

---

Costa Rica, 24 al 26 de enero 2018

## El aprendizaje por indagación del tema circuitos eléctricos en la escuela secundaria utilizando el Laboratorio Remoto VISIR

Carlos Arguedas-Matarrita<sup>1</sup>, Sonia Beatriz Concari<sup>2</sup>, Adriana Gómez-Jiménez<sup>3</sup>, Susana Teresa Marchisio<sup>2</sup>, Gustavo R. Alves<sup>4</sup>, Javier García-Zubía<sup>5</sup>, Unai Hernández-Jayo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Física: Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia, UNED. San José, Costa Rica

Contacto: [carguedas@uned.ac.cr](mailto:carguedas@uned.ac.cr)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas: Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Argentina

<sup>3</sup>Ministerio de Educación Pública, MEP. Costa Rica

<sup>4</sup>School of Engineering: Polytechnic of Porto. Porto, Portugal.

<sup>5</sup>Facultad de Ingeniería: Universidad de Deusto. Bilbao, España.

### Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje del tema circuitos eléctricos en la escuela media bajo la metodología por indagación. Esta metodología será implementada por el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica a partir del año 2018. La propuesta se ha diseñado tomando en cuenta los cuatro procesos expuestos en el programa de estudios de física (focalización, exploración, reflexión-contrastación y aplicación). En la aplicación se fomenta el trabajo experimental por medio del laboratorio remoto VISIR.

**Palabras clave:** Indagación, Física, VISIR.

### Abstract

This paper presents a didactic proposal to facilitate the process of teaching and learning of electrical circuits at high school by inquiry-based learning. This methodology will be implemented by the Department of Public Education of Costa Rica from the year 2018. The proposal has been designed taken in account the four processes exposed in the Physics study program (focusing, exploration, reflection-contrastación and application). In the application the experimental work is promoted by means of the remote laboratory VISIR.

**Keywords:** Inquiry, Physics, VISIR.

## I. INTRODUCCIÓN

Existe consenso entre diferentes investigaciones que el trabajo experimental es esencial en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física (Andrés, Pesa y Moreira, 2006; Jaime y Escudero, 2011), sin embargo en la escuela media costarricense los espacios para realizar este tipo de actividades son muy limitados o nulos, por diversos factores. Uno de ellos es que en Costa Rica el número de instituciones de educación secundaria que cuentan con laboratorios de ciencias es reducido, se da una gran concentración de instituciones con laboratorio en la Gran Área Metropolitana (Programa Estado de la Nación, 2011) y mucho menor en el resto del territorio, por lo cual el trabajo experimental es poco habitual en la enseñanza de la física en el nivel secundario.

El Ministerio de Educación Pública (MEP) apuesta por una transformación del currículo educativo que a partir del 2018 se visualiza en todos los Programas de Estudios de Ciencias Naturales, proponiendo como estrategia metodológica la indagación. Su objetivo es promover en los estudiantes una participación más activa en el proceso de aprendizaje de una ciencia más contextualizada a la propia realidad de los mismos. Para cumplir con lo establecido en los programas, la mediación docente debe apoyarse en la metodología de aprendizaje por indagación por medio de cuatro componentes: focalización, exploración, reflexión-contrastación y aplicación (MEP, 2017).

Esta metodología de indagación es opuesta a lo que el último Informe del Estado de la Educación (2017) señala sobre lo que predomina en las aulas de la educación secundaria costarricense: “las actividades centradas en el docente o que utilizan métodos tradicionales en los que el profesor explica el tema, da algunos ejemplos y asigna ejercicios al grupo” (p.338).

Entre los temas objeto de estudio de las clases de física, los circuitos eléctricos resultan de potencial interés pues los encontramos en las casas, en los carros, en los televisores, en los teléfonos, en las radios, en las computadoras y en muchos más objetos de uso cotidiano del estudiante. Dado este hecho, desde el contexto, el estudio sobre los circuitos eléctricos puede ser objeto de motivación para el aprendizaje de la física.

El objetivo de este trabajo es realizar una propuesta didáctica para la enseñanza de los circuitos eléctricos en la educación secundaria utilizando el Laboratorio Remoto VISIR mediante la metodología por indagación.

### I.1. El aprendizaje por indagación

El aprendizaje por indagación o Enquiry-Based Learning (IBL) es una metodología de aprendizaje propuesta por John Dewey en los años treinta. Uno de los mayores precursores fue el profesor Georges Charpak, premio Nobel de Física en 1992, el cual implementó esta metodología en el año 1966 en la Academia de Ciencias en Francia. El IBL se basa en el aprendizaje principalmente en “(...) a través de actividades que implican la realización de observaciones, la formulación de preguntas, la revisión de fuentes de información y evidencias experimentales, la planificación de investigaciones, la proposición de respuestas y explicaciones y la comunicación de resultados” (Meisel y otros, 2010, p.113) centrándose en los estudiantes, los cuales llevan su propio registro (cuaderno o bitácora) sobre las actividades realizadas.

En este enfoque el docente y el estudiante tienen diversas participaciones en cada uno de los procesos que comprende esta metodología. La Tabla I resume estos roles.

**TABLA I.** Roles de participación del docente y el estudiante.

<b>Procesos</b>	<b>Docente</b>	<b>Estudiante</b>
<b>Focalización</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Contextualiza la mediación pedagógica de acuerdo a los conocimientos previos del estudiantado.</li><li>Facilita oportunidades al estudiantado, para plantear preguntas y expresar sus conocimientos previos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Comenta ideas previas.</li><li>Realiza cuestionamientos e hipótesis.</li></ul>
<b>Exploración</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>El docente guía el problema que se desea</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Obtiene evidencias y datos</li></ul>

	investigar, mediante el uso de materiales cotidianos, escenarios naturales, socioculturales y recursos tecnológicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propone una secuencia de actividades de aprendizaje.</li> </ul>	acerca del problema o desafío que desea investigar. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propone la forma de resolver el problema, si el docente así lo considera idóneo.</li> </ul>
<b>Reflexión y contrastación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultan diferentes fuentes de información de carácter científico, como libros, revistas, internet y especialistas o miembros de la comunidad conocedores del tema.</li> </ul>	
<b>Aplicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboran diseños de investigación relacionados con los saberes establecidos en los Programas de Estudio.</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia a partir de MEP, 2017.

Tras varias décadas de ser propuesta, diversas investigaciones (Camaño, 2012; Bevins y Price, 2016) muestran resultados muy positivos del empleo de IBL en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, sin embargo, se debe prestar el foco en la formación docente, al respecto Romero-Ariza (2017), señala que:

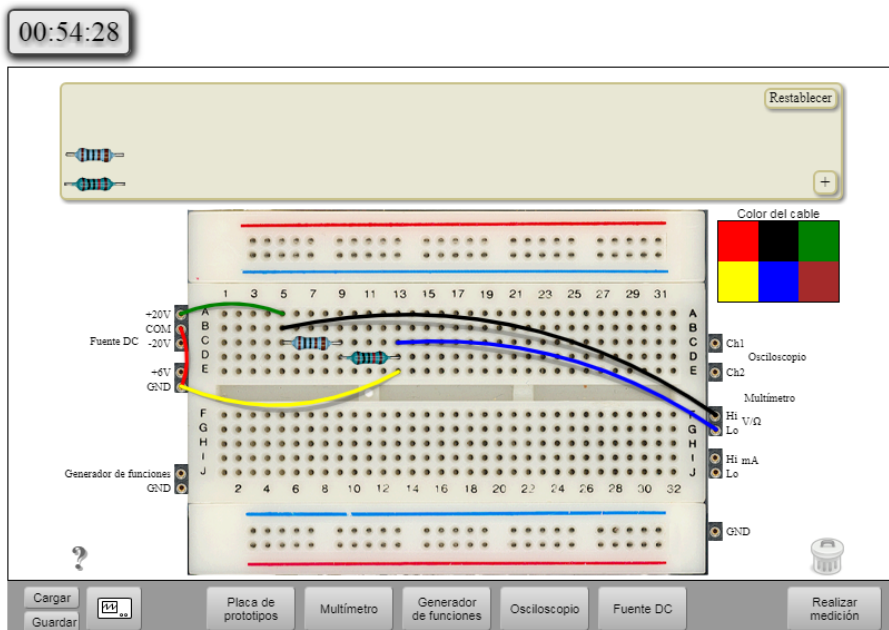
(...) tras varias décadas reivindicando el potencial del IBL para mejorar la enseñanza de las ciencias, es necesario cambiar el foco de discusión de la mera promoción de la indagación en el aula, a la utilización de actividades enfocadas a promover el pensamiento crítico, la argumentación y la modelización en el alumnado, así como ofrecer una adecuada formación de profesorado en este ámbito, para implementar una indagación de calidad (p.296).

## **I.2. El Laboratorio Remoto VISIR**

Un Laboratorio Remoto (LR) es un recurso educativo que combina hardware y software para permitir realizar experiencias de laboratorio reales por medio de internet (Concari y Marchisio, 2013; Orduña y otros, 2017). Los LR “permiten no solo la experimentación real, sino también compartir recursos entre instituciones y llegar a que más estudiantes experimenten” (Marchisio y otros, 2017, p.1).

En diferentes partes del mundo hay proyectos de LR que ofrecen prácticas para la enseñanza de la física (Arguedas y Concari, 2016), uno de ellos es el VISIR (Virtual Instruments System in Reality) diseñado en el Blekinge Institute of Technology (BTH) de Suecia, el cual es considerado como el LR más potente para el trabajo con circuitos (García-Zubía, 2016).

Con el LR VISIR, es posible experimentar con circuitos eléctricos que el propio estudiante puede armar, a través de Internet, en una representación de una protoboard como se muestra en la Figura 1.



**FIGURA 1.** Circuito en serie armado en VISIR.

Gracias a un proyecto financiado por la Unión Europea, actualmente hay cinco LR VISIR en Latinoamérica; tres de ellos en Brasil y dos en Argentina (Universidad Nacional de Rosario y Universidad Nacional de Santiago del Estero) (Marchisio y otros, 2016), además la UNED de Costa Rica se encuentra en proceso de compra de uno de estos equipos.

En una investigación reciente con una muestra de profesores de la escuela media costarricense, los mismos señalaron que asistirían a capacitaciones sobre el uso de LR para su posterior empleo en sus clases (Arguedas, Concari y García-Zubía, 2017), lo que podría impactar de forma positiva el aprendizaje de la física en Costa Rica.

## II. METODOLOGÍA

Esta propuesta didáctica está dirigida a profesores de ciencias naturales que impartan clases de física a estudiantes de secundaria. Se proponen actividades de aprendizaje por medio de la metodología IBL propuesta en los programas de estudio (MEP, 2017), utilizando VISIR para la enseñanza del tema circuitos eléctricos.

El trabajo se realizó en dos fases, la primera corresponde a un análisis documental en relación al IBL, del cual surgieron las ideas para desarrollar la propuesta didáctica, lo cual constituye la segunda fase.

En la Tabla II se describen las acciones que se propone que realice el docente.

**TABLA II.** Roles de participación del docente en la propuesta didáctica.

<b>Procesos</b>	<b>Docente</b>
<b>Focalización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propone a los estudiantes un caso sobre el uso de circuitos eléctricos comunes.</li> <li>• Plantea a los estudiantes un problema de circuitos eléctricos.</li> </ul>
<b>Exploración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formula a los estudiantes algunas preguntas sobre el mismo, que requieran cálculo.</li> <li>• Propone a los estudiantes el uso de VISIR para experimentar sobre el circuito.</li> </ul>
<b>Reflexión y contrastación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantea a los estudiantes consultar diferentes fuentes de información para conocer más del tema.</li> <li>• Compara junto a sus estudiantes los resultados obtenidos por ambos</li> </ul>

	procedimientos.
<b>Aplicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamenta junto a sus estudiantes las causas de las diferencias.</li> <li>• Replantea a los estudiantes los problemas de circuitos eléctricos.</li> </ul>

Se sugiere al docente que el planteo de las actividades propuestas se programe con preguntas problemáticas cuya búsqueda de respuesta exija averiguación de información, indagación experimental, discusión de los datos y argumentación. Esos procesos deben promover en los estudiantes la formulación de nuevas preguntas y la consecuente construcción de conocimiento sobre el tema.

Los materiales y recursos a utilizar para esta propuesta didáctica son:

- Conexión a Internet
- Computadora, tableta o Smartphone
- Cuaderno
- Lápiz y borrador
- Calculadora
- Libros de texto
- Usuarios y contraseñas para el uso de VISIR
- Batería, cables y bombillas

### III. RESULTADOS

Con esta propuesta didáctica se busca que los estudiantes por medio del trabajo experimental en VISIR comprendan: Qué es un circuito, sus componentes y los tipos de circuitos eléctricos, además de que se familiaricen con el trabajo experimental en un LR. La propuesta consta de las etapas que se detallan a continuación:

#### **Focalización**

Se propone que el docente mencione a los estudiantes que en las labores diarias estamos en contacto con diversos circuitos eléctricos, que utilizamos para realizar actividades cotidianas, como encender una lámpara o cargar el Smartphone. Incluso nuestra vivienda está completamente envuelta en circuitos eléctricos, por lo que es necesario conocer su funcionamiento y las leyes que explican su comportamiento (por ejemplo, ley de Ohm) así como fomentar el trabajo experimental que posibilite la comprobación de los fundamentos teóricos.

A partir de esa presentación, el docente propone la siguiente situación:

En nuestras casas hay muchas bombillas que utilizamos diariamente, pero ¿cómo se logra que las diferentes bombillas de una casa aun estando todas encendidas, no pierdan intensidad lumínica?

#### **Exploración**

A partir de los materiales solicitados se organiza la clase en grupos y se plantea a los estudiantes las siguientes preguntas:

- ¿Cómo podemos encender una bombilla con los materiales que tenemos disponibles? (Batería, cables y bombillas).
- ¿Cómo podríamos encender varias bombillas al mismo tiempo con los mismos materiales?

#### **Reflexión y contrastación**

Después de la discusión y experimentación que se genera a partir de las preguntas planteadas, los estudiantes realizan las siguientes actividades, asignadas por el docente:

1. Investigar en diferentes fuentes de información sobre los siguientes conceptos: circuito eléctrico, resistencia eléctrica, fuente de alimentación de voltaje y tipos de circuitos eléctricos (en serie, paralelo y mixto), resistencia equivalente en cada uno de los tipos de circuito.

2. Exponer de acuerdo a lo asignado por el docente sobre el significado los conceptos anteriores y las relaciones entre ellos, con el fin de generar una puesta en común del tema en estudio.

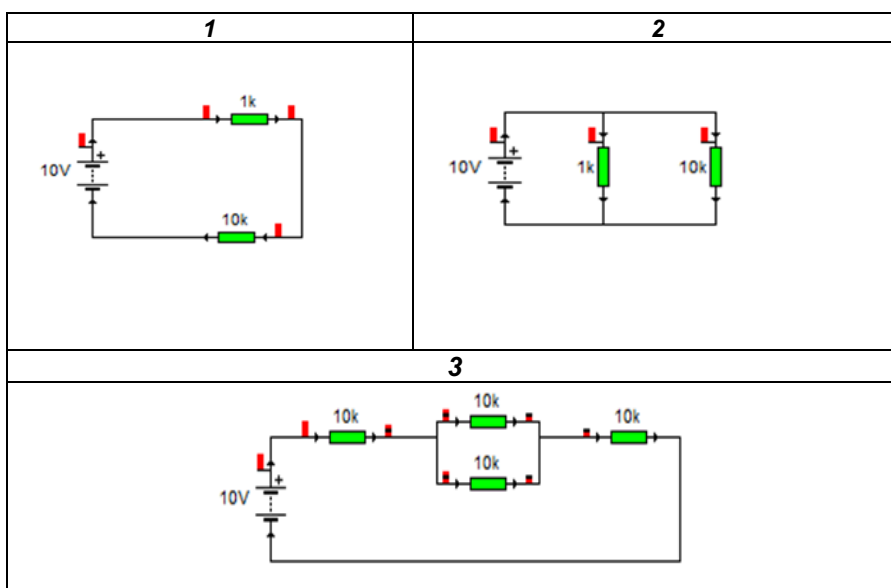
El docente retoma los conceptos desarrollados por los estudiantes, presenta y resuelve junto con ellos, algunos ejercicios de circuitos eléctricos.

### Aplicación

A continuación, se presenta las actividades de resolución de problemas y experimentales a desarrollar con el laboratorio remoto VISIR.

Se les asigna a los estudiantes nombres de usuarios y contraseñas personales y se les informa cómo acceder al laboratorio remoto (se puede utilizar el VISIR de Weblab-Deusto, o el de la Universidad Nacional de Rosario). Luego que hayan accedido los estudiantes deben trabajar en parejas, se brinda un tiempo prudencial a los estudiantes para que exploren el ambiente de trabajo en VISIR, posteriormente el docente explica los diferentes componentes y la forma en la que se trabaja en este laboratorio remoto (armado de circuitos, alimentación de voltaje, medida de resistencias eléctricas, voltajes y corriente).

En la Figura 2 se muestran los circuitos propuestos para el desarrollo de esta parte de la propuesta didáctica.



**FIGURA 2.** Circuitos propuestos

A partir de los circuitos anteriores, se propone al estudiante que realice lo siguiente:

- Calcular el valor de la resistencia equivalente de cada uno de los circuitos propuestos en la Figura 2.
- Armar cada uno de los circuitos de la Figura 2 en el VISIR y medir el valor de la resistencia equivalente.
- Comparar los valores calculados y los medidos y analizar las diferencias entre ellos.
- Alimentar el circuito con una fuente de 10 V.
- Calcular la caída de voltaje en cada una de las resistencias de los circuitos propuestos.
- Armar los circuitos en el VISIR y medir el valor del voltaje en cada una de las

resistencias.

- Comparar los valores calculados y los medidos y analizar las diferencias entre ellos. Como actividad final se propone una discusión grupal, en la que se aborden aspectos referidos a lo realizado anteriormente y sobre la importancia de resolver problemas de lápiz y papel y su contrastación con el trabajo experimental en un laboratorio de acceso remoto.

Algunas preguntas para generar la discusión son las siguientes:

- ¿A qué factores se debe la variación entre la resistencia equivalente teórica (obtenida al resolver el problema de lápiz y papel) y el valor de la resistencia equivalente experimental (medida con VISIR)?
- ¿Qué ventajas proporciona un circuito en paralelo con respecto a un circuito en serie? Como actividad final, en la clase, se accede a simulaciones computacionales de uso libre con las que se diagraman y simulan los circuitos antes armados, comparando los resultados con los obtenidos por los tres métodos, por medio de una discusión grupal.

#### **IV. CONSIDERACIONES FINALES**

La propuesta didáctica presentada integra la resolución de problemas de lápiz y papel, la experimentación en un entorno real (hands-on) y la experimentación real en laboratorio remoto. Estas actividades, guiadas a través de preguntas problemáticas formuladas por el docente, procura promover en el estudiante procesos de construcción de aprendizajes contextualizados, a través de un proceso de indagación.

La propuesta de actividades con la metodología IBL requiere de un trabajo planificado del docente, lo que hace necesario la capacitación de los profesores en ejercicio, y además una adecuada formación en los programas de profesorado en la enseñanza de las ciencias, para que la utilización de esta metodología de trabajo tenga los resultados esperados.

El LR VISIR es un recurso que puede potenciar el IBL si se plantean actividades de aprendizaje en las que los estudiantes puedan comprobar los principios físicos de los circuitos eléctricos a través del trabajo experimental.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a la Universidad Estatal a Distancia (UNED) por la beca otorgada a través del Acuerdo de Mejoramiento Institucional (AMI) para la realización del Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales en la Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto: "Procesos educativos mediados por tecnologías en ciencias e ingeniería. Estudio de casos" (UNR-11ING505).

#### **REFERENCIAS**

- Andrés, M. M., Pesa, M. A. y Moreira, M. A. (2006). El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales. *Ciência e Educação*, 12(2), pp. 129-142.
- Arguedas, C. y Concari, S. B. (2016). Remote laboratories used in physics teaching: a state of the art. Presentado en REV2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, 24-26 de febrero, Madrid, España. Doi: [10.1109/REV.2016.7444509](https://doi.org/10.1109/REV.2016.7444509).
- 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.
- Bevins, S. y Price, G. (2016) Reconceptualising inquiry in science education.

- Camaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 83-91.
- Concari, S. B. y Marchisio, S. T. (2013). The remote laboratory as a teaching resource in the scientific and technological training. *CreativeEducation*, 4(10), 33-39. Doi: [10.4236/ce.2013.410A006](https://doi.org/10.4236/ce.2013.410A006).
- Jaime, E. A. y Escudero, C. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias, Revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 371-380.
- Marchisio, S., Lerro, F., Merendino, C., Plano, M., Concari, S. B., Arguedas, C. García-Zubía, J., Hernández-Jayo, U. y Alves, G. R. (2017). Acerca de la eficacia de VISIR como recurso en temas de electrónica circuital en Argentina. En 1<sup>er</sup> Congreso Latinoamericano de Ingeniería. Entre Ríos, Argentina, 13-15, Septiembre.
- 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 y 21 de octubre.
- Meisel, D., J. D, Bermeo, A., H. P., Saavedra, M., C. y Patiño, G., L. (2010). El éxito en la enseñanza de las Ciencias basada en Indagación (EBCI): ¿Una cuestión más allá del aula de clase? *Pedagogía y Saberes*, (32), 111-124.
- Programa Estado de la Nación. (2011). Decimoséptimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Programa Estado de la Nación. Recuperado de [http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca\\_virtual/017/ICap6\\_17.pdf](http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/017/ICap6_17.pdf).
- Programa Estado de la Nación. (2017). Sexto Informe Estado de la Educación. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación. Recuperado de <http://www.estadonacion.or.cr/educacion2017/informe-para-descarga.html>.
- Romero-Ariza M. (2017). El aprendizaje por indagación, ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/19218>.