



Laboratorios Remotos: Un recurso didáctico para la formación docente en Ciencias Naturales dentro del Modelo de Laboratorio Extendidos

Eric Montero-Miranda^a, Kenneth Castillo-Rodríguez^b, Oscar Barahona-Aguilar^c

^aUniversidad Estatal a Distancia, Laboratorio de Experimentación Remota, San José Costa Rica, Apartado Postal: 474-2050 Montes de Oca

^bUniversidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, San José Costa Rica, Apartado Postal: 474-2050 Montes de Oca

^c Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, San José Costa Rica, Apartado Postal: 474-2050 Montes de Oca

ARTICLE INFO

Received: 16 enero 2022

Accepted: 10 mayo 2022

Available on-line: 31 mayo 2022

Keywords: Natural Sciences, Online Learning, Teaching Competence.

E-mail addresses:

Eric Montero-Miranda
emonterom@uned.ac.cr

Kenneth Castillo-Rodríguez
kecastillo@uned.ac.cr

Oscar Barahona-Aguilar
obarahona@uned.ac.cr

ISSN 2007-9842

© 2022 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

The teaching processes promote the construction and appropriation of knowledge for the performance of future teachers of Natural Sciences. In this science, one of the biggest challenges is the implementation of the experimental component, where the Extended Laboratory (EL) model emerges as an interesting alternative to solve these shortcomings. This work aimed to assess the potential of Remote Laboratories (RL), within the EL model, as an experimental didactic resource in the training of Natural Sciences teachers. The methodology based on a mixed approach, used a questionnaire with Likert-type statements and an open-response statement on the potentialization of teaching skills. In total, 44 students participated in the Science Teaching Methodology course at the Universidad Estatal a Distancia (UNED). The results reveal the students' perception regarding RL as an appropriate didactic resource for approaching experimental activities in Natural Sciences, allowing self-regulation due to its ease of use. In addition, they estimated that the RLs promote the development of competences such as: analysis, observation, problem solving and reasoning; with which the construction of knowledge is encouraged. In conclusion, the RLs constitute a didactic resource that allow the development of experimental activities as part of the initial training of teachers in Natural Sciences, given the characteristics for their deployment within learning platforms, the ease of use and the possibility that provides to extend the experimental activity outside the classroom.

Los procesos de enseñanza propician la construcción y apropiación del conocimiento para el desempeño de futuros docentes de Ciencias Naturales. En esta ciencia uno de los mayores retos es la implementación del componente experimental, donde, el modelo de Laboratorio Extendido (LE) surge como una alternativa interesante para solventar estas falencias. Este trabajo pretendió valorar el potencial de los Laboratorios Remotos (LR), dentro del modelo de LE, como un recurso didáctico experimental en la formación de docentes de Ciencias Naturales. La metodología basada en un enfoque mixto, utilizó un cuestionario con enunciados tipo Likert y un enunciado de respuesta abierta sobre la potencialización de las competencias docentes. En total participaron 44 estudiantes del curso de Metodología de la Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). Los resultados revelan la percepción de los estudiantes respecto a los LR como un recurso didáctico apropiado para el abordaje de las actividades experimentales en Ciencias Naturales, permitiendo la autorregulación por su facilidad en el uso. Además, estimaron que los LR promueven el desarrollo de competencias como: el análisis, la observación, resolución de problemas y razonamiento; con lo que se propicia la construcción del conocimiento. En conclusión, los LR constituyen un recurso didáctico que permiten el desarrollo de las actividades experimentales como parte de la formación inicial de los profesores en Ciencias Naturales, dadas las características para su despliegue dentro de plataformas de aprendizaje, la facilidad en el uso y la posibilidad que brinda para extender la actividad experimental fuera del aula.

I. INTRODUCCIÓN

El conocimiento es parte importante del desarrollo humano y sienta sus bases en un constructo social y cultural, que evoluciona a través de los cambios que puedan ocurrir en el entorno. Aunque existen acuerdos colectivos consensuados socialmente, es inevitable la movilidad de este hacia una reconstrucción constante, donde las acciones humanas son las que gobiernan su transformación y la creación de nuevos conocimientos (Tuay et al, 2013).

Dentro del entorno académico, la construcción del conocimiento involucra procesos de formación, donde, son los profesores quienes representan el punto de partida hacia el cambio o renovación de dichos procesos, estableciendo un equilibrio entre los planteamientos didácticos y su adaptación al contexto en el que se desarrolla el estudiante. En este sentido, el docente debe de adaptar sus formas de enseñar a las nuevas necesidades, recursos y modelos emergentes. Sin embargo, las casas de estudio deben también, procurar brindar nuevas herramientas que propicien la formación adecuada de los futuros profesionales de la educación (Lorenzo, Farré y Rossi, 2018).

La pandemia causada por la COVID-19 ha demostrado que los procesos educativos pueden sufrir cambios drásticos en un corto periodo de tiempo para adaptarse a la nueva realidad, aunque este proceso a nivel de las Ciencias Naturales resultó un poco más lento. Si bien, se logró extender las clases teóricas fuera del aula, al igual que en otros contextos, también se tuvo que idear una forma de extender la actividad experimental. Es así, que algunas casas de estudio, a través del Modelo de Laboratorio Extendido (MLE o solo LE), pudo hacer frente a las deficiencias existentes. Este modelo permitió generar actividades experimentales en entornos virtuales o reales, manteniendo un grado de complejidad que abarca desde lo más simple como los experimentos caseros y simulaciones, hasta lo más complejo como los Laboratorios Virtuales (LV) y los Laboratorios Remotos (LR)

Desde esta perspectiva del LE, el objetivo de este trabajo se enfocó en valorar el potencial de los Laboratorios Remotos (LR) como un recurso didáctico experimental para la formación de docentes de Ciencias Naturales de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.

II. MARCO TEÓRICO

II.1 La actividad experimental

La actividad experimental tiene como objetivo que el estudiante pueda recopilar datos, comprobar Leyes científicas, aprender sobre el instrumental de laboratorio, manejo de técnicas y otros componentes que le permitan construir conceptos y desarrollar habilidades científicas propias de la formación del estudiante como futuro profesional (Idoyaga, et al, 2020 y Arguedas-Matarrita et al. 2019). Para Idoyaga et al (2020), la actividad experimental promueven el aprendizaje de procedimientos fundamentales para el ejercicio profesional los cuales se pueden agrupar en procedimientos intelectuales, basados en el reconocimiento, la toma de decisiones, el control, y los procedimientos sensorio-motores de acción que involucran la destreza de las habilidades motoras (fina y gruesa) para el manejo del instrumental de laboratorio, como el caso de la detección de un punto final en una valoración ácido-base, y los procesos sensorio-motores que agudización de los sentidos en la observación de fenómenos propios de las Ciencias Naturales en la actividad experimental (Lorenzo, 2020).

Además, los procesos de aprendizaje de las Ciencias Naturales demandan el desarrollo de capacidades cognitivas complejas, que se establece desde tres niveles importantes de representación: lo submicroscópico, lo microscópico y lo simbólico (Lorenzo, 2017). El desafío según varios autores, es poder lograr que los estudiantes puedan comprender las ciencias e interpretarlas desde los tres niveles y por lo general, el docente asume que el estudiante puede desarrollar esta capacidad por sí solo.

Independientemente del tipo de laboratorio utilizado, el objetivo de la propuesta es que el estudiante recopile datos, los analice en el marco de las conceptual del área de las Ciencias Naturales estudiadas y genere la apropiación y construcción del conocimiento a partir del trabajo realizado (Arguedas-Matarrita, 2019). Esta integración de recursos ofrece un medio para explorar diferentes tipos de representaciones, como se ha mencionado, útiles en el desarrollo de conceptos, habilidades experimentales y blandas que se traducirán en futuras competencias docentes en el caso de los futuros profesionales en educación de las Ciencias Naturales. La FIGURA 1, integra las distintas formas de ejecutar la actividad experimental y los resultados esperados luego de su desarrollo, además, se muestra el Modelo de LE como un componente importante dentro de esta.

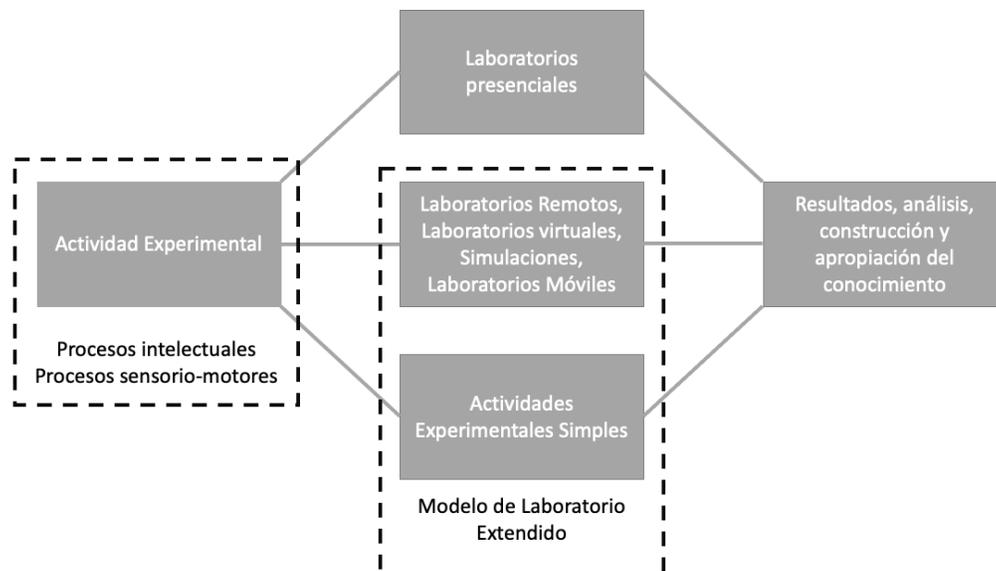


FIGURA 1. La actividad experimental, formas de ejecutarla y resultado esperado. Elaboración propia a partir de Arguedas-Matarrita et al, 2019 e Idoyaga et al, 2021.

II.2 El Modelo de Laboratorio Extendido

El LE tiene sus inicios durante la irrupción de la pandemia de la COVID-19 a mediados de 2020 y es propuesto por Ignacio Idoyaga y Gabriela Lorenzo desde el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Para ese momento, la escuela Latinoamericana se encontraba bajo una modalidad de Educación Remota de Emergencia (ERE) que supuso una serie de medidas alejadas de las prácticas sustentables de educación a distancia, pero que si pretendían garantizar la continuidad pedagógica (García-Peñalvo et al, 2020).

Este modelo se basa en el uso de dispositivos electrónicos, como eje central, para poder llevar a cabo la actividad experimental a través de entornos digitales, estableciendo un conjunto de recursos enfocados a aumentar la generación del aprendizaje de procedimientos, actitudes y conceptos (Idoyaga et al, 2020).

En resumen, el modelo propuesto por Idoyaga (2020) establece que el LE "...no es una única aproximación, sino el establecimiento de un híbrido experimental, donde distintos recursos (laboratorios) actúan de manera sinérgica, con el objetivo de aumentar la probabilidad de que se generen aprendizajes...". De esta manera, el LE incluye Actividades Experimentales Simples (AES) o Laboratorios Caseros, Simulaciones (S), uso de *SmartPhone* o Laboratorios Móviles (LM), Laboratorios Virtuales (LV) y Laboratorios Remotos (LR) como el recurso más cercano a una actividad experimental presencial (Idoyaga et al, 2020). Este último, establece el objeto de estudio de esta investigación.

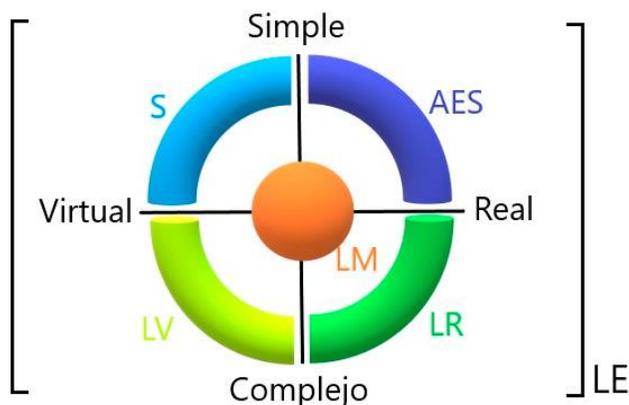


FIGURA 2. Modelo del Laboratorio Extendido (LE) de Idoyaga. AES: Actividades Experimentales Simples, LE: Laboratorios Remotos, LV: Laboratorios Virtuales, S: Simulaciones, LM: Laboratorios Móviles (tomado de Idoyaga et al, 2020).

II.3 El Laboratorio Remoto dentro del laboratorio extendido

Los avances en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) están cumpliendo un rol protagónico dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, al brindar una variedad de herramientas que facilitan, no solo la integración de actividades didácticas en diversas carreras, sino en procesos de formación docente de enseñanza de las ciencias naturales (Arguedas-Matarrita y Concari, 2018). Además, estas tecnologías han establecido algunos estándares básicos de competencias con enfoque interdisciplinar de las ciencias, los cuales, se pueden abordar con actividades didácticas a través del uso de las TIC (Gutiérrez, 2018).

Los LR son un claro ejemplo de la versatilidad de las TIC, ya que se tratan de recursos tecnológicos que emplean *Hardware* y *Software* que permite realizar experimentos de manera remota a través del uso de Internet (Arguedas-Matarrita y Concari, 2018). Estos permiten recrear actividades de laboratorio, con equipos reales, similar a como se realizan en los laboratorios tradicionales (Idoyaga et al. 2020; Navarro y Arguedas-Matarrita, 2018), lo que representa un complemento adecuado para la educación a distancia y un refuerzo a las actividades experimentales tradicionales con un aprovechamiento máximo de las ventajas educativas ofrecidas (Arguedas-Matarrita et al, 2019).

Los LR presentan dos tipos de recursos, los Laboratorios Remotos en Tiempo Real (LTR) y los Laboratorios Remotos Diferidos (LD). Los primeros emplean equipos reales ubicados en un espacio físico y que puede controlar por medio de Internet, en tanto los segundos constan de experimentos pregrabados que con un desarrollo *Hardware* y *Software* permiten replicar la experiencia, estos últimos tienen mayores ventajas sobre los LTR debido a que permite el trabajo con grupos masivos y son desarrollos más útiles para ciencias como la Química y la Biología (Idoyaga et al., 2021).

Al respecto, los LR tienen varios propósitos como el de proveer los medios para que los estudiantes desarrollen habilidades propias de la actividad experimental, brindar la posibilidad de aplicar los conceptos vistos en el aula en un contexto de laboratorio (Evangelista et al. 2017). También, afianzan la motivación hacia los estudiantes, debido a que prepara a estos para enfrentar situaciones que podrían surgir eventualmente en un laboratorio físico, a través del fomento del trabajo en grupo y la cooperación, convirtiéndose en un recurso didáctico con gran potencial si se realiza la mediación pedagógica adecuada (Evangelista et al. 2017). En este sentido, las características y diversidad de representaciones semióticas que se pueden obtener con los LR, potencian el desarrollo del trabajo experimental (Arguedas-Matarrita et al, 2019).

Algunas bondades que tiene la utilización de los LR como recurso didáctico para los la formación docente en la enseñanza de las Ciencias Naturales son, su potencial para enseñar, pueden ser incluidos en clases teóricas a modo de demostración de conceptos teóricos y brindar soporte en el proceso de enseñanza, además, su flexibilidad motivada por el acceso sin restricción geográfica ni temporal que fomenta la autorregulación del aprendizaje a distancia, permite los procesos de autorregulación (Arguedas-Matarrita et al. 2016; Evangelista et al. 2017; García, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1 Contexto

El diseño del curso de Metodología de Enseñanza de las Ciencias Naturales, impartido por la Cátedra de Enseñanza de las Ciencias Naturales de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) pretendió aplicar habilidades y conocimientos adquiridos en educación científica, orientados desde una perspectiva pedagógica y del manejo de conceptos científicos para desarrollar un aprendizaje significativo, a través de actividades didácticas de LR como parte de un proceso de formación inicial del docente de enseñanza de las ciencias. Para esto se utilizaron diversos LR dispuestos en un entorno digital desarrollado por *LabsLand*, una empresa que desarrolla y alberga este tipo de recursos. La TABLA I resume los laboratorios empleados según el área de interés de las ciencias naturales.

TABLA I. Laboratorios remotos empleados en el curso de Metodología de la Enseñanza de las Ciencias Naturales, I cuatrimestre, 2021.

Área de las Ciencias Naturales	Laboratorio Remoto
Física	Cinemática (plano inclinado)
	Óptica
	Electrónica (VISIR)
	Electrónica CA (Panel eléctrico)
	Péndulo
	Muelle
	Flotabilidad
Química	Valoración Ácido-Base
	Ley de Boyle*
	Difusión
Biología	Microscopio
	Planarias

*Este laboratorio se puede emplear tanto en Química como en Física

III. 2 Mediación pedagógica

Antes de que los estudiantes comenzaran el trabajo con los LR, se realizaron dos sesiones sincrónicas para realizar la mediación pedagógica correspondiente. En esta se explicó ¿Qué son los LR? Sus características y cómo acceder al recurso desde la plataforma Moodle. Además, se brindaron las guías de trabajo para cada actividad propuesta a través de una secuencia didáctica que permitiera la exploración de los recursos disponibles en el espacio de trabajo del curso dentro de la plataforma *LabsLand*.

III.3 Metodología

La metodología empleada para estudiar el uso de los LR en el curso de Metodología de Enseñanza de las Ciencias Naturales, de la Cátedra de Enseñanza de las Ciencias de la UNED, para el I cuatrimestre de 2021, se basó en un enfoque mixto descriptivo. Esta pretendió conocer la percepción de los estudiantes sobre la importancia de los LR para su formación docente. Para este propósito se utilizó un cuestionario con enunciados tipo Likert, basados en la metodología planteada por Idoyaga et al., (2020) y una pregunta de respuesta abierta con la finalidad de recabar la opinión del estudiante respecto a las competencias docentes que propicia el recurso.

El cuestionario pretendió establecer la percepción de los estudiantes con diez enunciados dirigidos a establecer la interactividad recurso-usuario, la probabilidad para potenciar las capacidades cognitivas en los estudiantes y la aplicabilidad en las áreas del saber de las ciencias naturales (química, física y biología). En este estudio participaron 44 estudiantes, los cuales, mostraron su grado de acuerdo (1: totalmente en desacuerdo, 2: parcialmente en desacuerdo, 3: ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4: parcialmente de acuerdo, 5: totalmente de acuerdo) como se muestra en la Tabla II.

TABLA II. Cuestionario de enunciados tipo Likert utilizado para la percepción de los estudiantes.

Enunciado	
Interactividad recurso-usuario	
IRU1	Me resultó fácil el acceso a los L.R. desde mis dispositivos (celular, tableta, computadora).
IRU2	Los L.R. fueron fáciles de usar (interfaz amigable).
IRU3	Los L.R. me ayudaron a administrar y regular mi aprendizaje al permitirme acceder en el momento que deseara y repetir la experiencia las veces necesarias.
Potenciador de Capacidades Cognitivas	
PCC1	Los L.R. me ayudaron a comprender mejor como es el trabajo de laboratorio.
PCC2	El uso de L.R. me ayudo a comprender contenidos teóricos de las ciencias naturales.
PCC3	Considero que, para procesos de enseñanza y aprendizaje, es adecuado aplicar L.R. en las sesiones de trabajo en clase.
PCC4	Considero que, para procesos de enseñanza y aprendizaje, es más adecuado aplicar L.R. como recurso que refuerce el trabajo fuera del aula.
Aplicabilidad en Ciencias Naturales	
ACN-B	Creo que los L.R. tiene una alta aplicabilidad para la enseñanza de la Biología.
ACN-Q	Creo que los L.R. tiene una alta aplicabilidad para la enseñanza de la Química.
ACN-F	Creo que los L.R. tiene una alta aplicabilidad para la enseñanza de la Física.

La aplicación del cuestionario se realizó en la última semana del curso mediante el entorno virtual de la asignatura. Los datos recolectados se sometieron a una estadística descriptiva en donde se extrajo las frecuencias absolutas y porcentajes relativos, así como la media, mediana, moda y la desviación estándar y la varianza para todos los datos. Para tal propósito se empleó el programa estadístico IBM SPSS Versión:26.

Finalmente, la pregunta de respuesta abierta buscó conocer la opinión de los estudiantes respecto a las competencias docentes que se pudieran promover a través del uso de los LR. La pregunta planteada fue: ¿Qué tipo de competencia docente cree usted que pueda desarrollar en su etapa de formación como docente de Ciencias Naturales al emplear los LR planteados en este curso?

IV. RESULTADOS

Luego de realizar el tratamiento de los datos obtenidos, inicialmente se pudo generar una tendencia de respecto al grado de acuerdo empleando las frecuencias absolutas para los enunciados relacionados a la interactividad recurso-usuario (IRU1, IRU2 y IRU3), la capacidad de potenciar capacidades cognitivas (PCC1, PCC2, PCC3 y PCC4), y la aplicabilidad del recurso en las Ciencias Naturales (ACN-B, ACN-Q y ACN-F). La FIGURA 3 exhibe las frecuencias absolutas y los porcentajes obtenidos para los grados de acuerdo en los enunciados asociados a la facilidad del uso de los LR.

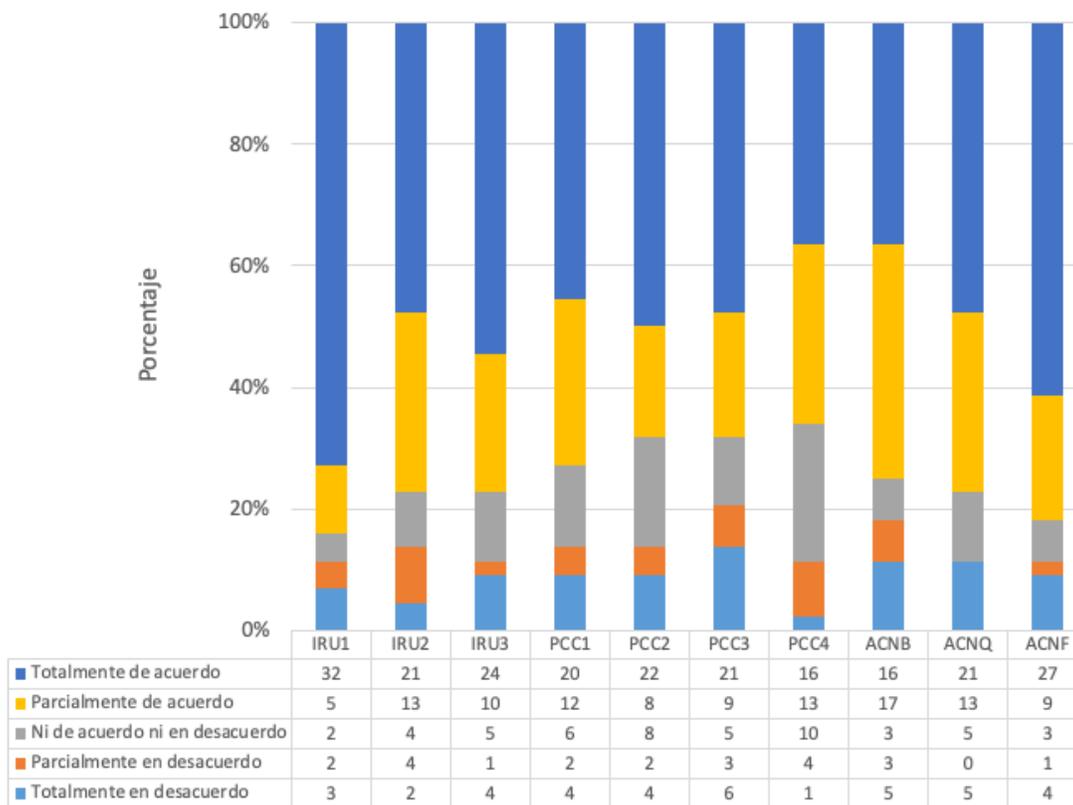


FIGURA 3. Frecuencias absolutas y los porcentajes relativos obtenidos para los grados de acuerdo para los enunciados de la interactividad recurso-usuario, potenciación de capacidades cognitivas y la aplicabilidad del recurso en las Ciencias Naturales.

Con un mayor detalle de los tres aspectos centrados en la interactividad recurso-usuario, la capacidad de potenciar capacidades cognitivas y la aplicabilidad del recurso en las Ciencias Naturales, la FIGURA 4 muestra la tendencia general (promedio) para el grado de acuerdo según las respuestas brindadas por los estudiantes.

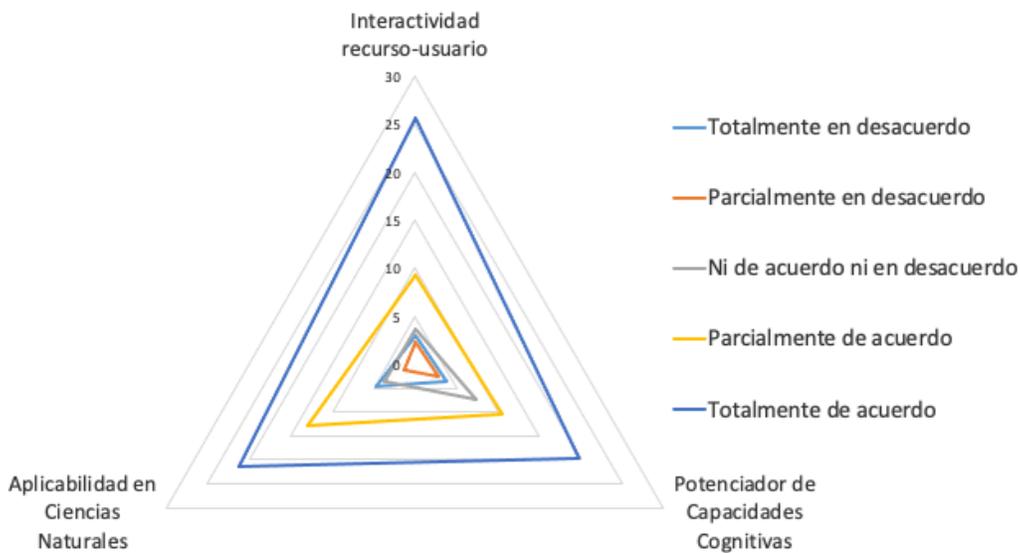


FIGURA 4. Comparación del grado de acuerdo según las respuestas brindadas por los estudiantes sobre la valoración de la interactividad recurso-usuario, la potenciación de capacidades cognitivas y la aplicabilidad del recurso en las Ciencias Naturales.

En esta figura se observa con claridad una tendencia marcada hacia el grado de acuerdo en los tres ejes estudiados, donde hay una alta predominancia de valores con medianas entre 4 y 5, y en todos los casos la moda fue de 5, exceptuando la aplicación del recurso en Biología con valor de 4, como se muestra en la TABLA IV.

La TABLA III, exhibe las estadística descriptiva para los valores para la media aritmética, la mediana, la moda, la desviación estándar y la varianza para cada uno de los enunciados relacionados al estudio según la interacción recurso-usuario, el potencial para desarrollo de capacidades cognitivas y la aplicabilidad de los LR en las Ciencias Naturales.

TABLA III. Estadística descriptiva para las respuestas obtenidas en los enunciados tipo Likert.

		Estadísticos									
		Interacción Recurso-Usuario			Potenciador Capacidades Cognitivas				Aplicabilidad Ciencias Naturales		
Enunciado		IRU1	IRU2	IRU3	PCC1	PCC2	PCC3	PCC4	ACN-B	ACN-Q	ACN-F
N	Válido	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		4,386	4,068	4,114	3,954	3,954	3,818	3,886	3,818	4,023	4,227
Mediana		5,000	4,000	5,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	5,000
Moda		5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	4,000	5,000	5,000
Desv. Est.		1,205	1,169	1,261	1,275	1,311	1,451	1,083	1,317	1,285	1,255
Varianza		1,452	1,367	1,591	1,626	1,719	2,106	1,173	1,734	1,651	1,575

Se observa en todos los casos una distribución uniforme de los datos con una tendencia en la mediana a valores dentro de la escala de Likert entre 4 y 5, y en la moda con una predominancia del valor 5, exceptuando el enunciado ACN-B que fue de 4.

Algunos datos de interés para el análisis se presentan en la TABLA IV, que muestra los datos estadísticos extraídos de la plataforma *LabsLand* y que toman relevancia en el análisis del recurso que tuvo mayor cantidad de usos en el curso. Para este caso se evidencia de usos en los laboratorios de Física, seguido por los de Química y por último los de Biología.

TABLA IV. Número de usos según el tipo de laboratorio

Curso	Número de usos
Física	336
Química	178
Biología	121

Si bien existe mayor cantidad de usos en Física, esta es el área de las ciencias naturales que posee mayor número de laboratorios dentro del curso ofertado.

Por último, para el caso del enunciado de respuesta abierta se buscó conocer la opinión de los estudiantes sobre las competencias docentes que se pudieran promover a través del uso de los LR. Las respuestas brindaron una guía para poder agrupar en categorías las percepciones de los estudiantes bajo las habilidades y competencias expuestas en la opinión personal del grupo de estudio. La TABLA V muestra las categorías y los ejemplos representativos para cada enunciado.

TABLA V. Competencias docentes que propiciaron los LR en los estudiantes en formación

Procesos intelectuales	Frecuencia	Procesos sensorio-motores	Frecuencia
Razonamiento	7	Observación	8
Aplicación de conceptos	4	Análisis	11
Creatividad	2	Uso de instrumental de laboratorio	17
Planteamiento de hipótesis	5	Registro de datos	5
Procedimientos de indagación	8		
Trabajo en equipo	3		
Resolución de problemas	5		
Construcción de secuencias didácticas	7		

Nota: 3 estudiantes no aportaron ninguna perspectiva.

V. DISCUSIÓN

Se parte de la premisa de que la población en estudio ha tenido un proceso de formación similar, todos estudiantes de Enseñanza de las Ciencias, por lo que se puede asumir que la población posee cierta homogeneidad y conocimientos previos de los conceptos en el área de las Ciencias Naturales. Los resultados del estudio basado en los enunciados tipo Likert muestra que los estudiantes perciben un alto grado de acuerdo bastante marcado en todos los casos. Esto es visible en los resultados estadísticos de la TABLA III, en donde se ve una tendencia general en la mediana con valores entre 4 y 5 (con mayor medida en valores de 4) y en la moda prevalece el valor de 5, con la excepción del enunciado ACN-B donde la moda fue de 4, en parte se debe a que los desarrollos en esta área de las Ciencias Naturales tiene escasos recursos, como se explicará en detalle más adelante.

En cuanto a la interactividad recurso-usuario, los estudiantes dan cuenta de que el recurso es de fácil acceso desde cualquier dispositivo (IRU1, 84% entre la escala 4 y 5) y que la interfaz es comprensible y fácil de usar (IRU2, 77% entre la escala 4 y 5). Esta facilidad de acceso remoto en cualquier momento y la sencillez en su uso, le permite al estudiante autorregular los procesos de aprendizaje (IRU3, 77% entre la escala 4 y 5), donde, este puede adecuar el progreso a su necesidad (Arguedas-Matarrita, et al. 2016; Idoyaga, et al. 2020).

En este sentido, la plataforma de los LR permite que el estudiante sea quien regule su proceso de aprendizaje y el progreso del mismo, dado que permite los accesos desde cualquier dispositivo, las veces que sean necesarias. En momentos como los presentados por la irrupción de la COVID-19, la facilidad de gestionar el tiempo fue crucial para el proceso de aprendizaje del estudiante, ya que los LR presentan una oportunidad para su utilización autorregulada desde un modelo de educación a distancia (Arguedas-Matarrita y Concari, 2017). Mucho de esto se refleja en la cantidad de usos presentados en la TABLA IV, donde se observa que los estudiantes realizaron cada experiencia más de una vez.

Desde la perspectiva de desarrollo de capacidades cognitivas, los estudiantes afirman que los LR propician la comprensión del trabajo experimental (PCC1, 73% entre la escala 4 y 5) al mismo tiempo que reforzó la comprensión de los contenidos teóricos propios de las Ciencias Naturales (PCC2, 68% entre la escala 4 y 5). Esto resulta de interés para la apropiación y construcción del conocimiento y el desarrollo de ciertas destrezas para trabajo y ejecución de procedimientos experimentales. Además, queda en evidencia que los LR poseen un potencial como recurso de trabajo dentro (PCC3, 68% entre la escala 4 y 5) y fuera del aula y (PCC4, 66% entre la escala 4 y 5), lo que permite establecer procesos curriculares y extracurriculares robustos y con una mejor experiencia para el estudiante (Idoyaga et al, 2020).

En concordancia con los enunciados ACN-F, ACN-Q y ACN-B, los estudiantes consideran que hay una mayor aplicabilidad de los LR hacia la física (82% entre la escala 4 y 5), luego la química (77%, entre la escala 4 y 5) y por último la biología (75% entre la escala 4 y 5). Esto se puede deber a que para el curso ofertado, y en general, para los desarrollos disponibles en el mercado, existe mayor predominancia de experimentos de física e ingeniería (García, 2018) en contraste con la química y biología, en donde los laboratorios son escasos. Al tener mayor diversidad de experimentos en física, es de esperar que existan mayores aplicaciones para su enseñanza. Esto queda evidenciado en la TABLA IV,

donde se observa un mayor uso de experimentos de Física, que posee mayor número de laboratorios, luego la Química y por último, la Biología. Los motivos son diversos, sin embargo, en el caso de la Química, la mayoría de las actividades experimentales involucran procesos irreversibles lo que dificulta en algunas ocasiones presentar nuevas propuestas. Aunque, el aumento de las tecnologías emergentes han permitido el desarrollo de los LRD que hacen posible desarrollar propuestas más adaptables a las ciencias como la Química y la Biología.

Basado en la información de la TABLA V, los estudiantes perciben que los LR son un recurso que promueve competencias docentes dentro de los procesos intelectuales de reconocimiento como el razonamiento, la creatividad, planteamiento de hipótesis y procesos de indagación, además, de los procesos intelectuales de control como el análisis de problemas, trabajo en equipo y construcción de secuencias didácticas. Finalmente, se puede observar que los estudiantes creen que los LR pueden potenciar los procesos sensorio-motores como la observación, el análisis, además de brindar una idea del funcionamiento y manipulación de ciertos equipos de laboratorio.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados permiten concluir que los Laboratorios Remotos son un recurso apto para potenciar el desarrollo de competencias docentes en estudiantes que se encuentran en su proceso de formación como futuros profesores de Ciencias Naturales. Su nivel de aceptación es alto en los tres aspectos evaluados. Además, representa un recurso que el mismo docente en formación puede explotar en su ejercicio profesional como parte de las posibilidades que brinda el Modelo de Laboratorio Extendido.

La posibilidad de acceder el recurso desde distintos dispositivos, en distintos momentos y franjas horarias permiten que el estudiante sea quién regule su proceso de aprendizaje, lo que se refleja en un desarrollo de capacidades cognitivas más integral, que, como se ha analizado parten de los procedimientos intelectuales y sensorio-motores que se han evidenciado al utilizar los LR, permitiendo una apropiación más adecuada de los niveles de representación que constituyen la construcción del conocimiento.

Actualmente existe un alto contenido en los desarrollos de Laboratorios Remotos en el área de la física, se requieren mayores aportes en las áreas de química y biología. Esto permitirá tener diversidad de recursos didácticos y con ello un mayor alcance y equilibrio en el desarrollo de capacidades cognitivas en las tres áreas de las Ciencias Naturales a través de estos recursos.

Es necesaria una nueva perspectiva de paradigma sobre los procesos educativos que permitan la inclusión de modelos emergentes como el Laboratorio Extendido, que si bien, nace a raíz de una crisis educativa disparada por la pandemia de la COVID-19, este ha demostrado ser una alternativa pospandemia que permita el desarrollo de la actividad experimental mediada por entornos digitales en distintos contextos y los Laboratorios Remotos son una muestra de esto.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a la disposición de la Cátedra de Enseñanza de las Ciencias Naturales. Y se agradece al Laboratorio de Experimentación Remota, ambos entes de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.

REFERENCIAS

- Arguedas-Matarrita, C., Orduña, P., Mellos, L., Conejo-Villalobos, M., Concari, S., Ureña, F., Bento da Silva, J., Garcia-Zubia, J., Rodriguez-Gil, L., Hernandez-Jayo, U., Marchisio, S. and da Mota Alves, J. (2019). Remote experimentation in the teaching of physics in Costa Rica: First steps. *2019 5th Experiment International Conference (exp.at'19)*. Funchal (Madeira Island), Portugal, 2019, pp. 208-212, <https://doi.org/10.1109/expat.2019.8876553>
- Arguedas-Matarrita, C., y Concari, S.B. (2018) Características deseables en un Laboratorio Remoto para la enseñanza de la física: indagando a los especialistas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3), 702-720. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p702>

- Arguedas-Matarrita, C., Concari, B. y Giacomone, B. (2017). La idoneidad didáctica de los laboratorios remotos como recursos para la enseñanza y aprendizaje de la física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29(Extra), 511-517. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/18510/18362>
- Arguedas-Matarrita, C., Concari, B., Conejo, M., Pérez, R. y Herrero, D. (2016). 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*, 28(Extra), 305-31. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15652/15459>
- Evangelista, I., Farina, J. A., Pozzo, M., Dobboletta, E., Alves, G. R., García-Zubía, J., Hernández, U., Marchisino, S., Concari, S. & Gustavsson, I. (2017). Enseñanza de Ciencias en Nivel Secundario: Experimentación Remota Usando VISIR. *IER. CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA*. Recuperado de https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/10807/1/COM_GustavoAlves_CIETI_2017.pdf
- García, F. (2018). *Evaluación y aprendizaje en Laboratorios Remotos: Propuesta de un Sistema Automático de Evaluación Formativa Aplicado al Laboratorio Remoto VISIR* (tesis de doctorado, Universidad Estatal a Distancia). Repositorio Institucional UNED. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Fgarcia/GARCIA_LORO_Felix_Tesis.pdf
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V. y Grande, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, 21(12), 1-26. <http://dx.doi.org/10.14201/eks.23086>.
- Gutiérrez, C. (2018). Herramientas didácticas para integrar las TIC en la enseñanza de las ciencias. *Revista interamericana de investigación, educación y pedagogía*, 11(1), 101-126. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=561059324008>
- Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L., Moya, C.N., Montero-Miranda, E., Maeyoshimoto, J. E., Capuya, F. G. y Arguedas-Matarrita, C.. (2021). Conocimientos del profesorado universitario sobre la enseñanza de la química con laboratorios remotos. *Educación Química*, 32(4). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.79189>.
- Idoyaga, I. J. (2020). El Laboratorio Extendido: una oportunidad para la educación científica en entornos digitales. *Facultad de Farmacia y Bioquímica en foco*. <http://enfoco.ffyb.uba.ar/content/el-laboratorio-extendido-una-oportunidad-para-la-educación-cient%C3%ADfica-en-entornos-digitales>
- Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L. ., Nahuel Moya, C. ., Montero-Miranda, E. y Garro-Mora, A. L. (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*, 1(2), 4-26. Recuperado de <https://campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17>
- Lorenzo, M. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, (21). <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>.
- Lorenzo, M.G., Farré, A.S., Rossi, A.M. (2018). La formación del profesorado universitario de ciencias. El conocimiento didáctico y la investigación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 301-315. doi: <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2018.v15.i3.3603>
- Lorenzo, M.G. (2017). Enseñar y aprender ciencias. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores*, 20(2), 249-263. <https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.5>
- 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, *Revista Virtualidad Educación y Ciencia*, 9(16), 131-141. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/20478>
- Tuay Sigua, R.N., Pérez, R., Porras, Y., Mendoza, E. (2013). Dimensiones Epistémicas Globales en la Formación Inicial de Docentes en Ciencias Naturales. En: *IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, extra, 3282-3286. Girona, España. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308408>