fuente: Elaboración propia

Puede notarse que en la figura 1, los usuarios CC_San Ramón 14 y 18 registran la mayor cantidad de usos del VISIR con 24 y 21 ingresos respectivamente, lo que muestra un aprovechamiento del recurso. También es importante destacar que, al ser una práctica que se realizó de forma grupal, los usuarios de menos ingresos se apoyaron mayormente en el montaje del circuito desde uno de los usuarios de su grupo, logrando un excelente trabajo en equipo.

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la encuesta de opinión, expresados a partir de una escala Likert de 1-5, en este caso 1 indica “Totalmente en desacuerdo” y 5, “Totalmente de acuerdo”.

Tabla 1. Medidas obtenidas en la escala Likert.

Afirmaciones	Medida
Considera que utilizar un LR en la clase es buena metodología.	3,5
El VISIR le ayudó en la materia: aprendizaje de conceptos, leyes, prácticas, proyectos, etc.	3,4
Al usar el VISIR tuvo sensación de la realidad y de estar inmerso en ella. Sintió que no es una simulación.	2,6
Es una buena idea extender el VISIR a los otros estudiantes del científico.	3,7
Disfrutó utilizar el VISIR.	2,6
VISIR es útil, ya que permite ampliar el trabajo experimental necesario en un colegio científico.	3,8
El VISIR es fácil de usar, es usable.	2,2
Los instrumentos de medida, alimentación y montaje se usan con facilidad en VISIR.	2,5
Me gustaría usar un VISIR en otras clases de física, electrónica u otras.	2,6
En general quedó satisfecho con el uso del VISIR.	2,8

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las medidas de la tabla 1, se destaca la importancia señalada por los estudiantes en hacer uso del VISIR en el Sistema Nacional de Colegios Científicos de Costa Rica (SNCCC). Esto propiciaría nuevas tendencias y metodologías enriquecedoras en la enseñanza de la física, lo que permite ampliar el trabajo experimental en el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta disciplina (Evangelista y otros, 2017). Además, se destaca de igual manera que esta metodología es útil y eficaz en el trabajo experimental que los estudiantes desarrollan en los CCC (con una media de 3,8) ya que, por los convenios establecidos del SNCCC con las universidades públicas, los colegios

científicos disponen con clases de laboratorio que cuentan con espacios experimentales en excelentes condiciones. Sin embargo, el uso del VISIR dota de más insumos y herramientas a estos estudiantes para el desarrollo en las ciencias experimentales.

En cuanto a la usabilidad del VISIR, los estudiantes presentaron algo de desacuerdo, esto se debe a que la experiencia que realizaron fue apoyada apenas con una lección de inducción, lo cual les resultó poco tiempo, ya que posteriormente debieron ser ellos quienes resolvieran los procesos de sus proyectos. Además, esta fue su primera experiencia en trabajos experimentales con los circuitos eléctricos, por esta razón la mayoría se refirieron a que el uso del VISIR fue complejo al inicio. Algunos comentarios expuestos por los mismos estudiantes reflejan esta carencia:

- No es fácil de uso, por lo tanto, sería bueno realizar algún tipo de clase introductoria a este en el cual podamos aprender de forma correcta a cómo usarlo.
- Es interesante aunque muy poco tiempo.
- Me parece un buen método para aplicar a ciertas prácticas de física (algunas prácticas son más emocionantes en vivo). Considero necesario, una clase más amplia de cómo usar este laboratorio remoto para que a la hora de utilizarlo sea más fácil y enriquecedor. Es una buena experiencia y me parece una buena idea para seguirla aplicando en algún momento en el Colegio Científico.
- Hay cierta complejidad al armar circuitos, tomar en cuenta muchos aspectos como COM y otras funciones.
- Tuve algunas dificultades en el uso del VISIR, calibrando objetos.

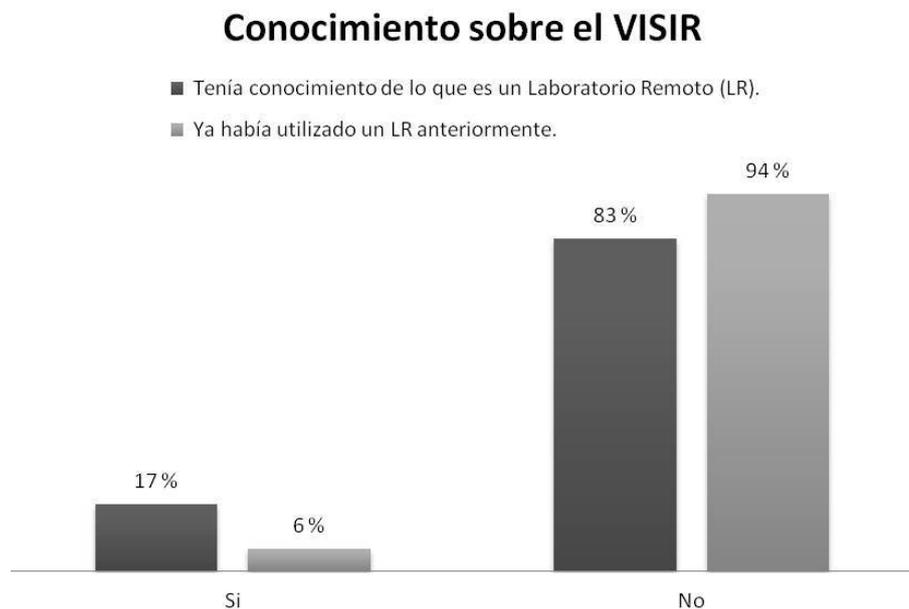
A pesar de estas limitaciones, los estudiantes del CCC de San Ramón se mostraron muy satisfechos con la experiencia, percibieron haber logrado conocimientos y experiencias que son desarrolladas a nivel mundial. Algunas apreciaciones de los estudiantes referente a esta práctica fueron:

- Permite realizar pruebas experimentales remotas cuando un laboratorio no está disponible.
- Se puede hacer un experimento que involucre este tipo de cosas sin la necesidad de tener los materiales necesarios para hacerla, ya que es remoto.
- Se puede realizar a través de internet y sin tener que movernos de nuestro hogar o tener que invertir en equipo costoso.
- Puede extender las lecciones de laboratorio de física y probar y entender algunas teorías de manera extracurricular.
- Es beneficioso porque es un método de enseñanza y práctica diferente. Considero que en cuanto a la práctica física es casi lo mismo que hacerlo en el laboratorio de la UCR, sin embargo, da la oportunidad de una nueva experiencia a la que pocos tienen acceso.
- Pienso que este tipo de herramientas confiere beneficios como la capacidad de desarrollarse individualmente en conocimientos físicos sin el apoyo del profesor y aplicarlos experimentalmente en un laboratorio como el VISIR para así ir aumentando la capacidad de innovar originalmente en proyectos que en un futuro nos puedan facilitar el trabajo de muchas cosas.

- Que mediante su uso, el proceso de aprendizaje no es necesariamente en clase, se puede estudiar y hacer intento y error, sin modificar otro elemento. Es muy útil para iniciar en temas de eléctrica.
- Poder prepararse y aprender a usar el equipo de laboratorio sin tener que ir al aula, sino desde la casa. Es muy útil a la hora de estudiar física, ya que se puede ver de manera práctica en su funcionamiento.
- Permite una mayor autonomía en el proceso de aprendizaje, permitiendo adecuar más los experimentos a las preferencias del estudiante y crear más intereses.
- Permite utilizar y crear circuitos de manera más sencilla que con una práctica de circuitos tradicional de física.
- Es más práctico, además las simulaciones que se llevan a cabo son muy útiles para ver comportamientos descritos por la teoría.

Otro aspecto significativo se muestra en la figura 2, donde apenas un 6% (1 persona) había usado un LR y un 17% (3 personas) tenían idea de que era un LR. Es claro que los estudiantes del CCC de San Ramón en su mayoría no tenían conocimiento alguno sobre esta metodología y todo el proceso adquirido durante esta práctica representó una nueva experiencia que, según la escala con 3.5, los LR como VISIR merecen ser agregados en las aulas del sistema educativo costarricense como una nueva metodología.

Figura 2. Conocimiento del VISIR en los estudiantes del CCC de San Ramón.

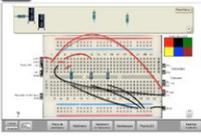
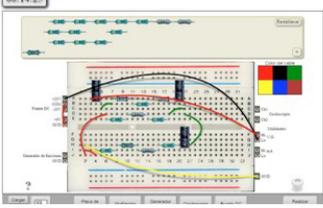
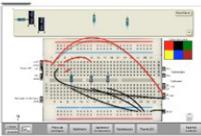
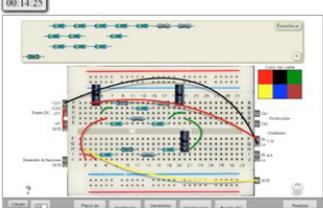


Fuente: Elaboración propia

Como parte del trabajo participativo-científico por parte de los estudiantes, en la tabla 2 se adjunta

la construcción de los diferentes circuitos eléctricos elaborados en los informes que se entregaron por grupos de trabajo.

Tabla 2. Montaje de los circuitos eléctricos en el VISIR por los estudiantes de undécimo nivel del CCC de San Ramón

Nombre del Circuito	Diagrama
Circuito en paralelo	
Circuito RC	
Circuito de una parrilla doméstica	
Nombre del Circuito	Diagrama
Circuito en paralelo	
Circuito RC	
Circuito de una parrilla doméstica	

Fuente: Elaboración propia

El circuito RC fue armado por dos grupos, uno en la semana A y el otro grupo en la semana B. A pesar de realizar el mismo circuito, los datos obtenidos fueron distintos. Por otra parte, un grupo realizó el circuito del diodo láser en Arduino, donde se elaboró un circuito en VISIR que abarcaba un diodo, un resistor y un voltaje. Sin embargo, el grupo no aportó la foto respectiva del circuito en

el VISIR.

Con estas ilustraciones, es palpable que el VISIR fue utilizado para variados circuitos eléctricos, con parámetros distintos y con aplicabilidades distintas, tal es el caso de la parrilla doméstica, siendo este un circuito necesario en muchos de estos electrodomésticos con estas funciones básicas de calentamiento (aparatos termoeléctricos), así como el del tiempo de cocción de un horno eléctrico.

Además, la correcta medición e interpretación de datos fue fundamental en varios de estos proyectos, entre ellos se destaca los circuitos RC y los de paso bajo y alto, donde los estudiantes asumieron correctamente el uso y la recolección de datos en aparatos como el generador de señales y el osciloscopio, siendo instrumentos que nunca habían utilizado. Con esto, el VISIR demuestra la importancia en cuanto a la facilidad que ofrece al usuario para poder utilizar con total tranquilidad estos equipos, ya que de manera presencial se debe manipular con mayor prevención, lo que incide que muchas veces no sean dispuestos a manipulación de los estudiantes como es el caso de este grupo, por falta de experiencia como experimentadores.

Consideraciones finales

El uso del LR VISIR no solo ha sido una primera experiencia en uno de los CCC sino que ha dejado grandes aprendizajes en cuanto a su uso y lo que representa esta novedosa metodología para el sistema educativo costarricense. Además es un recurso educativo que fomenta el aprendizaje autónomo en el que los participantes realizan trabajo experimental sin la necesidad de asistir al recinto de laboratorio; lo que permite ampliar los espacios de experimentación que se ofrece en el CCC de San Ramón.

Este laboratorio de acceso remoto es un recurso educativo que debe potenciarse en la enseñanza de la física. En este sentido, valorar la realización de talleres y capacitaciones introductorias que faciliten un mayor uso es crucial. Estos aspectos merecen más importancia, puesto que ayudan en la motivación del estudiante al momento de realizar alguna práctica. De igual forma, es importante que la utilización de los LR sea ofrecida en las demás instituciones del SNCCC y en otros centros educativos del país, para fortalecer el aprendizaje del componente experimental de la física y motivar el estudio de carreras de corte científico-tecnológicas en Costa Rica. Por último, se debe rescatar la importancia de realizar las preparaciones pertinentes a los docentes y lograr con ello un mejor manejo en las experiencias de acceso remoto, ya que son recursos novedosos tanto para docentes como y estudiantes.

Agradecimientos

Al Dr. Javier García Zubía, líder de WebLab-Deusto, por facilitarnos el acceso al LR VISIR lo que permitió desarrollar la experiencia educativa en el Colegio Científico Costarricense de San Ramón.

Referencias bibliográficas

ARGUEDAS MATARRITA, C. A. (2017). Diseño y desarrollo de un Laboratorio Remoto para la enseñanza de

- la física en la UNED de Costa Rica. (Tesis Doctoral) Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/handle/11185/1018> [6/02/2017]
- ARGUEDAS-MATARRITA, C. CONCARI, S. B. Y MARCHISIO, S.T. (2017). Una revisión sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Física en Latinoamérica. En: I Simposio Ibero-Americano de Tecnologías Educativas, Araranguá, Santa Catarina, Brasil, 8 al 10 de mayo, 2017.
- ARGUEDAS-MATARRITA, C. CONCARI, S.B. Y GARCÍA-ZUBÍA, J. (2016). Visualizando un proceso de capacitación docente para el uso de laboratorios remotos de física en la educación secundaria costarricense, *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as Ciências - Diálogo entre las Ciencias*, 5(1), 187-199.
- EVANGELISTA, I., FARINA, J., POZZO, M., DOBBOLETTA, E., ALVES, G.R., GARCÍA-ZUBÍA, J., HERNÁNDEZ, U., MARCHISSIO, S., CONCARI, S. Y GUSTAVSSON, I. (2017). Enseñanza de Ciencias en Nivel Secundario: Experimentación Remota Usando VISIR. En: En 1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería. Entre Ríos, Argentina, 13-15, Septiembre.
- GARCÍA, E. Y ARGUEDAS-MATARRITA, C. (2018). Promoviendo el trabajo experimental de la física en el nivel secundario costarricense: el Laboratorio Remoto VISIR. En: IV Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, San José, Costa Rica, 24 al 26 de enero, 2018.
- GUARDIÁN, A. (2007). El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa. San José, Costa Rica: Educativo Regional (IDER).
- ROLDÁN, L. (26/10/2012). Razones del éxito de los colegios científicos. *La Nación*. Recuperado de: http://www.nacion.com/opinion/foros/Razones-exito-colegios-cientificos_0_1301469884.html [9/05/2017]
- 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. 7º Seminario Internacional de Educación a Distancia. Santa Fe, Argentina, 20 y 21 de octubre.
- ORDUÑA, P. (2013). *Transitive and Scalable Federation Model for Remote Laboratories*. (Disertación Doctoral). Universidad de Deusto. Bilbao, España. Recuperado de <https://morelab.deusto.es/media/publications/theses/pablo-orduna.pdf> [22/04/2015]
- PROGRAMA DEL ESTADO DE LA NACIÓN. (2011). Informe XVII Estado de la Nación: Desafío de la Educación en Ciencia y tecnología. San José. Recuperado de: <http://estadonacion.or.cr/index-en/informe-xvii-estado-nacion> [11/12/2017]
- PROGRAMA ESTADO DE LA EDUCACIÓN. (2011). Tercer Informe Estado de la Educación. San José, Programa Estado de la Nación. Recuperado de: <http://www.estadonacion.or.cr/informe-iii-estado-educacion>. [7/12/2017]
- PROGRAMA ESTADO DE LA EDUCACIÓN. (2017). Sexto Informe Estado de la Educación. San José, Programa Estado de la Nación. Recuperado de: <http://www.estadonacion.or.cr/educacion2017/>. [11/12/2017]
- REVISTA EKA, (2016). La revista empresarial: Especial de colegios 2016. N°344. Junio-Julio 2016. San José, Costa Rica. Recuperado de: <http://www.ekaenlinea.com/wp-content/uploads/2016/06/EKA-344.pdf> [13/6/2017]