

## VISUALIZANDO UN PROCESO DE CAPACITACIÓN DOCENTE PARA EL USO DE LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA COSTARRICENSE

## VISUALIZANDO UM PROCESSO DE CAPACITAÇÃO DOCENTE PARA O USO DE LABORATÓRIOS REMOTOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO COSTARRIQUENSE

**Carlos Arguedas-Matarrita**

Universidad Estatal a Distancia  
Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Cátedra de Física  
carguedas@uned.ac.cr

**Sonia Beatriz Concari**

Universidad Nacional de Rosario  
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura  
sconcari@gmail.com

**Javier García-Zubía**

Universidad de Deusto  
Facultad de Ingeniería  
zubia@deusto.es

### Resumen

En este artículo se presenta un estudio exploratorio realizado con el fin de indagar el interés de docentes de física de asistir a capacitaciones enfocadas en el uso educativo de Laboratorios Remotos para realizar actividades experimentales en la escuela secundaria costarricense. Para cumplir con este objetivo, se aplicó un instrumento autoadministrado. El mismo fue completado por 97 docentes, quienes, en un porcentaje significativo, manifestaron desconocer esta herramienta, aunque señalaron que asistirían a un proceso de capacitación de llevarse a cabo y que eventualmente utilizarían el recurso en el desarrollo de sus clases.

**Palabras clave:** Experimentación; Enseñanza de Física; TIC.

### Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo exploratório realizado com o fim de investigar o interesse de docentes de física em participar de capacitações enfocadas no uso educativo de Laboratórios Remotos para realizar atividades experimentais no Ensino Médio em Costa Rica. Para cumprir com este objetivo se aplicou um instrumento auto-administrado, sendo o mesmo respondido por 99 docentes. Uma porcentagem significativa dos docentes manifesta desconhecer esta ferramenta e, além disso, destacam que participariam de um processo de capacitação realizado e utilizariam este recurso no desenvolvimento de suas aulas.

**Palavras-chave:** Experimentação; Ensino de Física; TIC.

## 1. Introducción

Tanto la formación inicial como la capacitación permanente de los profesores de ciencias naturales requieren que la experimentación ocupe un lugar destacado. En efecto, el diseño de estrategias didácticas que integren recursos tecnológicos para la experimentación exige el conocimiento de los mismos y la confianza y seguridad del docente en el uso de tales recursos. Si bien las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) están brindando un amplio abanico de herramientas que se pueden integrar al proceso de enseñanza y aprendizaje para que las TIC se constituyan en reales instrumentos cognitivos, los profesores deben familiarizarse con ellas, e integrarlas en propuestas didácticas relevantes, orientadas al logro de aprendizajes significativos, por lo que “se espera que los profesores sean quienes enseñen a sus estudiantes las competencias tecnológicas requeridas y que propicien en ellos la literacidad crítica ante las TIC en el contexto de la sociedad de la información” (DÍAZ BARRIGA, 2015, p.14).

Teniendo presente que “en términos generales, el conocimiento puede entenderse como información general, comprensión, capacidades, valores y actitudes. Las competencias aluden a la capacidad de utilizar ese conocimiento en situaciones determinadas” (UNESCO, 2015, p. 87). Aplicando estos conceptos a la formación de un docente que enseña física, en cualquier nivel educativo, es claro que no es suficiente con que conozcan sobre didáctica de las ciencias, que comprendan los contenidos disciplinares y aborden su tarea profesional en el marco de valores éticos fundamentales; se requiere que posean, además, la capacidad de

utilizar esos conocimientos para la experimentación, el control de variables y la modelización, procesos esenciales del conocimiento físico. En la actualidad, esos procesos están ineludiblemente vinculados a las TIC, en este sentido las universidades que están vinculadas a la formación docente deben brindar procesos de capacitación continua en la que se utilicen las TIC como verdaderos recursos de enseñanza y aprendizaje.

En esta línea según el último informe del Estado de la Educación señala que uno de los desafíos de la educación costarricense en el siglo XXI es fomentar el aprendizaje enriquecido con la tecnología ya que “La tecnología también le permite al docente trabajar contenidos curriculares de manera mucho más dinámica y atractiva para los estudiantes” (PROGRAMA ESTADO DE LA NACIÓN, 2015, p.179). En lo que respecta a la capacitación docente este informe se encontraron

Hallazgos relevantes se destaca la necesidad que tienen los docentes de conocer los avances más recientes relacionados con las teorías, estrategias y recursos de su especialidad así como estrategias de investigación, sistematización y evaluación para reflexionar sobre su quehacer y mejorar sus prácticas. Asimismo, se evidencia la necesidad de hacer mayor uso de recursos digitales en el aula para mejorar los aprendizajes de los estudiantes. (PROGRAMA ESTADO DE LA NACIÓN, 2015, p.147-148).

Con el fin de atender la problemática de la actualización de los profesores de escuela secundaria de Costa Rica, el Ministerio de Educación Pública (MEP) lanzó el plan de formación permanente para “optimizar, sistematizar y generar claras líneas de acción, en materia de formación permanente” (DÍAZ, 2016, p.3). En el fin de fortalecer el trabajo experimental en la enseñanza media de Costa Rica se deben buscar herramientas que favorezcan las capacidades de investigación, una de ellas son los Laboratorios Remotos.

### **1.1. Laboratorios remotos**

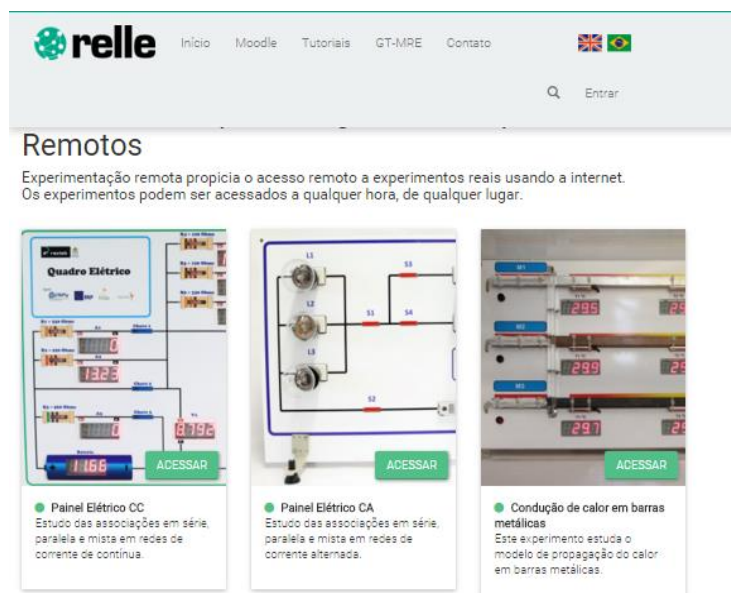
Un Laboratorio Remoto (LR) “es una herramienta de software y hardware que permite a los estudiantes acceder y manipular de forma remota equipo real ubicado en la universidad” (ORDUÑA, 2013, p.8). De esta manera se pueden realizar experiencias de laboratorio reales sin la necesidad de desplazarse al lugar donde se encuentra dicho laboratorio, el acceso se realiza a través de una computadora con conexión a internet, actualmente la tendencia es que se puedan acceder desde dispositivos móviles.

Los LR se diferencian de los Laboratorios Virtuales (LV) en que las prácticas que se realizan corresponden a montajes reales, mientras que los LV son “la representación de un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico, producido por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real” (MAUREL, DALFANO Y SORIA, 2014, p.4).

## 1.2. Algunos antecedentes

Un proyecto pionero en el uso de LR en la enseñanza secundaria es el Remote Experimentation Laboratory (RExLab). Este proyecto se inició en 1997 en la Universidad Federal de Santa Catarina en Brasil. Con RExLab se busca implementar soluciones de investigación y desarrollo de bajo costo, priorizando el uso de código y hardware abiertos (DA SILVA et al., 2013). Habiendo pasado por varias etapas, se ha consolidado como un proyecto pionero en el campo de los LR para la enseñanza en escuelas secundarias en América del Sur. Hoy cuenta con nueve prácticas de acceso remoto de las cuales seis son de física en temas de circuitos eléctricos, conducción de calor, leyes de Newton entre otras, accesibles aun desde dispositivos móviles (Figura 1).

Figura 1. Página de inicio de RexLab



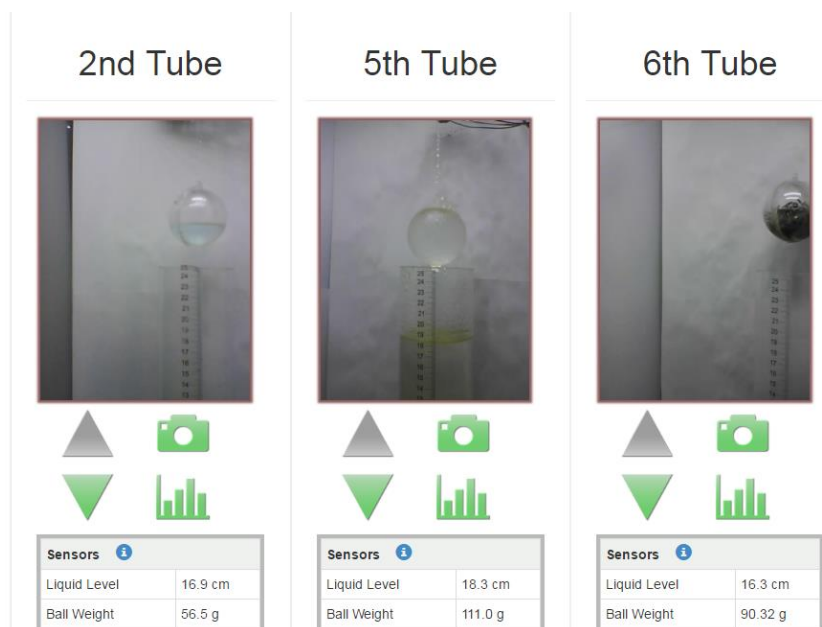
Fonte: (<http://relle.ufsc.br/>)

Otro proyecto que está apoyando la experimentación remota es WebLab-Deusto, de la Universidad Deusto en Bilbao, vigente desde el año 2005 (<https://weblab.deusto.es>). Está

diseñado como un *framework* genérico, que le permite compartir su tecnología e integrar otros proyectos de LR de todo el mundo (RODRÍGUEZ, 2013). WebLab-Deusto ofrece sus prácticas en 10 idiomas y acceso a las mismas a través de dispositivos móviles. De las prácticas ofrecidas, se pueden utilizar en la enseñanza de la física en secundaria, las correspondientes a principio de Arquímedes y circuitos eléctricos.

En el LR de principio de Arquímedes se puede observar en tiempo real lo que ocurre al sumergir una esfera en un fluido, y con los datos obtenidos, calcular la densidad de la esfera. Es una práctica que permite comprobar los fundamentos del principio de Arquímedes (GARCÍA-ZUBÍA et al, 2015). En la Figura 2 se puede apreciar parte de este LR.

Figura 2. Captura de pantalla de un LR de WebLab-Deusto.



En WebLab-Deusto el trabajo en circuitos eléctricos se realiza en el LR VISIR (Virtual Instruments and Systems in Reality), es un LR diseñado en el Blekinge Institute of Technology, de Suecia, está enfocado principalmente a electrónica analógica: 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, 2016, p. 1). En la experiencia documentada de este grupo de trabajo con este LR han llegado a concluir “que usar el laboratorio remoto VISIR en la

enseñanza de electrónica básica ayuda al alumno en su aprendizaje y tiene un efecto positivo” (GARCÍA-ZUBÍA et. al, 2016, p. 6).

Como ayuda al docente, WebLab-Deusto brinda herramientas para analizar el aprendizaje, ya que “realiza un seguimiento de toda la actividad del estudiante, por lo que el profesor puede ver para cada estudiante cuántas veces y cuándo entró en la plataforma” (GARCÍA-ZUBÍA et. al, 2017, pp. 14-15).

En el ámbito costarricense, la primera experiencia educativa utilizando un LR destinado a la enseñanza de la física se desarrolló en la Universidad Estatal a Distancia (UNED), como resultado de un proyecto REDES de Cooperación Internacional, en el que participan las universidades argentinas: Universidad Nacional de Rosario (UNR) y la Universidad Nacional del Litoral (UNL), junto a la UNED de Costa Rica. Concretando uno de los objetivos del proyecto, en la UNED se han utilizado los LR de la UNL (ARGUEDAS, CONCARI Y UREÑA, 2016). Se ha visto que con el uso de LR “el estudiantado de la UNED se beneficia de actividades de aprendizaje que minimicen el tiempo invertido en desplazarse sin por eso ir en detrimento de la calidad de los aprendizajes logrados” (ARGUEDAS et al, 2016, p. 311)

En lo que respecta a la capacitación docente en el 2016 en el marco del II Seminario de la Asociación Latinoamericana de Investigación en Educación en Ciencias (LASERA por sus siglas en inglés), se ofreció un taller sobre el uso educativo del LR VISIR de WebLab-Deusto para la enseñanza de circuitos eléctricos en secundaria. Al mismo asistieron 18 docentes, los mismos,

Luego de un taller de cuatro horas, acordaron gran satisfacción con la experimentación con VISIR y coinciden en que es un recurso que se puede utilizar en la educación secundaria y de esa forma involucrar a sus estudiantes en el trabajo experimental (ARGUEDAS-MATARRITA, et.al, 2017, p.5).

Los resultados de este taller motivaron la indagación que se presentan en este artículo, y buscar implementar el uso de prácticas de experimentación remota en la enseñanza de la física en la secundaria, teniendo presente que un proceso de capacitación cumple con sus objetivos cuando los involucrados en el mismo están convencidos de que se puede tener buenos resultados educativos, desde dos aristas: conocer la herramienta y poder acceder a la misma de tal forma que la puedan utilizar en sus clases. Para ello se puede establecer el uso del LR de la Universidad de Deusto o también el de la Universidad Nacional de Rosario

(Argentina), institución con la que la Universidad Estatal a Distancia (Costa Rica) ya posee convenio de cooperación internacional enfocada en la experimentación remota en la enseñanza de la física.

## 2. Objetivo

El objetivo de este estudio es indagar la disposición de una muestra de docentes de asistir a una capacitación para el uso de LR en la enseñanza de la física en la secundaria costarricense.

## 3. Metodología

Este trabajo sigue un diseño transversal exploratorio, ya que lo que se pretendió fue realizar una exploración inicial en un momento específico. Este tipo de estudios “se aplican a problemas de investigación nuevos o poco conocidos; además constituyen el preámbulo de otros diseños” (HERNANDEZ, FERNANDEZ y BAPTISTA, 2008, p. 209). Lo que se busca es valorar un posible proceso de capacitación y uso de LR como herramientas de apoyo a la enseñanza de la física en la educación secundaria en Costa Rica.

Para la recolección de información se aplicó un cuestionario de 17 preguntas (7 preguntas referentes a datos generales y 10 sobre el uso de Laboratorio Virtual (LV) y Laboratorio Remoto (LR). Al inicio del mismo se explicitaron definiciones de ambos laboratorios. El instrumento se aplicó a través de la herramienta *Formularios de Google Drive*, y para el envío de la dirección del cuestionario en línea, se solicitó ayuda a la Asesoría Nacional de Física y a la coordinación de la Olimpiada costarricense de Química, con el fin de que compartieran por medio de correo electrónico el enlace del cuestionario, acompañada de una explicación detallada sobre el instrumento y la forma en que se utilizará la información suministrada.

El análisis estadístico de los resultados se realizó con el software SPSS-18.

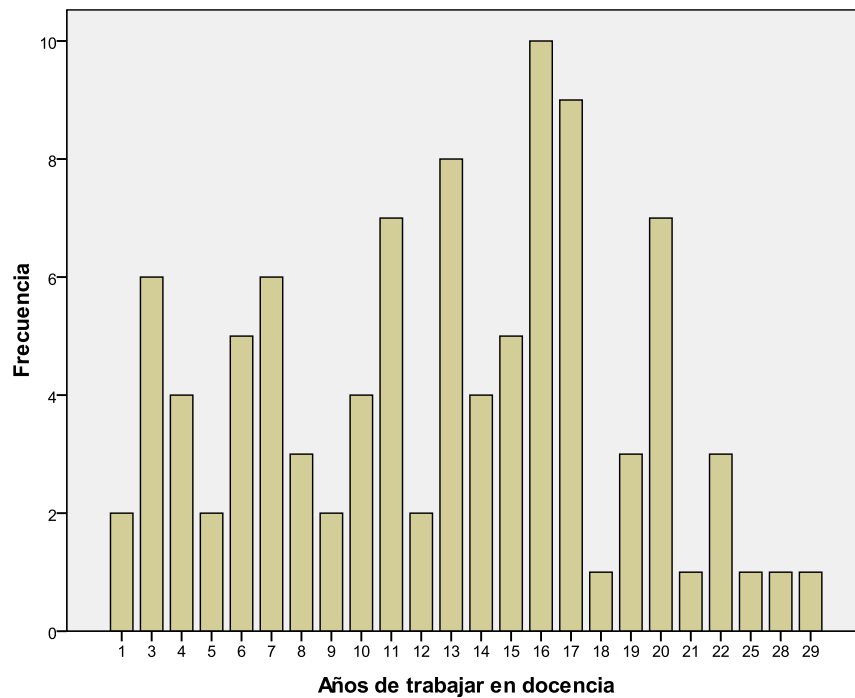
## 4. Resultados y discusión

### 4.1. Datos generales

El instrumento fue completado por un total de 97 docentes, registrándose una edad promedio de  $38 \pm 8,25$  años y con respecto al género, un 48,5% ( $n=47$ ) corresponde al sexo femenino mientras que el restante 51,5% ( $n=50$ ) corresponden al sexo masculino.

En relación con los años de antigüedad en el trabajo docente, los valores oscilan entre los 2 y 29 años, con un valor promedio de  $12,71 \pm 6,15$  años. En la Figura 3 se muestra la distribución de años de servicio para la muestra.

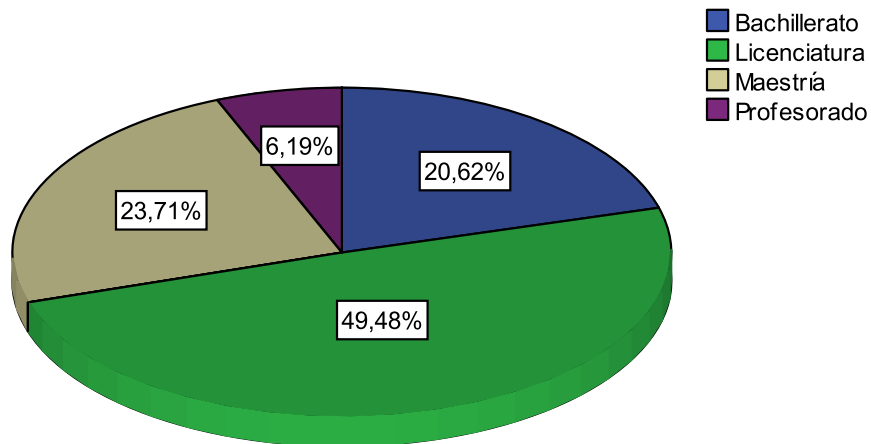
Figura 3. Distribución de antigüedad en el trabajo docente.



En la Figura 4 se muestra la distribución del grado académico de los participantes. Se puede observar que el 49,48% poseen Licenciatura, un 23,71% poseen posgrado, 20,62% Bachillerato universitario y solo un 6,19% el grado de profesorado.



Figura 4. Grado académico alcanzado.



La muestra proviene de las siete provincias del país, Alajuela (n=32), San José (n=25), Heredia y Guanacaste (n=11), Puntarenas (n=7), Cartago (n=6) y Limón (n=5), por lo que se tuvo participación de docentes de toda Costa Rica. De ellos, un 63,92% se encuentra en propiedad o titularidad de su cargo, mientras que el 36,08% se encuentra en condición de interino. No se trata de una muestra estadísticamente significativa de la población de profesores del país, pero constituye una muestra que proporcionará información relevante para los objetivos de este trabajo.

#### 4.2. Uso de LV y LR

Se consultó si los docentes conocían la diferencia entre un LV y un LR, resultando que un 74,23% no conocía la diferencia entre estas herramientas, y de ellos, solo un 29,9% ha utilizado un LV como apoyo de sus clases. Con respecto a los criterios para elegir el LV, algunos de los que señalaron fueron:

- Que fuera gratuito.
- De fácil acceso.
- De aplicación de tecnología en el aula.
- Que permitiera demostrar procesos abstractos.
- Que posibilitara el abordaje de temas en forma llamativa.

Si bien los criterios de selección de los LV son válidos, quizás hacen falta criterios pedagógicos, para el uso de estos recursos, de esta forma el impacto de las TIC en las aulas se convierte en verdaderos recursos de aprendizaje.

Se consultó si habían utilizado un LR en alguna ocasión, y un 89,69% (n=87) indicó que no; solo un 10,31% (n=10) respondió positivamente, señalando que la forma en la que usaron el LR fue en el Taller que se brindó en LASERA, en un curso en la universidad y junto a un compañero de trabajo que asistió a LASERA.

En la Figura 5 se muestra los resultados a la pregunta referente a si asistirían a capacitaciones enfocadas al uso didáctico de LR. Se puede ver que el 94,85% estarían anuentes en asistir a dichas capacitaciones, lo que puede favorecer de forma positiva una incursión de estas herramientas en la secundaria costarricense.

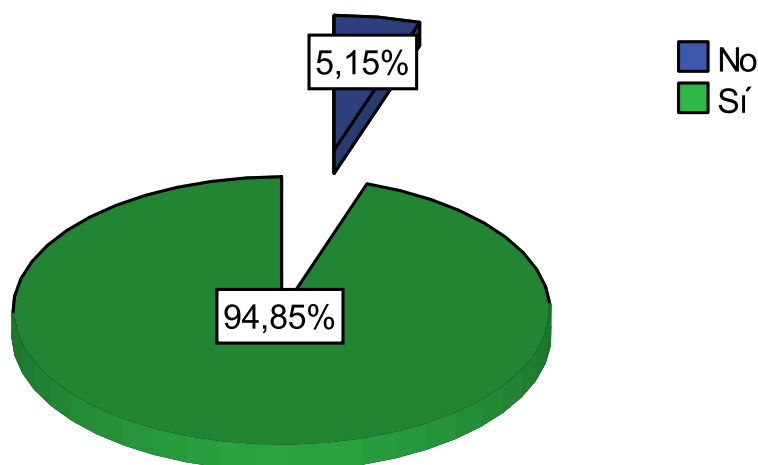


Figura 5. Asistiría a capacitaciones sobre el uso de LR.

Algunas de las razones que señalaron por las que les gustaría asistir a capacitaciones sobre LR se indicaron las siguientes:

- Es una herramienta valiosa.
- Sería una estrategia más para lograr que los estudiantes puedan comprender los temas de física.
- Es de vital importancia contar con herramientas para mejorar la enseñanza y además de ello se debe estar actualizado en estos campos para mejorar la calidad docente.

- Es una tendencia innovadora y merece ser atendida en un entorno que requiere mejorar su enseñanza a través de las TIC.
- Permiten realizar experimentos reales en la clase lo que es bueno ya que en la institución en la que trabajo no hay laboratorio de física.
- Es una experiencia muy importante para mí y mis alumnos.
- Hay que modernizar las lecciones y hacerlas más atractivas a los adolescentes.

En relación a la pregunta: ¿De tener acceso a un LR, lo utilizaría en sus clases?, un 94,85% señaló que sí lo usaría, esto es un aspecto importante ya que los docentes son quienes deben en última instancia planificar sus clases y decidir si usan estas herramientas.

Por último, se consultó acerca de si se realizan actividades experimentales en sus clases. Un 64,95% indicó que sí, y un 35,05% no realizan actividades experimentales. Sobre ellas, se hicieron las siguientes menciones:

- Hay un laboratorio semanal.
- Experiencias sencillas para temas como caída libre y conservación de energía.
- Laboratorios físicos con materiales del entorno.
- Únicamente experiencias sencillas y caseras.
- Realizo cada trimestre una práctica de laboratorio con materiales sencillos.
- En la institución se cuenta con un laboratorio móvil.

## 5. Conclusiones

Los resultados obtenidos reflejan que es viable brindar capacitaciones sobre el uso didáctico de LR para su uso en las clases de física en secundaria y fortalecer el trabajo experimental de esta ciencia en el nivel medio costarricense, las capacitaciones se pueden brindar desde la cátedra de física con la colaboración de WebLab-Deusto, en alguna de las diferentes sedes que posee la UNED en todo el país.

Siendo los LR recursos educativos que han tenido un impacto positivo en otros países, su implementación de una forma intencionada puede fortalecer las capacidades científicas de los jóvenes de secundaria, al tener la posibilidad de tener acceso a trabajo experimental en estos recursos.

Por último, este estudio reflejó que algunos de los participantes conocían los LR por el taller que se brindó en LASERA, el mencionado taller se brindó con la intención de dar a conocer estas herramientas y ver la aceptación por parte de los docentes, resta estructurar el proceso de capacitación y valorar el posterior uso de los LR en la enseñanza de la física en Costa Rica.

## Referências

ARGUEDAS-MATARRITA, C.; CONCARI, S.; GARCÍA-ZUBÍA, J.; MARCHISIO S.; HERNÁNDEZ-JAYO, U.; ALVES, G.R. et al. **A teacher training workshop to promote the use of the VISIR Remote Laboratory for electrical circuits teaching**. En evaluación para su presentación en Experiment@ International Conference (Exp. at'17), 6-8 junio 2017.

ARGUEDAS MATARRITA, C.; CONCARI, S.; CONEJO, M.; PEREZ, R. y HERRERO, D. El uso de un Laboratorio Remoto de mecánica en la enseñanza de la física en dos modalidades de educación superior. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 28 n. Extra, p.305-312, 2016.

ARGUEDAS MATARRITA, C.; CONCARI, S. y UREÑA, F. Cooperación Latinoamericana para el desarrollo de Laboratorios Remotos para la enseñanza de la física en ciencias e ingeniería. En: **III Congreso Argentino de Ingeniería– IX Congreso de Enseñanza de la Ingeniería – Resistencia**, 2016.

DÍAZ, K. (2016). **MEP lanza Plan Nacional de Formación Permanente**. Recuperado el 07 de enero de 2017, de <<http://www.mep.go.cr/noticias/mep-lanza-plan-nacional-formacion-permanente>>.

DÍAZ BARRIGA, F. (2015). **TIC y competencias docentes del siglo XXI**. En: **Los desafíos de las TIC para el cambio educativo**, Roberto Carneiro, Juan Carlos Toscano y Tamara Díaz (coordinadores). Colección Metas Educativas 2021. OEI y Fundación Santillana. Disponible en: <<http://www.oei.es/metas2021/LASTIC2.pdf>>.

GARCÍA-ZUBÍA, J.; ANGULO, I.; URIARTE, I. y MARTINEZ, G. **Learning to program in K12 using a remote controlled robot: RoboBlock**. A presentar en 14<sup>th</sup> International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV 2017), 15-17 Marzo 2017, New York.

GARCÍA-ZUBÍA, J.; CUADROS, J.; ROMERO, S.; HERNÁNDEZ, U.; ORDUÑA, P.; GUENAGA, M.; GONZALEZ-SABATE, L.; GUSTAVSSON, I. Empirical Analysis of the Use of the VISIR Remote Lab in Teaching Analog Electronics. **IEEE Transactions on Education**, v. pp n.99, p.1-8, 2016.

GARCÍA-ZUBÍA, J.; ANGULO, I.; MARTINEZ-PIEPER, G.; LÓPEZ, D.; HERNÁNDEZ, U.; ORDUÑA, P. et al. **Archimedes remote lab for secondary schools**. En Experiment@

International Conference (Exp. at'15), 2015 3<sup>rd</sup> (pp. 60-64). IEEE. DOI: 10.1109/EXPAT.2015.7463215

ORDUÑA, P. **Transitive and Scalable Federation Model for Remote Laboratories**. Bilbao, España: Universidad de Deusto. 2013.

PROGRAMA ESTADO DE LA NACIÓN. **Quinto Informe Estado de la Educación**. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación, 2015. Disponible en: <<http://estadonacion.or.cr/educacion2015/assets/cap-3-ee-2015.pdf>>.

RODRÍGUEZ, L. **Diseño e implementación de la plataforma Boole-WebLab-Deusto para el prototipado rápido de sistemas digitales mediante el uso de laboratorios remotos y realidad aumentada**. Bilbao, España: Universidad de Deusto. 2013.

UNESCO. **Replantear la educación**. ¿Hacia un bien común mundial? UNESCO, Paris, 2015. Disponible en: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002326/232697s.pdf>>.

### **Sobre os autores**

#### **Carlos Arguedas-Matarrita**

Profesor de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Cátedra de Física. Director de cátedra de Física que brinda cursos para las carreras de Enseñanza de las Ciencias Naturales, Enseñanza de las Matemáticas, Ingeniería Agronómica e Ingeniería Agroindustrial.

#### **Sonia Beatriz Concari**

Profesora de la Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Docente en el área de la Didáctica con Nuevas Tecnologías en Educación en Ciencias. investigadora en el área de desarrollo y evaluación de estrategias y recursos didácticos para la enseñanza de la física.

#### **Javier García-Zubía**

Universidad de Deusto, Facultad de Ingeniería, Profesor da Facultad de Engentaría da Universidad de Deusto (Bilbao, Espanha) desde 1989. Obtuve su doctorado en 1996, con la tesis "Método computacional Camp-DEUSTO para simplificar funciones booleanas. Desarrollo y implementación". És líder del Proyecto del Grupo de Investigación WebLab-Deusto, siendo sus intereses investigar los laboratorios remotos, dispositivos electrónicos programables y libros digitales sociales.