

Percepción de la usabilidad del laboratorio remoto VISIR como herramienta para el aprendizaje de la física en secundaria

Perception of usability of the remote laboratory VISIR as a tool for the learning of physics in high school

Jorge Andrey Lobo Castellón¹, Luis Felipe Paniagua Orozco¹ y Carlos Arguedas-Matarrita²

¹Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Enseñanza de las Ciencias Naturales, San Pedro de Montes de Oca, CP 474-2050, San José. Costa Rica.

²Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de Experimentación Remota, San Pedro de Montes de Oca, CP 474-2050, San José. Costa Rica.

*E-mail: jorge.lobo@uned.cr

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de la investigación sobre el uso del laboratorio remoto *Virtual Instruments System in Reality* (VISIR) en la enseñanza del tema circuitos eléctricos en dos instituciones de educación secundaria en Costa Rica. Por medio de la implementación de la secuencia didáctica elaborada se analizó la percepción de la usabilidad de los laboratorios remotos, con base en esta experiencia se puede concluir que estos recursos resultan de gran utilidad para realizar trabajos experimentales sin la necesidad de la presencialidad y además, son atractivos para los estudiantes, especialmente desde un contexto en que se analiza el uso de herramientas tecnológicas como complemento de la educación virtual aplicada en Costa Rica como consecuencia de la pandemia por la covid-19. La actividad se desarrolló por mediación virtual con una metodología asistida.

Palabras clave: Laboratorio remoto; Enseñanza de la física; VISIR.

Abstract

This document presents the results of the research on the usage of the remote laboratory *Virtual Instruments System in Reality* (VISIR) in the teaching of electrical circuits in two high school institutions in Costa Rica. Through the implementation of the didactic sequence developed, the objective was to analyze the perception of the usability of remote laboratories, based on this experience it can be concluded that these resources are useful to carry out experimental work without the need for presence and are also attractive to students, especially from a context in which the use of technological tools has become a complement to virtual education applied in Costa Rica as a consequence of the covid-19 pandemic. The activity was developed by virtual mediation with an assisted methodology.

Keywords: Remote laboratory; Physics teaching; VISIR.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores retos del docente en la actualidad es contar con recursos tecnológicos que permitan llevar a cabo ciertos experimentos sin la necesidad de trasladarse a un laboratorio. La experimentación en el aprendizaje de las

ciencias naturales juega un papel determinante ya que facilita y promueve la construcción y consolidación de los hechos científicos, para Valdés, Arteaga y Martínez (2016) un reto educativo en la enseñanza de la física es la creación o la adecuación de diferentes estrategias pedagógicas para construir conocimiento científico. Un componente importante de estas disciplinas las cuales se basan en el estudio de eventos y fenómenos naturales que en algunos casos son difíciles de observar a simple vista, de ahí la importancia de contar con herramientas que permitan llevar un tema abstracto a la cotidianidad del alumnado.

La tecnología esta posibilitando cada vez más el desarrollo de recursos educativos que permiten apoyar el componente experimental requerido en el aprendizaje de las ciencias, abriendo nuevas oportunidades pedagógicas, incluso permitiéndonos ahora contar tanto con laboratorios virtuales (LV) y laboratorios remotos (LR). Estos recursos le permiten al docente la realización de experimentos, fomentado el trabajo experimental en instituciones que no cuentan con los recursos para equipar un laboratorio. La utilización de los LR permite a cada estudiante tener acceso a un recurso de aprendizaje que le permite realizar el proceso de experimentación sin la necesidad de trasladarse de un lugar a otro, además de cubrir el vacío experimental que tienen el estudiantado en el aprendizaje de las ciencias naturales Esta investigación tiene como objetivo proporcionar un panorama sobre la percepción de los estudiantes al momento de utilizar el LR VISIR en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, en esta investigación se utilizó el VISIR de la UNED de Costa Rica (Arguedas-Matarrita, Conejo-Villalobos, Elizondo, Barahona-Aguilar, Orduña, Rodríguez-Gil y García-Zubia, 2020).

Con base en esto, se propone en esta investigación el análisis de la percepción de los estudiantes al momento de utilizar el LR VISIR en el aprendizaje de la física, para ello se plantean objetivos específicos enfocados en desarrollar y aplicar una secuencia didáctica; describir la percepción en el uso del LR y valorar el impacto de su uso, respondiendo específicamente a la pregunta de investigación: ¿Cuáles son las percepciones de los estudiantes de undécimo año del Centro Educativo Universitario para Niños y Adolescentes (CEUNA) y el Centro Educativo María Inmaculada (CEMI) con relación a la usabilidad del laboratorio remoto VISIR, como herramienta para el aprendizaje de la física?

A. La enseñanza con herramientas digitales

El uso de diferentes metodologías y estrategias didácticas ha sido un tema ampliamente desarrollado en la educación, especialmente al existir una clara relación entre la forma que se enseña y los resultados que se esperan obtener. El conocimiento científico y el aprendizaje en general no se da por la asimilación de cadenas o de conceptos acabados, muchas veces el docente se preocupa por presentar de forma lógica un esquema que ya existe y debe ser solamente aprendido, pero la realidad es que la formación de conocimientos en la ciencia debe darse por un proceso más elaborado, en el cual haya flexibilidad, creatividad y un rol activo en el estudiante.

Desde la teoría del aprendizaje social, el andamiaje se establece como el mecanismo para ayudar a los estudiantes a construir su conocimiento, de esta forma el docente debe apoyarlos, presentando una asociación relevante entre la ciencia y la vida o contexto de la vida de los estudiantes. Esa desconexión entre la aplicación del conocimiento y las teorías llevan a la desidia o al desinterés, además la relación del docente con los estudiantes es importante para alcanzar el objetivo educativo, esto no quiere decir que el docente se convierte en confidente o amigo de todos, sino, que, con su actitud es capaz de motivar y llevar a los estudiantes al estado meta cognitivo que se espera, sobre todo se busca que los estudiantes sean capaces de definir, observar, caracterizar, comparar, clasificar y abstraer.

En este sentido, es necesario acompañar el esfuerzo educativo con estrategias experimentales, en donde el docente apoye el aprendizaje por medio de formas practicas los contenidos y de esta manera hacer una dinámica de enseñanza – aprendizaje con un enfoque científico y práctico. En muchos ámbitos actuales desde la educación pública como privada se discute ampliamente sobre la importancia de la incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza, y muy especialmente de las ciencias naturales permitiendo estas aplicar una gran variedad de proyectos al currículo. Al respecto Capuano (2011) dice que las nuevas tecnologías *“son recursos innovadores que permiten diseñar un conjunto de estrategias en las prácticas docentes, capaces de producir una verdadera revolución educativa en general y en la enseñanza de las Ciencias Naturales”* (p. 79). La urgencia debe estar acompañada de un proceso que logre que los docentes y los estudiantes lleguen a comprender y maximizar los recursos que tienen disponibles; sin embargo, la realidad es que los docentes deben improvisar en muchos casos ya que cuentan con escasos recursos pedagógicos.

Una de las principales herramientas para la experimentación históricamente ha sido el uso de laboratorios, para Reyes, Reyes y Pérez (2016) *“la idea inicial y central consiste en replicar las formas y métodos de cómo los científicos consiguen nuevos descubrimientos. En consecuencia, los estudiantes, al realizar las prácticas de laboratorio, aprendían a “hacer ciencia” de alguna manera”* (p. 24).

La enseñanza de las ciencias por medio de prácticas de laboratorio o proyectos de investigación resulta muy costosa, sobre todo cuando se requieren equipos de laboratorio o reactivos. La realidad de la mayoría de nuestros centros educativos es que no se cuentan con estos recursos, por lo que una de las principales herramientas y que al mismo tiempo se configura como base para el desarrollo de las experiencias experimentales actuales son las TIC, lo

que implica una transformación de la metodología utilizada por sistemas tradicionales, donde los libros de texto no son la única herramienta didáctica.

Dentro de este concepto pedagógico encontramos los laboratorios virtuales como herramienta de la experimentación, no exclusivo de sistemas educativos a distancia, sino como complemento del proceso educativo, especialmente en contextos históricos en que la tecnología se posiciona cada vez con mayor fuerza ampliando las posibilidades educativas al respecto se señala que los laboratorios virtuales:

Consisten en simulaciones de actividades prácticas, es decir, imitaciones digitales de prácticas de laboratorio o de campo reducidas a la pantalla de la computadora. Resultan de gran interés para abordar procesos físicos en los que la experimentación se ve restringida por seguridad, tiempo, disponibilidad de material, equipo especializado, etcétera. La simulación permite reproducir fenómenos y procesos planteando actividades investigativas a los alumnos, quienes pueden interactuar con el programa. (Reyes, Reyes y Pérez, 2016, p.25)

Los experimentos virtuales se han desarrollado como un apoyo esencial para la enseñanza de las ciencias en la modalidad tanto presencial como en línea. Por esto, el desarrollo de simuladores y laboratorios remotos se visualiza como una herramienta muy importante para los procesos de enseñanza y aprendizaje en este siglo (García y Gil, 2006). Además, de no tener las limitaciones de un laboratorio tradicional, sitúa al estudiante en un rol investigativo que le permite tener una idea general del trabajo científico, le permite hacer ciencia y ser protagonista del aprendizaje de una forma interactiva, lo cual, también promueve la motivación, el cual tiene una relación directa con la eficacia del aprendizaje.

Específicamente sobre el Laboratorio Remoto VISIR, este fue desarrollado por el profesor Ingvar Gustavsson del Blekinge Institute of Technology (BTH, Suecia). Una característica importante de este laboratorio remoto respecto a otros es la posibilidad de reconfiguración remota de los experimentos a realizar. Es decir, el usuario puede elegir que circuito quiere estudiar, construirlo remotamente gracias a una matriz de conmutación y analizar su comportamiento mediante los instrumentos contenidos en un PXI, el cual proporciona energía, enfriamiento y un bus de comunicación para soportar múltiples módulos de instrumentación dentro del mismo equipo entre estos módulos se encuentran el osciloscopio, generador de funciones, multímetro y fuente de alimentación, controlados también remotamente por el usuario (DIECC, 2020).

Desde el año 2018 la Universidad Estatal a Distancia con el apoyo de LabsLand desplegaron el laboratorio VISIR en las instalaciones I+D de la Vicerrectoría de Investigación (Arguedas-Matarrita *et al.*, 2019). Este laboratorio es actualmente utilizado por la Catedra de Física como parte del programa educativo a distancia que se ofrece en la UNED. Esta plataforma es la que permite a esta investigación ser aplicada en los centros educativos CEMI y CEUNA, con el fin de profundizar en la percepción del estudiantado sobre el LR VISIR, para poder ofrecer a los estudiantes unas formas de abordaje pedagógico en la enseñanza de la física.

II. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló en dos centros educativos de la escuela media en dos regiones de Costa Rica, con estudiantes de undécimo año durante el II semestre del 2020. Participaron 40 estudiantes distribuidos en tres grupos, uno del CEUNA y dos del CEMI. De ellos, 21 son varones y 19 mujeres, con una edad promedio de 17 años.

Para obtener la información de esta investigación se utilizaron tres instrumentos: un cuestionario inicial y la entrevista grupal en la etapa final. Además de los instrumentos de recolección de información, se aplicó una secuencia didáctica en modo de taller educativo, de manera que se expusieran los conceptos relevantes del tema de circuitos eléctricos como introducción a la ejecución del LR mediante una guía de experimentación. La propuesta didáctica se enfocó en comprobar experimentalmente la Ley de Ohm utilizando el LR utilizando los recursos (resistencias, multímetro y alimentación de voltaje) que posee el VISIR.

La aplicación de los instrumentos se realiza en dos etapas, con el fin de hacer un diagnóstico previo sobre el conocimiento que tienen los estudiantes de los LR y las herramientas tecnológicas y su aplicación en los entornos educativos y, posteriormente, en la etapa final una vez utilizado el LR VISIR, se indagó la percepción que tuvieron al momento de utilizar este recurso.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los resultados más importantes que se lograron recabar mediante la aplicación del cuestionario, secuencia didáctica y entrevista grupal son los siguientes.

TABLA I. Percepción de los estudiantes sobre el grado de estrés a raíz de la experiencia en la educación virtual.

La educación virtual ha resultado estresante durante la pandemia de covid-19	Frecuencia Absoluta	Porcentaje (%)
Muy en desacuerdo	3	7,5
En desacuerdo	2	5
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3	7,5
De acuerdo	12	30
Muy de acuerdo	20	50

En la tabla 1 se puede evidenciar que el 80 % de los estudiantes encuestados indicaron estar “*muy de acuerdo*” o “*de acuerdo*” en que la experiencia en la educación virtual ha tenido un alto grado de estrés para ellos. Mientras que únicamente el 12,5 % de los encuestados no consideran estar estresados con la educación virtual.

Una de las limitaciones de la educación virtual es la interacción entre los estudiantes y el docente. Durante la pandemia de covid-19 la convivencia a como se estaba acostumbrada en el salón de clase se cambió por una convivencia digital. Considerando lo anterior se planteó el cuestionamiento de si la educación virtual ha sido efectiva, considerando los aspectos como el aprendizaje y la convivencia (tabla II).

TABLA II. Percepción de los estudiantes sobre la efectividad de la educación virtual

El aprendizaje virtual ha sido efectivo, es decir, le ha permitido aprender e interactuar con el docente y compañeros durante la pandemia de covid-19	Frecuencia absoluta	Porcentaje (%)
Muy en desacuerdo	7	17,5
En desacuerdo	8	20
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	12	30
De acuerdo	11	27,5
Muy de acuerdo	2	5

En la tabla 2, se observa que hay el 30 % se encuentran neutrales y el 32,5% tiene una posición favorable, mientras que el 37.5% consideran que el aprendizaje virtual no ha sido efectivo durante la pandemia covid-19.

La enseñanza de la física es una labor donde el proceso de experimentación es fundamental para la captación de algunos conceptos abstractos. En este sentido y en el contexto actual, la aplicación de nuevas tecnologías es una alternativa que permite al estudiantado tener acceso a estos recursos y utilizarlos durante el aprendizaje.

Tomando en cuenta lo anterior, surgen algunas preguntas sobre la percepción que tiene el estudiantado al uso de nuevas tecnologías en la enseñanza de la física. En la tabla III, se puede observar la tabulación de los resultados.

TABLA III. Percepción de los estudiantes respecto a la aplicación de nuevas tecnologías en la enseñanza de la física.

Ítem	Muy en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Muy de acuerdo	
	<i>Fr</i>	%	<i>Fr</i>	%	<i>Fr</i>	%	<i>Fr</i>	%	<i>Fr</i>	%
Puedo relacionar lo que aprendo en clases de Física con lo que sucede con mi entorno diario.	5	12,5	8	20	9	22,5	13	33	5	13
Durante las clases de Física, el o la docente utiliza la experimentación como forma de aprendizaje	7	17,5	10	25	5	12,5	12	30	6	15
Durante las clases de Física, el o la docente utiliza laboratorios como forma de aprendizaje	13	32,5	6	15	7	17,5	11	28	3	7,5
Estoy familiarizado con los laboratorios remotos, los he utilizado al menos alguna vez durante este año.	16	40	10	25	4	10	9	23	1	2,5
	3	7,5	5	13	8	20	12	30	12	30

Muchos de los conceptos teóricos que se analizan en la física son un poco abstractos para el estudiantado, lo que dificulta ponerlos en práctica en la vida cotidiana. De este cuestionamiento surge la pregunta si el estudiantado puede relacionar lo que aprende en las clases de Física con lo que sucede en el entorno diario.

Los resultados más relevantes de esta pregunta se centran en que el 46 % del estudiantado encuestado indicó estar “de acuerdo” o “muy de acuerdo” con la relación entre lo que aprende en las clases de Física con lo que sucede en el entorno diario. En comparación con el 32.5% que indica no estar de acuerdo o muy en desacuerdo con la relación de su aprendizaje de la física con respecto a su entorno.

La experimentación como se mencionó anteriormente es un instrumento que facilita el proceso de enseñanza y aprendizaje del estudiantado, por lo que analizar la percepción relacionado a que si el docente utiliza la experimentación como forma de aprendizaje resulta conveniente para considerar los espacios de experimentación y sus metodologías.

En este sentido, el 30 % del estudiantado indicó estar “de acuerdo” con que el docente utiliza la experimentación como forma de aprendizaje. A pesar de presentar un alto porcentaje de satisfacción, el 25 % manifestó estar “en desacuerdo” y el 17,5 % “muy en desacuerdo”. Estos resultados permiten tener una noción de que la experimentación no impera en el proceso de enseñanza y aprendizaje del estudiantado.

Relacionado con la pregunta anterior, surge la duda si el docente utiliza o plantea laboratorios como forma de aprendizaje. Los resultados son bastante interesantes analizando que el 32,5 % de los estudiantes indicaron estar “muy en desacuerdo” respecto a la utilización de laboratorios como forma de aprendizaje. El 15 % indicó estar “en desacuerdo”, el 17 % “ni de acuerdo ni en desacuerdo” y el 28 % se encuentra “de acuerdo”.

Con relación a los LR, se planteó la pregunta si estaban familiarizado con su utilización, teniendo resultados bastante interesante. El 40 % indicó estar “muy en desacuerdo” al no haber tenido contacto alguno con esta herramienta. El 25% manifestó estar “en desacuerdo” y el 23 % se encuentra “de acuerdo”. Llama considerablemente la atención el porcentaje tan alto de estudiantes que nunca han tenido contacto con este tipo de herramienta, sobre todo en el contexto actual donde la experimentación se debe de realizar remotamente.

Las entrevistas grupales se llevaron a acabo de forma virtual por medio de la plataforma *Microsoft Teams* y *Google Meet*, en este proceso el moderador fue planteando las preguntas de forma que la mayoría de los estudiantes pudieran participar, para el obtener la mayor cantidad de información por medio de las interacciones de los estudiantes. En esta sección se presentan los resultados cualitativos obtenidos por medio de la aplicación de la entrevista grupal, una vez finalizado en el Taller Educativo de Circuitos Eléctricos por medio del laboratorio remoto VISIR.

En la tabla IV se puede ver la tabulación de los resultados provenientes de la entrevista grupal.

TABLA IV. Percepción de la usabilidad de laboratorios remotos como herramienta para el aprendizaje de la física bajo la metodología indagatoria en secundaria.

Preguntas	Codificación de las respuestas
¿Qué palabras utilizarían para describir las actividades realizadas con el laboratorio remoto, en el tema de circuitos eléctricos?	<i>“Complicado – Complejo – Interesante – Divertido – Innovador – Diferente – Dinámico – informativo – Confuso pero interesante – Comprensivo”</i>
Consideran que la forma de trabajo utilizado en el taller, incluyendo la experiencia de laboratorio remoto (metodología) propicia un aprendizaje colaborativo o individualista. ¿Por qué?	Individualista <i>“...por ser remoto no se interactúa con los demás...”</i> <i>“...si fuese presencial sería más colaborativo...”</i> Colaborativo <i>“...Entre los compañeros nos explicamos...”</i>
¿Qué opinión tiene respecto al sitio web (interfaz) que se utilizó?	<i>“...La página se veía bien al ser sencillo minimalista...”</i> <i>“...La interfaz permitía la interacción...”</i> <i>“...No era difícil navegar...”</i> <i>“...El proceso de registro es sencillo...”</i> <i>“...Es tedioso cuando se cae el Internet...”</i>
¿Cuál es su percepción con respecto a los laboratorios remotos?	<i>“...Se usa para practicar la materia...”</i> <i>“...Útil especialmente para quienes le gustan la materia...”</i> <i>“...Se puede acceder desde cualquier lugar...”</i> <i>“...Más eficientes, explican y se pueden, interactuar con la materia del libro...”</i> <i>“...aplica la teoría...”</i> <i>“...acopla a las necesidades de la nueva realidad virtual...”</i> <i>“...Muy interesante lo que se ha logrado diseñando el laboratorio, estos contenidos usualmente no aprenden manipulando los procesos...”</i>

Uno de los aspectos positivos que tienen los LR es la contratación del contenido teórico aplicado con la experimentación como si estuviésemos en un laboratorio presencial. En este sentido surge la duda si el taller educativo permitió relacionar los contenidos teóricos con la cotidianidad del mundo que nos rodea. Los resultados facilitan una noción básica del cómo el LR repercute en la contratación de lo teórico a lo práctica.

Tomando en cuenta el contexto actual (pandemia) en el que se aplicó el LR, es importante considerar si el estudiantado percibe que esta herramienta propicia el aprendizaje colaborativo o individual. Las respuestas presentan ciertas particularidades, por ejemplo, el LR en un inicio se iba aplicar de forma presencial y esto permitía tener un mayor contacto con el estudiantado y a la vez un proceso de socialización entre ellos. Al no poder aplicarse presencialmente por la pandemia covid-19, esto limitó en gran medida el proceso de socialización y la interacción entre docente-estudiante. A pesar de esta limitación, de igual manera se brindó un acompañamiento virtual entre docente-estudiante.

Al ser una herramienta nueva, era importante conocer la percepción que tenía el estudiantado relacionado a la interfaz que utiliza el LR VISIR. La interfase de esta herramienta es bastante amena con el usuario lo que se contrasta con la información recolectada de la entrevista grupal. A pesar de su fácil accesibilidad siempre va a encontrar la limitante del Internet.

Con relación a la percepción respecto a los laboratorios remotos, se planteó la consulta al estudiantado, posteriormente finalizado el taller educativo. La percepción en general del estudiantado es bastante positiva, a pesar de ser una herramienta relativamente nueva para ellos.

Por último, se planteó al estudiantado que mencionase alguna desventaja que tiene los LR con respecto a las actividades de experimentación presencial. Las respuestas fueron bastante variadas, pero en su mayoría se centran en la dependencia que tiene el LR con la accesibilidad del Internet. Si nos centramos en regiones donde el Internet tiene muy mala recepción el acceso al LR sería nulo, gran diferencia con los laboratorios presenciales que no dependen de la conectividad.

V. CONCLUSIONES

Entre las principales conclusiones obtenidas desde el análisis de resultados de este proyecto se mencionan cuatro, desde los diferentes objetivos específicos que se plantearon.

A. En cuanto a la aplicación de la secuencia didáctica

La implementación de la secuencia didáctica en forma de taller educativo es una herramienta bastante completa que permite al estudiantado experimentar de forma remota sin la necesidad de trasladarse a un laboratorio presencialmente. Esta particularidad del LR llama la atención del estudiantado, lo que le permite ser una herramienta tecnológica que ayude en su proceso de enseñanza y aprendizaje.

Es importante considerar que la virtualidad puede ser estresante para el estudiantado. De ahí la importancia de realizar una combinación de clases sincrónicas y asincrónicas. Esto permite al estudiantado aprender a su propio ritmo y a la vez ser participe en su proceso de enseñanza y aprendizaje.

El proceso de experimentación remota es una tecnología relativamente nueva en el país por lo que su aplicación a nivel de secundaria apenas está dando los primeros pasos. La implementación de estrategias didácticas tecnológicas debe de tener un objetivo claro para su correcta aplicación. La previa preparación del docente juega un papel fundamental para conocer las virtudes y limitaciones que implique la utilización de las estrategias didácticas tecnológicas como el LR VISIR.

B. En cuanto al impacto de la educación virtual

Costa Rica, así como casi todos los países del mundo, han sufrido de manera directa las consecuencias de la pandemia por la covid-19, impactando todos los niveles de la sociedad, desde lo económico hasta lo educativo. El sistema educativo costarricense, ha debido realizar ajustes en administrativos y pedagógicos para asegurar la continuidad de la educación en la población estudiantil.

La educación virtual como medida de prevención y seguridad ha traído consecuencias en la forma en que los estudiantes y docentes asumen su rol en el proceso de aprendizaje. En los estudiantes se observa que estas medidas han traído tensión y estrés adicional al proceso de aprendizaje, aun cuando el alcance de esta investigación no está orientada a este análisis, se consideran factores internos y externos que podrían contribuir a esta situación, como aspectos de la misma situación en la que nos enfrentamos actualmente y las limitaciones tecnológicas, temporales y de contenidos en el proceso educativo.

Uno de los principales hallazgos de esta investigación es la relevancia que tiene para los estudiantes las herramientas tecnológicas en el proceso de la enseñanza de la física. Al respecto, los resultados indican no solamente una apertura y percepción positiva, sino que, los recursos tecnológicos se plantean como una necesidad en el proceso de la enseñanza de la física al permitir abordar desde una forma participativa y concreta los conceptos y contenidos abstractos que hasta ahora los estudiantes únicamente habían estudiado desde un acercamiento teórico.

C. Respetto a la percepción de los estudiantes con relación a la utilización del Laboratorio Remoto VISIR

Las personas estudiantes que han participado de este proceso investigativo perciben de manera positiva la utilización del Laboratorio Remoto VISIR. Para la mayoría de los estudiantes esta ha sido su primera experiencia con un modelo de experimentación remoto, de forma que al estudiantado le ha parecido una actividad innovadora, de gran valor para su aprendizaje y que abre nuevas posibilidades para entender la física. Pero al mismo tiempo devela una debilidad en el sistema educativo por incorporar elementos como los laboratorios remotos en los centros educativos.

Desde su experiencia el estudiantado considera que el LR VISIR presenta cierto grado de complejidad, especialmente relacionando a la comprensión de su funcionamiento; sin embargo, una vez se comprende la metodología de uso de la herramienta, el sistema permite una interacción positiva que permite a los estudiantes comprender de forma más vivida el tema de circuitos eléctricos. Desde esta perspectiva, se resalta el valor que esta herramienta tiene en la didáctica de la física, y se presentan recomendaciones para que elementos como el VISIR puedan evolucionar y adaptarse a los avances tecnológicos, entre estos se mencionan mejoras en su interfaz que permite la comunicación y retroalimentación con el usuario, así como una guía interactiva para que la misma plataforma ofrezca los aspectos necesarios para su funcionamiento, sin la necesidad de recurrir a herramientas explicativas externas.

La implementación del LR VISIR pone en relevancia varios aspectos importantes de la enseñanza de la física, tomados del análisis que realizaron los propios estudiantes con respecto a su percepción sobre el VISIR la uno de estos es la motivación, especialmente desde la innovación, aspecto que tiene un efecto positivo en los estudiantes al enfrentarse a nuevos retos, además de la capacidad de tanto cooperar con los compañeros y docente, pero al mismo tiempo permitir el trabajo individual y personalizado, al ritmo de cada estudiante desde un ambiente remoto. Desde la perspectiva de los estudiantes la experimentación y el uso de nuevas tecnologías facilita el aprendizaje y da sentido al aprendizaje que en su experiencia ha estado basado en métodos tradicionales.

Sin embargo, a pesar de ser una herramienta versátil y que aporta aspectos muy positivos al aprendizaje del estudiantado, no podemos obviar que existe una limitación en un gran grupo de la población estudiantil de país por la falta de recursos tecnológicos (computadora, Smartphone, entre otros) y la brecha en el acceso a Internet, evitando la democratización de este tipo de recursos, la cual ha quedado demostrada en el transcurso del periodo lectivo 2020 y 2021, donde las modalidades de educativas se han visto sujetas al acceso de los estudiantes a estos recursos tecnológicos.

Los resultados de esta investigación permiten orientar cuales deben ser los esfuerzos y el futuro de la didáctica de las ciencias naturales, las cuales deben enriquecerse del contexto, de forma que respondan a las necesidades de los estudiantes y especialmente de la formación en las habilidades que demanda la sociedad y el mundo en que les corresponde desenvolverse, tomando en cuenta las diferentes realidades de la educación costarricense.

D. Respetto al impacto del uso del Laboratorio Remoto VISIR en la enseñanza de la física

Las personas estudiantes manifiestan entender mejor el tema de circuitos eléctricos después del uso del LR VISIR, de manera que existe un impacto para la asimilación de conocimientos y en la mejorar de las capacidades cognitivas, relacionadas al tema de circuitos eléctricos, mismo que según los estudiantes, puede ser amplificado y aplicado a diferentes temas de la física como a conceptos de densidad, fuerza y movimiento, desde la noción de utilidad que tienen los laboratorios remotos y las actividades de experimentación en el aprendizaje de conceptos relacionados a la física.

El LR VISIR tiene un potencial de adaptación a otras metodologías innovadoras, acompañado de propuestas didácticas que se adapten al nivel cognitivo del estudiantado. Ya que, esta plataforma ofrece la posibilidad de utilizar sus diferentes componentes para el aprendizaje de contenidos más sencillos, lo que permite la incorporación de estas herramientas de forma paulatina en los diferentes niveles académicos, de forma que hay un mayor alcance, exposición y una familiarización gradual del estudiantado que con el paso del tiempo ha experimentado con diferentes elementos de la plataforma, por ejemplo: resistencia o el voltímetro, favoreciendo la demostración real y experimentación como herramientas pedagógicas.

REFERENCIAS

Arguedas-Matarrita, C., Conejo-Villalobos, M., Elizondo, F. U., Barahona-Aguilar, O., Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., & García-Zubia, J. (2020, February). Experience with the VISIR Remote Laboratory at the Universidad Estatal a Distancia (UNED). In *International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation* (pp. 162-170). Springer, Cham.

Arguedas-Matarrita, C., Orduña, P., Concarri, S., Elizondo, F.U., Rodríguez Gil, L., Hernández, U., Carlos, L.M., Conejo-Villalobos, M., da Silva, J. B., García Zubia, J., *et al.* (2019). Remote experimentation in the teaching of physics in Costa Rica: First steps. *Proceedings of the 2019 5th Experiment@ International Conference (exp.at'19)*, Madeira, Portugal, 12 al 14 de junio de 2019.

Capuano, V. (2011). El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 2(2), 79-88

Departamento de Ingeniería eléctrica, electrónica y de control – DIECC (2020) *Laboratorio Electrónica VISIR*. España: http://www.ieec.uned.es/Labs_remosos.htm

García, A. y M.R. Gil (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2).

Reyes, A., Reyes, M., Pérez, M. (2016). Experimentación virtual con el simulador dosis-respuesta como herramienta docente en Biología. *Apertura*, 8(2), 22-37.

Valdés, E., Arteaga, L., Martínez, J. (2016). Teaching science in the new millennium. *Challenges and Suggestions*, 8(1), 169-176.