

Evaluación de la implementación de enseñanza remota de emergencia durante el contexto COVID-19: un caso de estudio en asignaturas de laboratorio de química en una institución de educación superior

Evaluating the implementation of remote emergency teaching during the COVID-19 context: a case study in chemistry laboratory subjects in a higher education institution

Wendy Villalobos-González¹, José Carlos Mora-Barrantes²,
Rodolfo Hernández-Chaverri³, Mario Villalobos-Forbes⁴

Villalobos-González, W; Mora-Barrantes, J.C; Hernández-Chaverri, R; Villalobos-Forbes, M. Evaluación de la implementación de enseñanza remota de emergencia durante el contexto COVID-19: un caso de estudio en asignaturas de laboratorio de química en una institución de educación superior. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 272-285.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6194>

- 1 Investigadora y académica, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Correo electrónico: wvillalobosg@uned.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-3660-0169>
- 2 Investigador y académico, Universidad Nacional-Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Correo electrónico: jose.mora.barrantes@una.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-0409-5276>
- 3 Investigador y académico, Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Correo electrónico: rohernandez@uned.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-1841-1954>
- 4 Investigador y académico, Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Correo electrónico: mwillalobosf@uned.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-0377-6229>



Palabras clave

Educación; estrategia; laboratorio; química; habilidades; remota.

Resumen

La Enseñanza Remota de Emergencia (ERE) es una forma de aprendizaje que implica el uso de soluciones de enseñanza totalmente a distancia, que, de otro modo, se impartirían presencialmente o como recursos combinados o híbridos, los cuales deben regresar al formato original una vez que la crisis o emergencia que los origina cesa. En el presente trabajo de investigación se desarrolló una Estrategia Remota de Emergencia en los Laboratorios (EREL) bajo el concepto de Modelo de Laboratorio Extendido (LE), con el fin de ser aplicado y evaluado en las asignaturas que implican laboratorios de experimentación Química en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica (UNED-CR). El proyecto evaluó la efectividad de la EREL a partir de la perspectiva de la persona estudiante, la perspectiva de la persona docente y del desarrollo de prácticas presenciales. De acuerdo con la percepción del estudiantado, las prácticas caseras son las que colaboraron en mayor medida (más efectiva) para la comprensión de los fenómenos químicos presentados en la asignatura. No obstante, de acuerdo con la percepción de la persona docente, el estudiante debe mejorar en aspectos como la manipulación de sustancias químicas de forma segura y el uso correcto de instrumentos de laboratorio, así como el desarrollo de habilidades y técnicas de laboratorio. La EREL en el contexto COVID-19 es valorada positivamente por el equipo docente y la población estudiantil, sin embargo, se determinó que con una sola sesión presencial los estudiantes no adquieren las habilidades técnicas básicas de las asignaturas con laboratorio, por lo que es indispensable retomar la presencialidad y utilizar los recursos del Manual de Prácticas Remotas (MPR) de forma complementaria en las asignaturas.

Keywords

Education; strategies; laboratory; chemistry; skills; remote.

Abstract

Emergency Remote Teaching (ERE) is an educational procedure that involves the use of distance learning solutions in scenarios in which the teaching process would otherwise be face-to-face or guided by hybrid resources; these techniques are meant to be an alternative during a crisis and are to be ceased once the emergency subsides. In this research paper, an Emergency Remote Teaching Strategy in Laboratories (EREL) was developed under the Extended Laboratory Model (LE), to be applied and evaluated in academical subjects that involve chemical experimentation laboratories at the Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica (UNED-CR). The project assesses the effectiveness of the EREL from the perspective of the students, the teachers, and the development process of face-to-face experiments. According to the perception of the students, home experiments contributed to a greater extent (most effectively) in the understanding of the chemical concepts related to each subject. However, according to the perception of the teachers, the students must improve in aspects such as the safe handling of chemical substances and the correct usage of laboratory instruments, as well as the development of laboratory skills. EREL in the COVID-19 context is valued positively by the teaching staff and the students; nevertheless, it was also clear that a single face-to-face session is not enough for students to acquire the basic technical skills of laboratory subjects, which makes returning to traditional learning a priority, keeping the use of resources such as Remote Experimentation Manuals (MPR) as a complement in laboratory subjects.

Introducción

En contraste con las experiencias que se planifican desde el inicio de un periodo lectivo y están diseñadas para brindarse en línea, la enseñanza remota de emergencia (ERE) es un cambio temporal en la entrega de instrucciones de modo alternativo en circunstancias de crisis. Implica el uso de soluciones de enseñanza totalmente a distancia para la instrucción o la educación que, de otro modo, se impartirían presencialmente o como asignaturas híbridas, y que pretenden volver a dicho formato una vez que la crisis o la emergencia termina [1]. La ERE se puede aplicar con cierta flexibilidad a asignaturas 100% teóricas; no obstante, su implementación en asignaturas experimentales de materias de Ciencias Naturales y Exactas requiere de mayores esfuerzos para el desarrollo de instrumentos de enseñanza aprendizaje.

En el caso particular de asignaturas que involucran asignaturas experimentales, como lo son los laboratorios de ciencias, usualmente la entrega de la docencia y los objetivos de aprendizaje se llevan a cabo en espacios físicos acondicionados con infraestructura, instrumentos, equipos y materiales (reactivos químicos u otros) adecuados a las necesidades pedagógicas y de seguridad requeridos por los mismos. La finalidad de estas asignaturas es complementar los conceptos teóricos a través de la experimentación para comprobar conceptos, leyes y teorías [2]. En el trabajo experimental los estudiantes aprenden nuevos conceptos, los vincula con los previos, los reconstruye, los confronta y los comparte [3].

El uso de experimentación suele ser una estrategia didáctica utilizada para la enseñanza de Química, sin embargo, está habitualmente dirigida al uso de laboratorios científicos, equipo de laboratorio y reactivos químicos; que implican un costo económico y un grado de peligrosidad de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas y toxicológicas de las sustancias [4]. La Química con un enfoque experimental es un método de enseñanza más efectivo para el aprendizaje de los estudiantes, debido a que muchos conceptos se vuelven abstractos y la comprensión de un proceso mediante una descripción verbal o expositiva, se dificulta sin en el acompañamiento de una metodología vivencial por parte del estudiante [5].

Con la pandemia, las prácticas educativas tradicionales debieron ser adaptadas, las instituciones educativas migraron a la modalidad virtual, dándose un auge en la entrega docente apoyada en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), así como a las tecnologías del aprendizaje y del conocimiento (TAC): uso de espacios formativos virtuales y entorno educativos para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje [6].

La adaptación y modificación de las prácticas educativas tradicionales bajo el contexto de la pandemia COVID-19 han sido categorizadas como ERE [7], tratándose de una propuesta temporal y alternativa debido a circunstancias de crisis con la finalidad de garantizar la continuidad educativa [1]. Los asignaturas de ciencias experimentales no son independientes de la ERE, por lo tanto, migraron al igual que los asignaturas 100% teóricas, al sistema remoto [8]. Un tipo de modelo educativo relacionado con la ERE es el denominado “Modelo de Laboratorio Extendido” (LE), definido como el uso didáctico y sistémico de dispositivos y estrategias (recursos) para llevar a cabo actividades experimentales en entornos educativos digitales. Estos recursos permiten aumentar la probabilidad de que se generen aprendizajes de procedimientos, actitudes y conceptos [8].

En el Modelo LE se incluyen recursos como: laboratorios caseros, laboratorios virtuales, simuladores y laboratorios remotos [8]. Los laboratorios caseros, son prácticas experimentales simples y seguras, que el estudiantado a través de una guía puede ejecutar en su hogar mediante uso de materiales de fácil acceso [9]. Por otra parte, los simuladores son aplicaciones o programas que pretenden la visualización de fenómenos, objetos o procesos [10]. Los laboratorios virtuales incluyen el uso de simuladores y/o videos pregrabados. Los videos cumplen con el propósito de ser una herramienta transmisiva de información y conocimiento

[11], permitiendo al estudiante visualizar procedimientos *in situ*, pero no en tiempo real. Finalmente, en los laboratorios remotos la persona usuaria controla remotamente un proceso y/o dispositivo a través de una red. Bajo este esquema, el estudiante utiliza y controla los recursos disponibles en un laboratorio, mediante el uso de sensores e instrumentación capaces de realizar una interactividad con equipamientos reales, estos promueven aprendizajes vinculados al diseño experimental y al manejo de datos [12].

En el presente trabajo de investigación se desarrolló una Estrategia Remota de Emergencia en los Laboratorios (EREL) bajo el concepto de Modelo LE, con el fin de ser aplicado y evaluado en las asignaturas que implican laboratorios de experimentación Química en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica (UNED-CR). El proyecto evaluó la efectividad de la EREL a partir de la perspectiva de la persona estudiante, la perspectiva de la persona docente y del desarrollo de prácticas presenciales.

Materiales y métodos

Se desarrolló una EREL, utilizando como eje central la elaboración de un instrumento de enseñanza aprendizaje denominado “Manual de Prácticas Remotas” (MPR), y bajo el concepto de Modelo de LE, con la inclusión y puesta en marcha de prácticas de laboratorios presenciales. El proyecto de investigación implicó las siguientes etapas; a) definición de la población de estudio, b) desarrollo y ejecución de la EREL (elaboración del MPR) y c) evaluación de la efectividad y aceptación del MPR por parte de estudiantes y docentes.

Se colectaron datos cuantitativos y cualitativos de forma simultánea mediante el uso de instrumentos como lista de chequeo y encuesta. El análisis de los datos se realizó posterior a su recolección, lo cual según Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018) corresponde a una investigación de tipo mixta y de enfoque secuencial [13].

Población de estudio

El alcance de la Estrategia Remota de Emergencia en los Laboratorios (EREL) corresponde a los asignaturas de laboratorio de Química de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales de la UNED-CR impartidos durante el segundo cuatrimestre del año 2021. En total se ofertaron 5 asignaturas de laboratorio para una población estudiantil de 270 estudiantes y un total de 16 personas docentes.

Desarrollo y ejecución de la Estrategia Remota de Emergencia en los Laboratorios (EREL)

Debido a las restricciones impuestas a nivel país en cuanto a reducción de aforos y horarios de tránsito en vía pública, no se ofertaron en la UNED-CR las asignaturas con laboratorio durante el II cuatrimestre 2020. Durante este periodo se desarrolló la EREL con la finalidad de asegurar la continuidad de la educación y la oferta de estas asignaturas en el cuatrimestre siguiente. En la figura 1, se muestra un esquema del proceso de la estrategia diseñada.

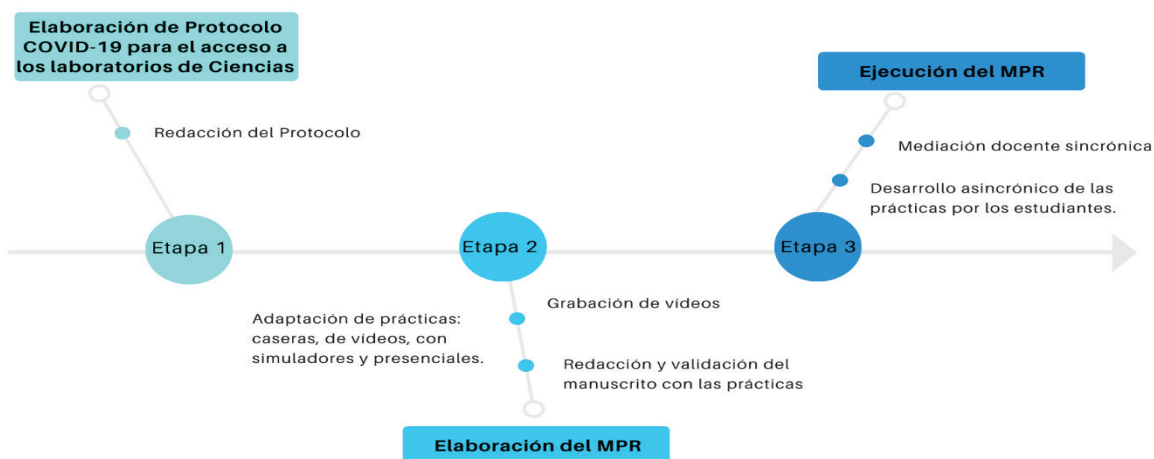


Figura 1. Esquema del desarrollo de la EREL para las asignaturas con laboratorio de Química, UNED-CR.

De acuerdo con la figura 1, la primera etapa implicó la elaboración de un Protocolo COVID-19 para el acceso a las practicas presenciales a los laboratorios de Ciencias. El protocolo considero los lineamientos establecidos por el Ministerio de Salud de Costa Rica (<https://www.ministeriodesalud.go.cr/>), que señala los aspectos básicos de seguridad para la protección de los usuarios contra el virus en espacios públicos. La elaboración del protocolo se realizó en conjunto con la asesoría de la Regencia Institucional y el Departamento de Salud Ocupacional de la UNED-CR.

En la segunda etapa de la estrategia (Elaboración del MPR) se analizó bajo un enfoque exhaustivo los objetivos de aprendizaje y las prácticas presenciales (Manual de Practicas Presenciales, MPP) de cada asignatura con laboratorio de Química. El MPR está compuesto de 32 prácticas experimentales clasificadas según las siguientes cuatro categorías: caseras, de simuladores, de vídeo y presenciales. Cada práctica presenta su objetivo de aprendizaje, una introducción teórica, una sección de materiales, el procedimiento a realizar, cuadros de resultados y una actividad de cierre con preguntas de aprendizaje (con la finalidad de profundizar en la temática). Para las prácticas incluidas en el MPR de vídeo se preparó un guion previo, se solicitaron los reactivos y materiales a la bodega de suministros y se realizó la edición post grabación del material audiovisual. La validación del MPR se realizó con un grupo de docentes que ejecutaron las prácticas y realizaron aportes al documento escrito.

Una vez desarrollado y validado el MPR, se incluyó en las plataformas virtuales y programas de los asignaturas (Etapa 3). La ejecución de la EREL contó con la mediación del personal docente a través de un medio virtual sincrónico, con el fin de explicar y aclarar los detalles de las practicas remotas. Posteriormente, de forma asincrónica, la persona estudiante desarrolló las prácticas de laboratorio y sintetizó los resultados de forma escrita a través de cumplimiento de actividades como: libretas de laboratorios y presentación de reportes científicos del tema evaluado. El 87.5 % de las practicas se desarrollaron de manera remota, no obstante, se realizó una sesión presencial para promover el acercamiento del estudiante al trabajo de laboratorio, para su familiarización con los instrumentos y materiales especializados, así como para la ejecución de técnicas analíticas básicas.

Evaluación de la efectividad y aceptación del MPR por parte de estudiantes y docentes

Posterior a la ejecución de las practicas remotas y presencial se evaluó la efectividad y aceptación del MPR por parte de estudiantes y docentes mediante los siguientes instrumentos: entrevistas, listas de chequeos, reuniones, sesiones de trabajo y visitas in situ a los laboratorios. Se utilizaron

como principales fuentes de información los resultados obtenidos de las perspectivas de: 1) los estudiantes matriculados en asignaturas con laboratorio y 2) los docentes de las asignaturas con laboratorio de Química.

La muestra de estudio para la aplicación de los instrumentos anteriores correspondió a 95 estudiantes y 15 docentes. No obstante, se estima que alrededor de 72 estudiantes y 15 docentes, fueron los casos individuales y representativos, para un muestreo probabilístico aleatorio sistemático con un intervalo de confianza del 95% y margen de error del 10%.

En el cuadro 1 se muestra información sobre los instrumentos de recolección de datos. Los instrumentos fueron validados y perfeccionados mediante un grupo de 5 expertos, docentes con al menos 5 años de experiencia en impartir las asignaturas con laboratorio de Química.

Cuadro 1. Detalle de los instrumentos para la recolección de datos utilizados para evaluar la efectividad y aceptación del MPR por parte de estudiantes y docentes.

Instrumento	Técnica	Propósito	Conformación
Encuesta a estudiantes	Cuestionario	Determinar el grado de apreciación de las personas estudiantes matriculados en una asignatura con laboratorio, con respecto a la EREL implantadas por las Cátedras.	9 respuesta cerrada 3 enunciados estilo Likert (del 1-5) 7 respuesta abierta
Encuesta a docentes	Cuestionario	Determinar el grado de apreciación del personal docente que imparten laboratorios, con respecto a la EREL implantadas por las Cátedras	4 respuesta cerrada 2 enunciados estilo Likert (del 1-5) 5 respuesta abierta
Lista de chequeo	Lista de verificación	Evaluar la ejecución de la sesión presencial de laboratorio desde tres aspectos: cumplimiento de protocolos de seguridad y COVID-19, trabajo en el laboratorio y técnicas de laboratorio	Enunciados positivos (21 en total) con tres aspectos a evaluar: 9: Cumplimiento de protocolos de seguridad y COVID-19 6: Trabajo en el laboratorio. 6: Técnicas de laboratorio

Las encuestas se construyeron con la herramienta de Forms Office 365, posteriormente se enviaron vía correo electrónico a estudiantes y docentes. Las listas de chequeo fueron construidas en formato Word® y remitidas por correo electrónico solamente a los profesores, para su posterior aplicación a los estudiantes que asistieron a la ejecución las prácticas presenciales. Las listas de chequeo evaluaron los siguientes tres aspectos: a) el cumplimiento de los protocolos COVID-19 y de seguridad en el laboratorio, b) el trabajo en el laboratorio y c) las técnicas de laboratorio.

Para el procesamiento y análisis de la información de los cuestionarios, se prepararon bases de datos y tablas dinámicas de las respuestas a las encuestas, mediante hojas de Microsoft Excel®. En las preguntas con escala de tipo Likert, se calcularon frecuencias relativas para la generación de gráficos de frecuencia, con la finalidad de visualizar mejor los resultados. Por último, se tabularon los datos obtenidos mediante las listas de chequeo, determinándose las frecuencias absolutas y relativas de cada respuesta positiva o negativa

Resultados y discusión

La población estudiantil encuestada (n=95) poseía una composición etaria en el rango entre los 18-53 años. En total, se consideró el criterio de 27 hombres y 68 mujeres, con un mayor rango de edad entre los 19-25 años (60%). La figura 2 muestra la distribución porcentual de estudiantes por asignatura cursada en el II cuatrimestre del 2021. La mayor parte (77%) de los estudiantes pertenecen al asignatura de Laboratorio de Química I, para un total de 73 estudiantes. Por su parte la asignatura con menor cantidad de estudiantes corresponde al laboratorio de Química Agroindustrial I, con solamente un estudiante, que representa el 1% de la muestra evaluada.

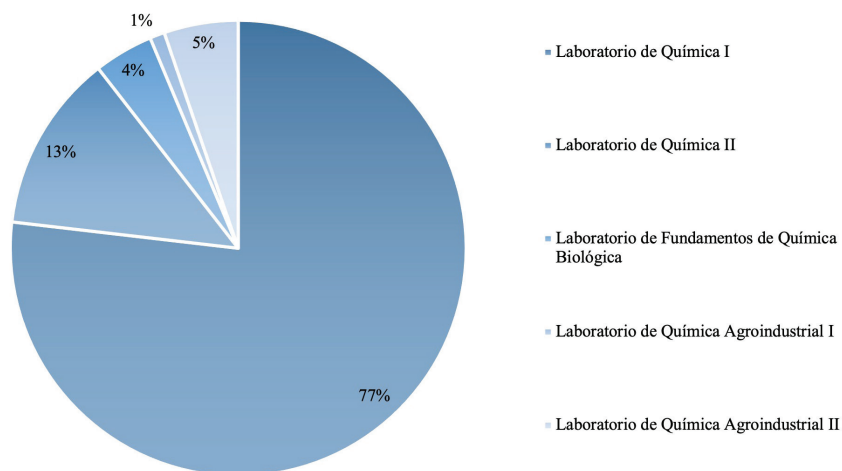


Figura 2. Distribución por asignatura matriculada en el II cuatrimestre 2021 de los estudiantes encuestados para la evaluación de la efectividad y aceptación del MPR.

La figura 3 muestra los resultados sobre la percepción del estudiantado con respecto a las practicas incluidas en el MPR. De acuerdo con los encuestados, un total de 42% de los encuestados (63 estudiantes) presentan una mayor afinidad por las prácticas caseras, 35% (52 estudiantes) prefieren los experimentos basados en videos, mientras que 23% (35 estudiantes) se sienten más cómodos con el uso de simuladores. La mayor preferencia por las prácticas de índole casera se debe a aspectos como; el contacto directo de estudiantes con la experimentación (no técnica), la observación de fenómenos en tiempo real (cambios de color, burbujeo, formación de un gas, etc.) y el fomento en el desarrollo de la curiosidad por el uso de sustancias de la cotidianidad. Estudios recientes destacan esta preferencia de los estudiantes a realizar experimentación en casa, ya que favorecen y mantienen su interés en el asignatura [14].

Con lo que respecta a la preferencia del estudiantado sobre la efectividad de las prácticas, esta, presenta un mismo orden de distribución que la preferencia de prácticas por afinidad, es decir, experimentos caseros (51%, 48) sobre videos (40%, 38) y estos últimos sobre simuladores (9%, 9). De acuerdo con la percepción del estudiantado, las prácticas caseras son las que colaboraron en mayor medida para la comprensión de los fenómenos químicos presentados en la asignatura (más efectiva). La preferencia de los estudiantes a las practicas mediante videos tanto por su afinidad (35%) y efectividad (40%) obedece a razones de una mayor visualización de equipos, materiales y técnicas de laboratorio en el sitio. Sin embargo, de acuerdo con Kelley (2020) este tipo de LE, suele visualizarse como alternativas más fáciles y rápidas de completar por parte del estudiantado [14].

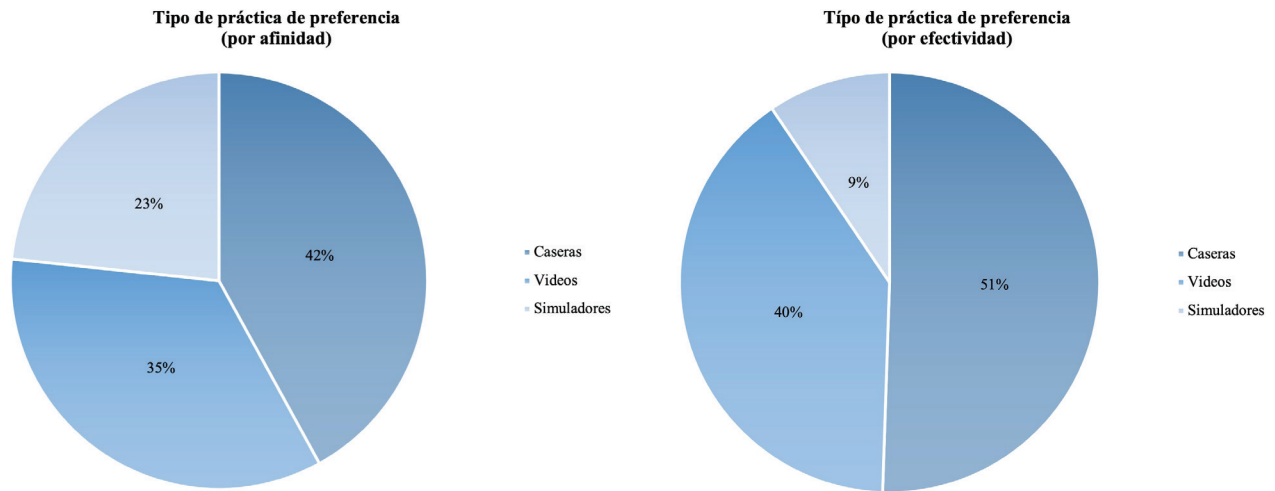


Figura 3. Percepción del estudiante por afinidad y efectividad de los tipos de prácticas incluidos en el MPR.

En relación con las practicas incluidas en el MPR, se muestra en el cuadro 2 el detalle del contenido de las preguntas con escala estilo Likert aplicadas a la persona estudiante. Los resultados de esta encuesta se muestran en la figura 4.

Cuadro 2. Enunciados para las preguntas estilo Likert en la encuesta para los estudiantes.

Pregunta	Enunciado
P1	Los experimentos del MPR ¿Le ayudaron a comprender mejor los aspectos teóricos-prácticos de la asignatura?
P2	En la práctica presencial ¿Usted se sintió seguro ejecutando las técnicas de laboratorio y manipulando los instrumentos?
P3	¿Cree usted que fue útil la práctica presencial?

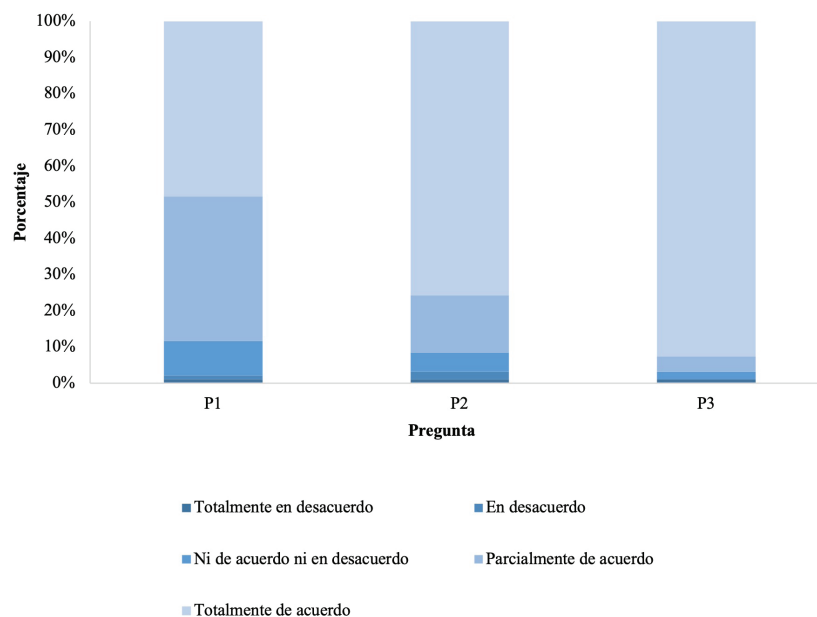


Figura 4. Frecuencias relativas obtenidas para las preguntas estilo Likert de los estudiantes.

Los resultados de la figura 4, indican que el 88% (84) de los estudiantes responden de forma positiva a la interrogante sobre si los experimentos del MPR le permiten una mejor comprensión de los aspectos teóricos-prácticos de la asignatura. De acuerdo con Kelley (2020), para los estudiantes la experimentación remota es más positiva que no hacer laboratorios, pero es más negativa que hacer la actividad presencial [14]. Esto se confirma con la buena anuencia de los estudiantes en asistir a la sesión presencial, de los estudiantes matriculados (270) en el II cuatrimestre 2021, el 98% (265) acudió al laboratorio de la universidad para ejecutar su práctica experimental.

Por su parte, con respecto a pregunta P2 (cuadro 2) el 92% (87) de los estudiantes exteriorizaron sentirse seguros ejecutando las técnicas de laboratorio y manipulando instrumentos de laboratorio (figura 4). No obstante, esta respuesta requiere de un mayor análisis y cuestionamiento, considerando que puede ser respondida sin un fundamento de conocimiento previo, debido a que 71 estudiantes expresaron que la práctica presencial fue su “primera experiencia de contacto en un laboratorio”.

La figura 5 representa los resultados de la percepción del docente por efectividad de los tipos de prácticas incluidos en el MPR. De acuerdo con los docentes evaluados, un 73% (11) considera que las prácticas caseras son más efectivas para el proceso enseñanza aprendizaje, mientras que un 20% (3) se inclina por el uso de simuladores, solo uno (7%) consideran atinentes el uso de videos. La preferencia de los docentes por las prácticas caseras por efectividad (73%), obedece a que este tipo de práctica le permite a la persona estudiante “aprender haciendo”. Estudios destacan que este tipo de prácticas son una buena alternativa ya que confieren al estudiantado las habilidades experimentales no técnicas como: la resolución de problemas, planificar y ejecutar investigaciones, recolectar, analizar y construir explicaciones, crear argumentos a partir de la evidencia observada, evaluar y comunicar información científica [2, 15]. Sin embargo, la obtención de suministros en casa podría presentar desafíos para la población estudiantil con vulnerabilidad económica [14].

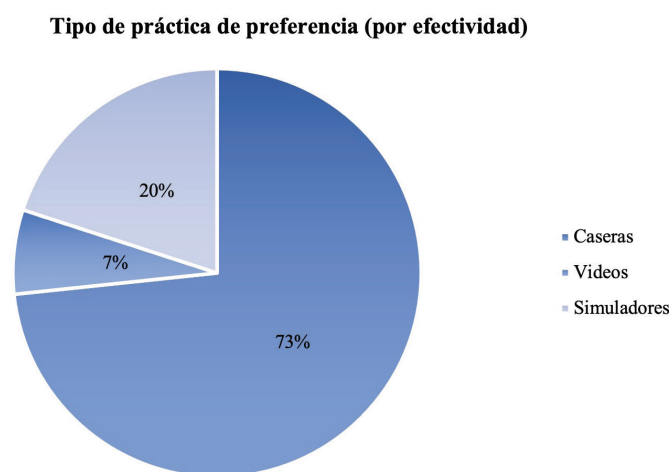


Figura 5. Percepción del docente por efectividad de los tipos de prácticas incluidos en el MPR.

La efectividad de las practicas incluidas en el MPR y su aceptación por parte de profesores se evaluó de acuerdo con el detalle del contenido de las preguntas con escala estilo Likert mostradas en el cuadro 3. La figura 6 indica las frecuencias relativas obtenidas para las preguntas estilo Likert en la encuesta a el personal docente. Según la figura 6, un total de 13

(87%) de los docentes perciben de forma positiva la EREL en el contexto COVID-19 y un 73% (11) indica que con el MPR los estudiantes pueden al menos visualizar fenómenos químicos estudiados en la asignatura.

Cuadro 3. Enunciados para las preguntas estilo Likert en la encuesta al personal docente.

Pregunta	Enunciado
P1	Según su apreciación como docente ¿Cree que la EREL implementada es la más adecuado en el contexto COVID-19?
P2	Según su apreciación como docente ¿Cree que los estudiantes con el MPR pueden al menos visualizar fenómenos estudiados en la asignatura?

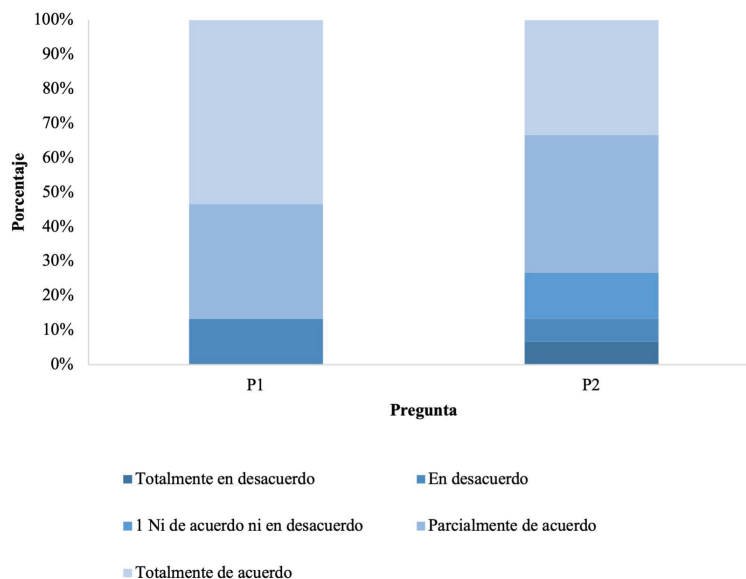


Figura 6. Frecuencias relativas obtenidas para las preguntas estilo Likert en la encuesta al personal docente.

En el cuadro 4 se presentan las frecuencias relativas asociadas a los enunciados de las listas de chequeo para la evaluación de la sesión presencial en el laboratorio. Se observa un mayor panorama de la percepción por parte del profesor sobre la efectividad de las prácticas presenciales y del desenvolvimiento percibido por parte del docente sobre los estudiantes que asistieron a la sesión presencial de laboratorio. Se resaltan y analizan los valores negativos superiores o iguales al 50%.

Según los resultados del cuadro 4, la persona docente (83%) expresa la necesidad de utilizar una guía de trabajo con instrucciones previas por parte del profesor. Un total de 10 (67%) de los encuestados indica que las personas estudiantes no reconocen las técnicas de laboratorio por su nombre. Por su parte, un 83% (12) de los docentes señalan que el estudiante no reconoce los instrumentos de laboratorio por su nombre. En relación con los aspectos como la manipulación de sustancias químicas de forma segura y al uso correcto de instrumentos de laboratorio, un total de 8 (50%) de los académicos expresan que los estudiantes no lo realizan de forma correcta. De igual forma un 75% (11) señala además la necesidad de mejoramiento por parte del estudiante en la ejecución de las técnicas de laboratorio. Es importante indicar que el manejo de equipos y sustancias químicas son habilidades y destrezas que se adquieren con mayor presencialidad de trabajo en el laboratorio.

Cuadro 4. Frecuencias relativas asociadas a los enunciados de las listas de chequeo para la evaluación de la sesión presencial en el laboratorio.

Aspecto por evaluar	Enunciado	Porcentaje de respuestas	
		Positivas	Negativas
Cumplimiento de protocolos de seguridad y COVID-19	Las personas estudiantes asisten a el laboratorio utilizando la vestimenta adecuada	67%	33%
	Las personas estudiantes asisten a el laboratorio utilizando los artículos de seguridad requeridos	83%	17%
	Las personas estudiantes antes de ingresar a el laboratorio mantienen el distanciamiento físico	83%	17%
	Las personas estudiantes antes de ingresar a el laboratorio desinfectan sus manos, calzado y celular	100%	0%
	Durante la sesión de laboratorio las personas estudiantes mantienen el distanciamiento físico.	92%	8%
	Las personas estudiantes se abstienen de compartir materiales durante la sesión de laboratorio.	92%	8%
	Al realizar consultas a el tutor o instructor, la persona estudiante mantiene el distanciamiento físico.	92%	8%
	Están marcadas las estaciones de trabajo de cada estudiante, cumpliendo con el distanciamiento físico	83%	17%
	Se cumple el aforo de estudiantes en el laboratorio.	100%	0%
Trabajo en el laboratorio.	La persona estudiante acude con su libreta de laboratorio <i>preelaborada</i> de forma digital o física.	75%	25%
	La persona estudiante ejecuta la práctica sin necesidad de instrucciones previas por parte del tutor/instructor	17%	83%
	El estudiante distribuye el tiempo de forma tal que puede finalizar con la practica presencial de forma adecuada.	75%	25%
	Las personas estudiantes trabajan de forma independiente a la hora de realizar el procedimiento de la práctica presencial.	58%	42%
	Las personas estudiantes mantienen el orden y el aseo en su estación de trabajo	92%	8%
	El ambiente de trabajo se siente seguro a pesar de las circunstancias COVID-19.	92%	8%
Técnicas de laboratorio	Las personas estudiantes reconocen los instrumentos de laboratorio por su nombre	17%	83%
	Las personas estudiantes reconocen las técnicas de laboratorio por su nombre	33%	67%
	Las sustancias químicas son manipuladas por las personas estudiantes de forma segura y adecuada	50%	50%
	Los instrumentos de laboratorio son manipulados por las personas estudiantes de forma correcta y para cumplir el objetivo de la práctica presencial	50%	50%
	Las técnicas de laboratorio son ejecutadas de forma correcta por las personas estudiantes.	25%	75%
	Las personas estudiantes ejecutan las técnicas de laboratorio de forma independiente.	58%	42%

En la figura 7 se muestran un resumen de las apreciaciones de estudiantes y profesores entorno a la práctica presencial. El 97% de los estudiantes encuestados (92 estudiantes) concuerdan que la práctica presencial es de utilidad, el 99% (94 estudiantes) indican sentirse cómodos y seguros durante el desarrollo de la sesión presencial (a pesar de la situación COVID-19), el 88%

(84 estudiantes) coincide que es necesario ampliar las sesiones presenciales de laboratorio, y el 86% (82 estudiantes) muestra disposición a asistir a mayor cantidad de sesiones a pesar del contexto actual de pandemia.

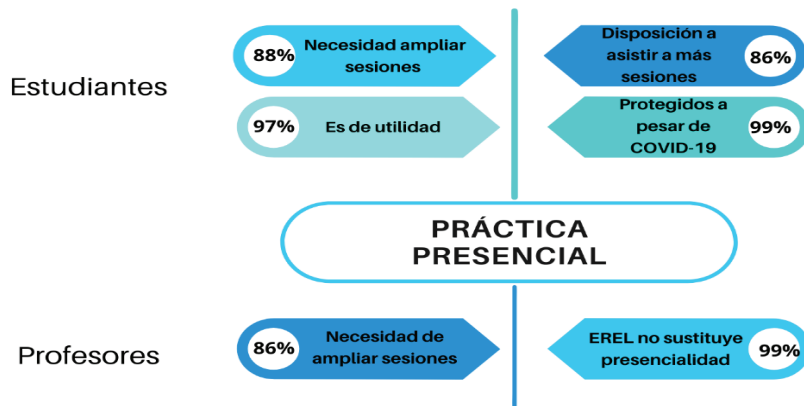


Figura 7. Apreciaciones finales de profesores y estudiantes con respecto a la práctica presencial.

De acuerdo con la figura 7, un 99% de los docentes indican que la EREL no sustituye la presencialidad, esto concuerda con los datos mostrados en la figura 6 donde una cantidad de 13 (86%) docentes expresan la necesidad de ampliar las sesiones de laboratorio in situ. No obstante, el personal docente infiere positivamente en la EREL (87%, figura 7). De acuerdo a Argel *et al* (2020), Sandi (2020) y Idoyaga (*et al*, 2020) existe un consenso a nivel mundial en las agrupaciones docentes dedicadas a la Enseñanza de la Química, que los recursos incluidos en LE no reemplazan a los laboratorios reales o convencionales, pero pueden ser recursos complementarios de estos e incorporarse en actividades de evaluación auténtica fuera del laboratorio para cumplir objetivos de aprendizaje predefinidos [2, 12, 16]. El consenso indicado por los autores anteriores se evidencia en los resultados obtenidos en la presente investigación, los cuales se detallan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Argumentos textuales de docentes y estudiantes sobre la necesidad de ampliar las sesiones presenciales de laboratorio.

Estudiantes	Profesores
“En una sesión no se abarcan todos los temas necesarios y no se adquiere experiencia en el manejo instrumental y técnicas”.	“Se requiere de destrezas puntuales y manejo de equipo especializado que sólo se puede acceder en el laboratorio”.
“Es necesario mejorar la comprensión de los temas, necesidad de un aprendizaje más significativo”.	“La práctica vivencial en un laboratorio es única e irrepetible, en donde se pueden ver in situ los errores en el uso de los diferentes equipos y cristalería”.
“Las prácticas presenciales permiten interiorizar mejor los conocimientos, y permiten familiarizarse con técnicas de laboratorio”.	“La práctica es fundamental para el aprendizaje. La adecuada manipulación de la cristalería, equipos, sustancias, etc. Solo pueden ir mejorando si se trabaja de manera física”

Es una realidad positiva que estudiantes y docentes presenten consenso en la necesidad e importancia de las sesiones presenciales de laboratorio y como ésta impacta la adquisición de habilidades y destrezas de laboratorio en la inserción exitosa del profesional en el mercado laboral (cuadro 5).

Conclusiones

La EREL en el contexto COVID-19 es valorada positivamente por el equipo docente y la población estudiantil, ya que las practicas incluidas en el MPR permiten que el estudiante visualice fenómenos químicos, recolecte y analice datos experimentales, sintetice la experiencia a través de la vivencia experimental y comunique la información a través de reportes científicos. Pero con las listas de chequeo aplicadas en campo (sesión presencial de laboratorio), se confirmó que los estudiantes con la EREL no adquieren las habilidades técnicas básicas de las asignaturas con laboratorio. Esto se evidenció porqué 5 de los 6 enunciados de esta categoría fueron valorados con respuestas negativas superiores o iguales al 50% por parte de los profesionales. Debido a la situación anterior, estudiantes y docentes coinciden en la necesidad de regresar a la presencialidad en los laboratorios.

La EREL fue creada como una estrategia transitoria y para darle continuidad a la educación superior ofrecida por la universidad, pero la experiencia y este estudio confirma la necesidad de regreso a la presencialidad. La sesión presencial aplicada en la EREL ha sido valorada favorablemente por estudiantes y docentes y los protocolos COVID-19 se han cumplido a cabalidad (9 de los 9 enunciados de las listas de chequeo tienen respuestas positivas superiores o iguales al 50%).

Posterior a la pandemia, los recursos incluidos en MPR pueden ser utilizados de forma complementaria en las asignaturas teóricas y prácticas a través de guías o como evaluación autentica, según objetivos de aprendizaje predefinidos. Además, como medio de apoyo para situaciones especiales justificadas cuando un estudiante no puede asistir de manera presencial (enfermedad, fenómenos naturales u otras), se cuenta ahora con nuevos recursos para este tipo de apoyo.

Recomendaciones

A partir de la evidencia presentada en este estudio, se recomienda valorar la ampliación de las sesiones presenciales de laboratorio, con la finalidad de cumplir con los objetivos de aprendizajes incluidos en los currículos de las asignaturas con Laboratorio de Química.

Referencias

- [1] C. Hodges, S. Moore, B. Lockee, T. Trust y A. Bond (27 de marzo de 2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning [En línea]. Disponible:<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- [2] S. Sandi, "Experimentation Skills Away from the Chemistry Laboratory: Emergency Remote Teaching of Multimodal Laboratories", *Journal of Chemical Education*, vol. 97, no 9, pp. 3011-3017, 2020. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00803>
- [3] A. Cazares, "La Actividad Experimental en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Un Estudio en la Escuela Normal del Estado de México." *Ra Ximhai*, vol. 10, no 5, pp. 135-148, 2014. <https://doi.org/10.35197/rx.10.03.e1.2014.09.ac>
- [4] N. Chacón, F. Saborío y N. Nova, "El uso de recursos didácticos de la Química para estudiantes, en los colegios académicos diurnos de los circuitos 09 y 11, San José, Costa Rica", *Revista Electrónica Educare*, vol. 20, no 3, pp. 1-24, 2016. <https://doi.org/10.15359/ree.20-3.2>

- [5] L. A. García-Argüelles, R. Escobar-Lorenzo y F. L. López-Medina, "Tareas experimentales de la química general para contribuir a la formación inicial del ingeniero mecánico", *Revista Cubana de Química*, vol. 28, no 2, pp. 675-691, 2016.
- [6] M. Moya López, "De las TICs a las TACs : la importancia de crear contenidos educativos digitales", *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, vol. 27, p. 1-15, 2013.
- [7] F. J. García-Peñalvo, A. Corell, V. Abella-García, y M. Grande, "La evaluación online en la educación superior en tiempos de la covid-19", *Education in the Knowledge Society*, vol. 21, no 12, pp. 1-26, 2020. <http://dx.doi.org/10.14201/eks.23086>
- [8] Idoyaga, I. J (2020). El Laboratorio Extendido: una oportunidad para la educación científica en entornos digitales [En línea]. Disponible: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- [9] I. Idoyaga y J. Maeyoshimoto, "Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física". En ENDFI, Arica, Chile, 2018, pp.55-68.
- [10] F. Torres (2018). Simulador virtual model ChemLab como estrategia para la enseñanza de la Química inorgánica [En línea]. Disponible: <https://encuentros.virtualeduca.red/storage/ponencias/bahia2018/Y649mjsBHKVNjcZ8U7frEnhRllt2VWg2UmPajwM7.pdf>
- [11] J. G. Dávila-Vélez, "El uso del video educativo como herramienta didáctica complementaria para el desarrollo de conocimientos procedimentales", en Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería ACOFI, Cartagena de Indias, Colombia, 2018, pp.2-9.
- [12] I. Idoyaga, L. Vergas-Badilla, C.N. Moya, E. Montero-Miranda, y A.L. Garro-Mora, "El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental", *Campo Universitario*, vol. 1, no 2, pp. 4-26, 2020.
- [13] R. Hernández-Sampieri y C.P. Mendoza-Torres, *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. Ciudad de México: McGraw Hill Education, 2018.
- [14] E. Kelley, "Reflections on Three Different High School Chemistry Lab Formats during COVID-19 Remote Learning", *Journal of Chemical Education*, vol. 97, no 9, pp. 2606-2616, 2020. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00814>
- [15] A. Vergara, T. Chaves, A. Benitez y A. Ogando, "Implementing Project-Based Learning as an Effective Alternative Approach for Chemistry Practical Courses Online", *Journal of Chemical Education*, vol. 98, no 11, pp. 3502-3508, 2021. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00379>
- [16] N. Argel, P. Carasi, C. Manassero y A. Quiroga, "El Trabajo Experimental en Tiempos de Pandemia, Desafíos y Alternativas Virtuales", en III Jornadas sobre las Prácticas Docentes en la Universidad Pública, 2020, pp. 1-7.