

## Experiencia pedagógica: enseñanza remota de emergencia de la asignatura Física en la Universidad Nacional de Tucumán

Pedagogical experience: Physics emergency remote teaching at Universidad Nacional Tucumán

Experiência pedagógica: ensino remoto de emergência da disciplina Física na Universidade Nacional de Tucumán

Carlos Ariel Marrades

Universidad Nacional de Tucumán  
San Miguel de Tucumán, Argentina

[carlos.marrades@fbqf.unt.edu.ar](mailto:carlos.marrades@fbqf.unt.edu.ar)

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9208-0962>

María Angélica Véliz

Universidad Nacional de Tucumán  
San Miguel de Tucumán, Argentina

[maria.veliz@fbqf.unt.edu.ar](mailto:maria.veliz@fbqf.unt.edu.ar)

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1348-2443>

Recibido – Received – Recebido: 27/11/2021 Corregido – Revised – Revisado: 27/02/2022 Aceptado – Accepted – Aprovado: 29/04/2022

DOI: <https://doi.org/10.22458/ie.v24i37.3819>

URL: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/innovaciones/article/view/3819>

**Resumen:** Este trabajo describe y analiza la experiencia adquirida en la enseñanza remota de emergencia, a causa de la pandemia por el virus responsable de la COVID-19, durante el desarrollo de la asignatura Física en la Universidad Nacional de Tucumán (Argentina). La cátedra tuvo que adecuar sus estrategias de enseñanza desde la modalidad presencial hacia la no presencial y, así, permitirle al estudiantado la continuidad en sus estudios. Se elaboró y aplicó una propuesta didáctica en línea con un enfoque constructivista que incluyó el diseño de un aula virtual y el uso de diversos recursos digitales. Los contenidos se organizaron en ocho unidades temáticas. Las prácticas de laboratorio se diseñaron para ser realizadas en forma virtual. La evaluación final se efectuó de manera remota sincrónica, mientras que la comunicación se organizó de modo sincrónico y asincrónico. Se analizaron algunos indicadores (asistencia, acceso al aula, tiempo de visualización de videos, calificaciones) sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje por lo que se refiere a las estrategias didácticas diseñadas y al proceso de evaluación. También se analizaron las valoraciones expresadas por el estudiantado sobre diferentes aspectos a través de una encuesta, las cuales fueron positivas. Se observó un alto porcentaje de asistencia y acceso al aula virtual. Asimismo, la visualización de los videos fue completa pero fraccionada y las calificaciones en promedios fueron adecuadas. Se elaboraron propuestas concretas para mejorar y optimizar la práctica docente y el rendimiento académico del estudiantado.

**Palabras clave:** física, educación a distancia, enseñanza superior, evaluación del estudiante, método de enseñanza.

**Abstract:** This work describes and analyzes the experience acquired in remote emergency teaching due to the pandemic caused by the virus responsible for COVID-19 during the development of the Physics class at Universidad Nacional de Tucumán (Argentina). The Chair had to adapt its teaching strategies from face-to-face to non-face-to-face modality, thus, allowing students to continue their studies. An online didactic proposal was developed and applied with a constructivist approach that included the design of a virtual classroom and using various digital resources. The contents were organized into eight thematic units. The laboratory practices were designed to be carried out virtually. The final evaluation was conducted synchronously and remotely, while the communication was organized synchronously and asynchronously. Some indicators (attendance, access to the classroom, video visualization time, grades) on the teaching and learning processes were analyzed regarding the designed didactic strategies and evaluation. The evaluations expressed by the student body on different aspects through a survey were also analyzed, which were positive. A high percentage of attendance and access to the virtual classroom were observed. Likewise, viewing the videos was complete but fractional, and the average

ratings were adequate. Finally, specific proposals were made to improve and optimize the teaching practice and students' academic performance.

**Keywords:** physics, distance education, higher education, student assessment, teaching method.

**Resumo:** Este artigo descreve e analisa a experiência adquirida no ensino remoto de emergência, devido à pandemia causada pelo vírus responsável pela COVID-19, durante o desenvolvimento da disciplina Física na Universidade Nacional de Tucumán (Argentina). O curso teve que adaptar suas estratégias de ensino do modo presencial para o modo não presencial, permitindo assim que os alunos continuassem seus estudos. Foi desenvolvida e aplicada uma proposta didática on-line com uma abordagem construtivista que incluiu o projeto de uma sala de aula virtual e o uso de vários recursos digitais. Os conteúdos foram organizados em oito unidades temáticas. As práticas de laboratório foram projetadas para serem realizadas virtualmente. A avaliação final foi realizada de forma remota e síncrona, enquanto a comunicação foi organizada de forma síncrona e assíncrona. Alguns indicadores (frequência, acesso à sala de aula, tempo gasto assistindo vídeos, notas) sobre o processo de ensino e aprendizagem foram analisados com relação às estratégias didáticas concebidas e ao processo de avaliação. Também foram analisadas as avaliações dos estudantes sobre diferentes aspectos através de uma pesquisa, as quais foram positivas. Foi observada uma alta porcentagem de frequência e acesso à sala de aula virtual. Da mesma forma, a visualização dos vídeos foi completa, mas fragmentada e as notas médias foram adequadas. Foram desenvolvidas propostas concretas para melhorar e otimizar a prática de ensino e o desempenho acadêmico dos estudantes.

**Palavras-chave:** Física, educação à distância, educação superior, avaliação estudantil, método de ensino.

## INTRODUCCIÓN

Unos ciento ochenta y cinco países suspendieron las clases presenciales y más de mil quinientos millones de estudiantes fueron afectados (UNESCO, 2020) a causa de la pandemia por el virus responsable de la COVID-19 declarada en marzo de 2020 por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En este contexto, las instituciones educativas definieron planes de contingencia para dar un paso obligado desde la modalidad presencial hacia la no presencial (García-Peñalvo, 2020a) y la consecuente virtualización del proceso de enseñanza y aprendizaje (Crisol-Moya et al., 2020) en todos los niveles educativos (Zubillaga y Gortazar, 2020).

En los últimos años, se han publicado propuestas y experiencias pedagógicas, parcial o completamente virtuales, para todos los niveles educativos incluido el universitario (Mora-Vicarioli, 2012). Se han desarrollado en su totalidad procesos de enseñanza y aprendizaje a través de escenarios o entornos digitales, aunque haya podido o no existir algún encuentro presencial.

El aprendizaje en línea se puede definir como instrucción impartida en un dispositivo digital destinado a apoyar el aprendizaje (Clark y Mayer, 2016). Este ha tomado mayor importancia durante la época de la emergencia sanitaria mundial y ha ofrecido la oportunidad de permanecer en contacto, aunque sea de forma remota. De este modo, se dio continuidad a los procesos educativos, a pesar de que tal contexto haya representado múltiples desafíos como el acceso a internet, procedencia del estudiantado, acceso y capacidad de manejo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las universidades, entre otros (Huanca-Arohuana, 2020). Este modo de enseñanza remota de emergencia es un método alternativo y temporal de enseñanza que se desarrolló en respuesta a una crisis específica (Wang et al., 2020). Difiere estrictamente de la educación a distancia típica que se caracteriza por la distancia en el tiempo o espacio entre el estudiantado y los recursos de aprendizaje; mientras que la educación remota se refiere a la distancia espacial (Bozkurt y Sharma, 2020).

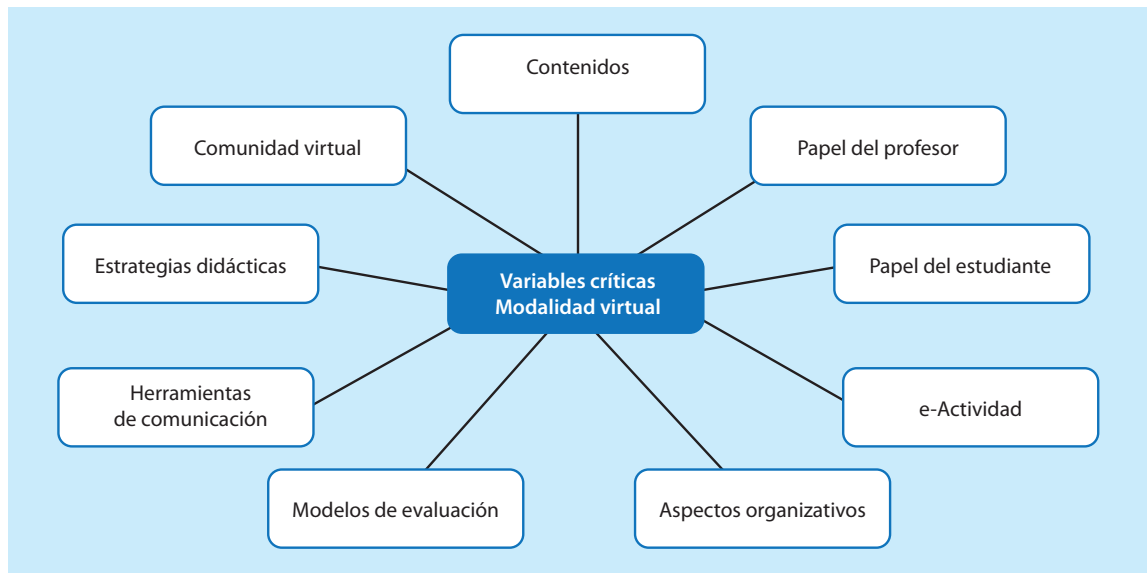
En Argentina, a partir del 20 de marzo de 2020, el Poder Ejecutivo Nacional decretó un Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) con la consiguiente suspensión de clases presenciales. La Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia (FBQF) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) tomó las medidas necesarias para lograr una rápida adaptación frente a tal situación adversa y, así, garantizar el funcionamiento de la institución. La asignatura Física, común a las cuatro carreras de esta facultad (Bioquímica,

Licenciatura en Química, Farmacia y Licenciatura en Biotecnología), tuvo que modificar y adecuar sus estrategias de enseñanza.

En este contexto, el personal docente de la asignatura debió analizar y replantear las estrategias didácticas relacionadas con el ritmo de aprendizaje, la proporción del número de estudiantes por docente, el rol tanto del estudiantado como del profesorado, la sincronía de las comunicaciones, el enfoque de las evaluaciones en línea, la retroalimentación, entre otros aspectos. En este sentido, es importante destacar la importancia de una didáctica con orientación constructivista que fomente la autonomía en el aprendizaje. El constructivismo como teoría pedagógica en la que se enmarcan los procesos de enseñanza y aprendizaje ha fundamentado la práctica educativa presencial, pero también se aplica en los procesos de enseñanza y aprendizaje en línea. Por tal motivo, la autoformación constituye la base de esta modalidad de enseñanza, en la cual el proceso de aprendizaje está en manos del propio sujeto que aprende, sin prescindir de la ayuda externa del profesorado (Fernández, 2014).

A propósito de lo anterior, García-Peñalvo (2020b) indicó que en entornos digitales se deben organizar los contenidos, las actividades de aprendizaje, las herramientas de seguimiento y evaluación, así como los recursos usados para la comunicación e interacción social. Por su parte, Zubillaga y Gortazar (2020) enfatizaron la importancia y el cuidado en la planificación y diseño de las experiencias educativas en línea. Esta modalidad educativa proporciona algunas ventajas, como la posibilidad de romper la barrera espacio-temporal que ha influido en las actividades de la modalidad presencial; también algunas desventajas, como la mayor dedicación docente en desmedro de otras actividades reconocidas (investigación, gestión, extensión, formación de recursos humanos, entre otras) en el uso de las TIC. Algunas de las variables críticas más importantes por considerar se muestran en la Figura 1.

**Figura 1**  
*Variables críticas para la formación virtual*



*Nota. Tomado de Cabero (2006).*

Uno de los aspectos relevantes fue pensar en un modelo fiable de evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje, y en instrumentos eficaces, como lo propusieron Yuste et al. (2012). El proceso de evaluación debe caracterizarse por su confiabilidad (consistencia en los datos experimentales respecto al nivel de logro alcanzado por el estudiantado), la validez (medir lo que se pretende), objetividad (resultados basados en los méritos evaluados) y autenticidad (correspondencia entre los procesos intelectuales y las

situaciones reales de aplicación del conocimiento). Algunos instrumentos para este fin son los sincrónicos, como cuestionarios en directo, entrevistas por videoconferencias, entre otros, y los asincrónicos, como entrega de informes, foros de discusión y cuestionarios disponibles en tiempo limitado.

Por lo que se refiere a la educación superior y a la disciplina Física, se han brindado diferentes recursos para su enseñanza en línea, por ejemplo, videos, animaciones y simuladores, plataformas, entre otros (Ré et al., 2012; Franco et al., 2013; Ortiz, et al., 2014; Camarena, 2017; Estela, 2021); así como también algunas experiencias positivas respecto al uso de plataformas educativas y redes sociales (Chiecher, 2015; Vicario et al., 2016). Asimismo, se ha demostrado la importancia del laboratorio virtual de Física para apoyar su proceso de enseñanza y aprendizaje mediado por herramientas disponibles en internet (Cabrera y Sánchez, 2016).

A su vez, el diseño de una propuesta de educación remota de emergencia requiere de un marco metodológico discutido y acordado que considere objetivos claros y definidos, una planificación pedagógica y operativa, así como también una evaluación y un seguimiento apropiados. Un diseño inteligente que contemple estos factores, sumado a la pericia y capacidad docente, permitiría el desarrollo de una asignatura con éxito. Los objetivos del presente trabajo son: a) analizar algunos indicadores relacionados con el proceso de enseñanza y aprendizaje, b) analizar y valorar las estrategias didácticas diseñadas y ejecutadas por la cátedra Física para el cursado en modalidad enseñanza remota de emergencia durante el ciclo lectivo del año 2020, y c) elaborar propuestas de mejora para la práctica docente y el rendimiento académico del estudiantado.

## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

La presencia del virus responsable de la COVID-19 en el mundo provocó que la OMS declarara, a partir del 11 de marzo de 2020, la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2. En Argentina, desde el 20 de marzo del mismo año, el Poder Ejecutivo Nacional decretó un Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) con la consiguiente suspensión de las clases presenciales.

Así pues, la asignatura Física, del primer año del ciclo básico de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán, tuvo que modificar y adecuar sus estrategias de enseñanza (enseñanza remota de emergencia) para permitirle al estudiantado la continuidad y el avance en sus estudios, aun en el contexto de la pandemia. Por ello, se elaboró y aplicó una propuesta didáctica en línea con un enfoque constructivista, para el desarrollo organizado de todas las actividades académicas inherentes a la asignatura. Un total de 212 estudiantes se inscribieron en Física, de los cuales 129 participaron de una encuesta, individual y anónima.

### Diseño del aula virtual

El diseño didáctico para la modalidad remota demandó definir un plan con los objetivos, acciones, actividades y recursos articulados, como lo sugiere Marciniak (2016). Se basó en un enfoque constructivista y activo de aprendizaje, y se complementó con herramientas tecnológicas de uso sencillo y amplio en la actualidad. El aula virtual, diseñada en la plataforma Moodle en el campus virtual de la FBQF-UNT, fue estructurada de la siguiente manera:

1. Información general: abarcó el programa de estudio de la asignatura (objetivos, contenidos y bibliografía), presentación del personal docente de la cátedra, cronograma de actividades y una explicación detallada de la modalidad aplicada.

2. Unidades didácticas: se estructuraron con los contenidos organizados semanalmente y en ejes temáticos. Temas: (T1) Electrostática, interacciones; (T2) Electrostática, energía; (T3) Corriente eléctrica, resistencia; (T4) Circuito con corriente continua; (T5) Carga en campo magnético; (T6) La Luz, parte 1: luz, reflexión, refracción, reflexión total, prisma; (T7) La Luz, parte 2: polarización y polarimetría, e (T8) Imágenes. Cada unidad presentó los diferentes recursos y las actividades empleadas como estrategias de enseñanza.
3. Herramientas de comunicación: se organizó la comunicación e interacción entre estudiantes y docentes de manera sincrónica y asincrónica (área de avisos y novedades, foros de discusión, enlaces a videoconferencias, grupos de WhatsApp y correos electrónicos).
4. Bibliografía y otros recursos: se dispuso en el aula virtual una publicación de la cátedra titulada *Física aplicada en fenómenos biológicos y bioquímicos* (ISBN 978-950-554-746-3), referencias bibliográficas sugeridas para cada tema y videos didácticos editados por docentes de la cátedra.

## Estrategias de enseñanza

Las actividades y recursos de aprendizaje se organizaron en unidades didácticas. En cada unidad, se incluyó lo siguiente: (a) clase de teoría en formato de video con explicaciones, animaciones, aplicaciones relacionadas con asignaturas afines y recomendaciones bibliográficas; (b) selección de problemas, en orden de complejidad creciente, para ser desarrollados por el estudiantado con los resultados numéricos respectivos; (c) clase de trabajo práctico a cargo del docente en formato de video con el planteo, razonamiento y la resolución de situaciones problemáticas (también se adjunta un archivo PDF de la clase); (d) foro de consultas e interacción docentes-estudiantes; (e) seminario de integración de conocimientos mediante videoconferencias, y (f) evaluación formativa. Esta última se realizó al finalizar cada eje temático mediante un cuestionario asincrónico con una base de datos de ejercicios, que se habilitaba en una fecha determinada y permanecía abierto durante tres días.

Las prácticas de laboratorio se diseñaron considerando las recomendaciones de algunos autores (Infante Jiménez, 2014; Mar-Cornerlio y Bron-Fonseca, 2017), para ser ejecutadas a distancia mediante el uso de las TIC: medición de resistencia eléctrica de un material sólido y medición del índice de refracción del acrílico. Para cada práctica, se elaboró un manual de procedimiento y un video didáctico con los objetivos, los conceptos básicos y el procedimiento experimental. En forma individual, cada estudiante caracterizó los instrumentos de medición, registró las magnitudes biofísicas (a través del video), realizó los cálculos necesarios y redactó el informe correspondiente para ser analizado y aprobado por el personal docente de cada comisión.

Con el objeto de garantizar un seguimiento del estudiantado, se utilizaron como indicadores el tiempo promedio de visualización de videos, el registro de asistencia a clases, el acceso al aula virtual y las calificaciones de las evaluaciones formativas. La evaluación integral final de la asignatura se realizó de manera sincrónica mediante el aula virtual y videoconferencia (Ferdig et al., 2020), con la resolución de ejercicios de razonamiento y cálculos, secuenciales y limitados en tiempo.

## Datos y técnicas estadísticas

La recolección de datos se efectuó a partir de los registros de asistencia a clases, acceso al aula virtual, tiempo de visualización de los videos, las encuestas de opinión del estudiantado, las calificaciones de las evaluaciones formativas y de la evaluación integral final. La encuesta, anónima e individual, con tenor del cursado modalidad remota de la asignatura Física, se desarrolló en relación con las clases de teoría,

trabajos prácticos, laboratorios y evaluaciones. Para medir el grado de acuerdo o desacuerdo de cada ítem, se usó la escala de Likert con cinco niveles. Este instrumento fue validado por un panel de expertos y se comprobó su consistencia interna mediante la prueba de alfa de Cronbach, que dio una puntuación de 0,881. También se incluyeron preguntas abiertas sobre su experiencia personal. Se realizó una versión electrónica a través de la aplicación formulario de Google, la cual fue enviada una vez finalizada la cursada. Además, los datos se analizaron con el programa Minitab 17 y MS Excel 2019 para obtener los estadísticos descriptivos. Las comparaciones entre grupos se realizaron con ANOVA y la prueba de Tukey. Se usó un nivel de significación de 0,05.

## Resultados y propuestas

### Estrategias didácticas

En la Tabla 1, se muestran los parámetros estadísticos de los audiovisuales respecto a las clases de teoría publicadas en el canal de YouTube Física.

**Tabla 1**  
*Clases de teoría: parámetros estadísticos*

Clase	Cantidad de visualizaciones	Duración media de las visualizaciones (minutos)	Porcentaje medio visto (%)	Tipo de dispositivos usado (%)			
				PC	Teléfono móvil	Tablet	TV
Clase 1	884	10:13	20,5	54,6	43,9	0,0	1,5
Clase 2	651	10:27	22,5	33,5	56,4	3,1	2,6
Clase 3	457	10:51	26,3	35,1	57,6	5,3	1,5
Clase 4.1	382	11:45	29,8	47,9	48,2	3,7	0,0
Clase 4.2	342	11:09	29,6	49,1	47,4	3,5	0,0
Clase 5	588	13:59	20,7	47,7	47,0	3,6	1,5
Clase 6	591	14:28	21,1	41,5	54,7	2,4	1,5
Clase 7	329	11:21	20,4	48,6	48,9	1,8	0,6
Clase 8.1	446	11:30	26,6	42,6	52,7	1,8	2,9
Clase 8.2	358	08:39	22,4	50,6	44,7	2,2	2,5
<b>Media</b>	<b>503</b>	<b>11:26</b>	<b>23,99</b>	<b>45,12</b>	<b>50,15</b>	<b>3,0</b>	<b>1,5</b>

La cantidad promedio de visualización para cada clase fue de 503 minutos, mientras que la duración promedio de cada visualización fue de aproximadamente 11 minutos. Se observa que el porcentaje medio visto se encuentra entre 20,5% y 29,8%, con un promedio de casi 24%. Esto sugiere que, para visualizar cada clase completa, el estudiantado lo hacía en 4 tramos de 11 minutos aproximadamente. Los dispositivos más usados por esta población fueron el teléfono móvil y la computadora.

Por su parte, en la Tabla 2, se detallan los parámetros estadísticos para las clases asincrónicas de trabajos prácticos de problemas, publicadas en el canal de YouTube Física.

**Tabla 2**  
Clases de trabajos prácticos: parámetros estadísticos

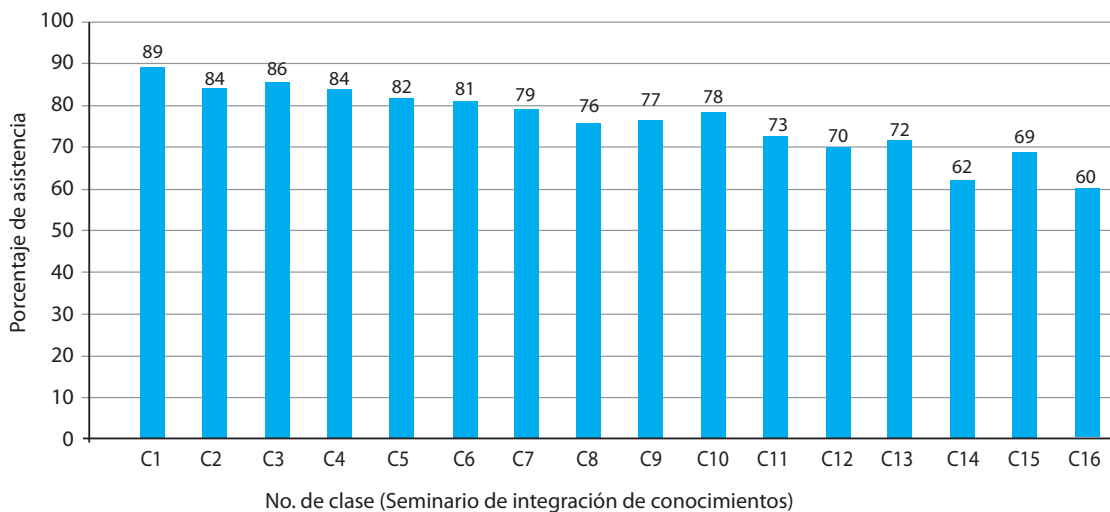
Clase	Cantidad de visualizaciones	Duración media de las visualizaciones (minutos)	Porcentaje medio visto (%)	Tipo de dispositivo usado (%)			
				PC	Teléfono móvil	Tablet	TV
TP1	394	08:07	16,3	17,8	62,9	5,1	0,3
TP2	285	08:24	19,2	24,6	65,3	5,6	1,4
TP3	194	10:39	26,0	39,7	54,1	5,2	0,5
TP4	132	11:50	34,6	37,5	55,9	6,1	2,7
TP5	211	08:25	24,5	40,8	51,7	7,1	0,5
TP6	203	06:42	24,4	35	54,2	5,4	5,4
TP7	329	11:21	20,4	48,6	48,9	1,8	0,6
TP8	183	07:28	18,6	37,7	52,5	6,6	3,3
<b>Media</b>	<b>241</b>	<b>09:01</b>	<b>23,0</b>	<b>35,2</b>	<b>55,7</b>	<b>5,4</b>	<b>1,8</b>

La cantidad de visualización promedio para los trabajos prácticos (241 visualizaciones) fue menor que para las clases de teoría. Asimismo, el tiempo promedio de visualización disminuyó a 8 minutos con 43 segundos. El porcentaje medio visto se mantuvo entre 16,5% y 26,0%, con un promedio total de 23,0%. De forma análoga a las clases de teoría, las clases de trabajos prácticos fueron observadas en 4 tramos de 11 minutos, aproximadamente, y mediante el uso preferencial de teléfono móvil y computadora personal.

*Propuesta: fraccionar los videos de clases teóricas y prácticas en audiovisuales de 10 minutos aproximadamente. Para ello, el contenido se ordenará con conceptos teóricos, ejemplos ilustrativos, demostraciones, planteo de situaciones problemáticas y resolución de ejercicios pilotos. Cada video se asociará a un espacio virtual para la discusión asincrónica entre estudiantes y docentes que promueva la construcción compartida del conocimiento. Esto permitirá flexibilizar las estrategias de aprendizaje y promover el uso autónomo de recursos digitales telemáticos.*

Con respecto a los seminarios de integración de conocimientos, se organizaron 16 clases sincrónicas que se desarrollaron durante 8 semanas. El porcentaje de asistencia promedio a cada clase se muestra en la Figura 2.

**Figura 2**  
Asistencia a los seminarios de integración de conocimiento

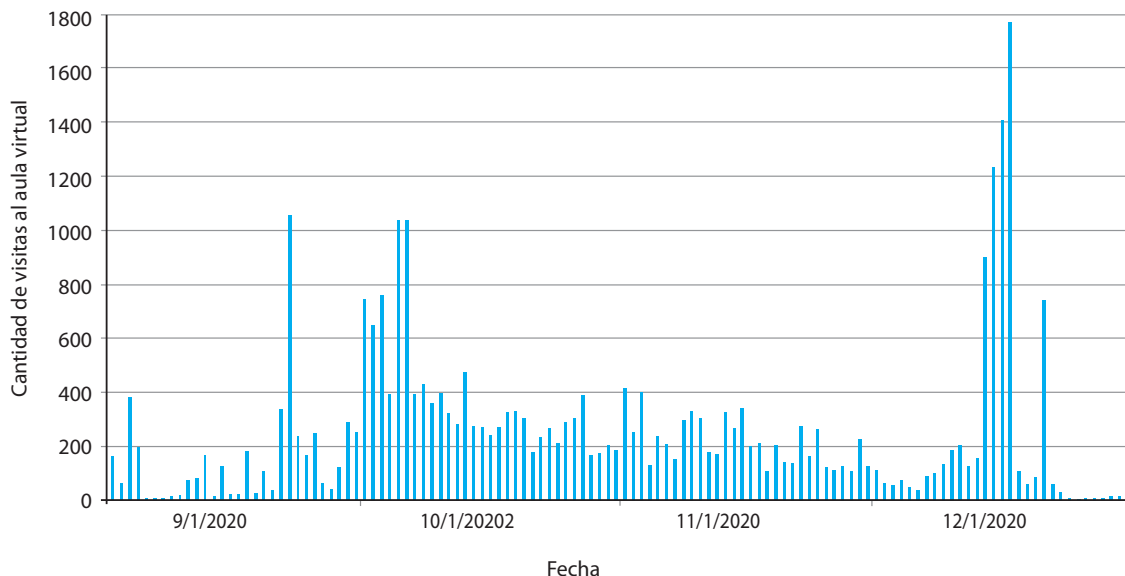


En estas clases, se observó un alto porcentaje de asistencia, iniciando con un promedio de casi 90% y disminuyendo hasta llegar a un 60% en la última clase. Las interacciones entre estudiantes-docentes y estudiantes-estudiantes fueron muy buenas con intercambios que enriquecieron el análisis de las diferentes situaciones problemáticas planteadas a través de una tableta digital conectada a la videoconferencia.

*Propuesta: generar nuevos espacios sincrónicos a través de los seminarios de integración de contenidos, que permitan discutir y dilucidar conceptos centrales en el desarrollo de los contenidos.*

Por otro lado, la cantidad de visitas al aula virtual entre setiembre y diciembre de 2020 (Figura 3) fue variable: un promedio diario de 250, cifra que se incrementaba en los días previos a la evaluación integral final.

**Figura 3**  
Visitas al aula virtual



### Proceso de evaluación

Se han comparado las medias de las calificaciones entre las evaluaciones formativas de cada tema usando la prueba de Tukey (Tabla 3). Se observa que, en el tema 3, (Corriente eléctrica. Resistencia) el estudiantado logró el promedio más alto, mientras que, en el tema 2 (Electrostática: energía) fue el más bajo, con una diferencia estadísticamente significativa.

**Tabla 3**  
Calificaciones medias de cada tema en la evaluación formativa. Prueba de Tukey con una confianza del 95 %

Tema	N	Media	Desv. Est.	Agrupamiento*
T3	200	7,375	2,949	A
T7	168	6,965	2,523	A B
T6	179	6,63	3,019	A B C
T8	156	6,582	3,212	A B C
T1	206	6,57	3,140	A B C
T4	191	6,336	3,291	B C
T5	180	6,241	2,731	B C
T2	204	5,915	2,994	C

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Por su parte, el tema "Corriente eléctrica. Resistencia" es habitualmente más estudiado en la educación media, mientras que "Electrostática: energía" no forma parte de los contenidos mínimos de los diseños curriculares en la mayoría de las modalidades en las provincias de la región del noroeste argentino. Además, a lo mencionado se agrega la complejidad conceptual de los cambios de energía potencial eléctrica y movimientos de cargas en campos eléctricos.

El instrumento empleado en la evaluación formativa de cada eje temático consistió en tres problemas: los dos primeros de cálculo y el tercero conceptual. Se han comparado las medias de las calificaciones entre los tres problemas de cada tema, con la prueba de Tukey y una confianza del 95 %, y se encontró una diferencia estadísticamente significativa en los temas 1, 2 y 7 (Tabla 4). En los temas 3, 4, 5 y 6, no se advirtió una diferencia significativa (no mostrados en la Tabla 4).

**Tabla 4**

*Calificación media de cada problema de cada tema en la evaluación formativa.  
Prueba de Tukey con una confianza del 95 %*

Tema - N° problema	N	Media	Agrupamiento
Tema 1 – Problema 3	205	2,6153	A
Tema 1 – Problema 2	205	2,079	B
Tema 1 – Problema 1	205	1,901	B
Tema 2 – Problema 2	203	2,133	A
Tema 2 – Problema 1	204	2,106	A
Tema 2 – Problema 3	204	1,681	B
Tema 7 – Problema 2	167	2,8913	A
Tema 7 – Problema 1	168	2,7552	A
Tema 7 – Problema 3	168	1,328	B

En el tema 1, (Electrostática: interacciones) la media de las calificaciones de los problemas 1 y 2 se diferenciaron significativamente del problema 3. Ello sugiere que resultó más fácil el análisis conceptual que la resolución con cálculos matemáticos. Sin embargo, los datos apuntan a lo contrario en el tema 2 (Electrostática: energía) y el tema 7 (Polarización y polarimetría). En estos, los resultados indicaron mayor dificultad en el análisis conceptual que en la resolución con cálculos.

*Propuesta: incorporar clases de refuerzo para plantear los temas críticos que requieran conceptos previos para una mejor comprensión, ya sea en un análisis conceptual o en su resolución con cálculos.*

La evaluación integral virtual se realizó al finalizar el desarrollo de los contenidos y consistió en cuatro problemas: los tres primeros fueron de cálculos; el último, de tipo conceptual con situaciones para analizar, responder y justificar. Se calcularon la media y desviación estándar de las calificaciones de cada problema (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Calificaciones de la evaluación integral*

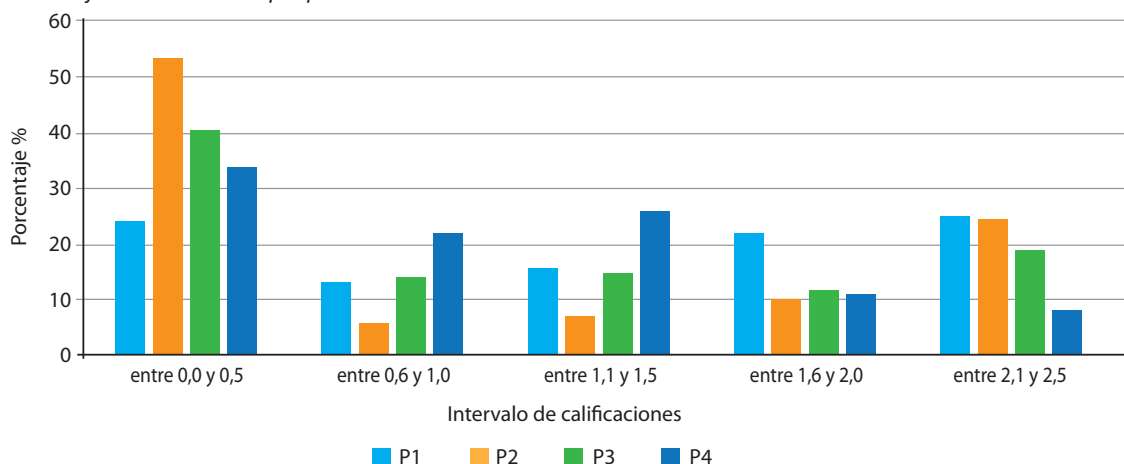
Problema	Descripción	Media	Desv. Est.
Problema 1	Cálculos (Electrostática)	1,43	0,77
Problema 2	Cálculos (Circuito eléctrico)	0,95	1,03
Problema 3	Cálculos (Lentes)	0,98	0,91
Problema 4	Análisis conceptual	0,91	0,75

*Nota. Escala de calificación para cada problema: 0 – 2,5.*

En Electrostática (problema 1), se obtuvo la media de calificación más alta y la menor dispersión de datos. Si se compara esta media con la del mismo tema pero en las evaluaciones formativas (Tabla 3), podría interpretarse que, puesto que Electrostática es uno de los temas de mayor dificultad durante el desarrollo de los trabajos prácticos, el estudiantado le dedicó tiempo de estudio. Lo anterior es consistente con el mayor número de visualizaciones de las clases de este tema, tanto en los videos de teoría como en los de trabajos prácticos (Clase 1 y 2, en la Tabla 1; TP1 y 2, en la Tabla2).

Las calificaciones de cada problema de la evaluación integral final se han agrupado en cinco intervalos (0,0 y 0,5; 0,6 y 1,0; 1,1 y 1,5; 1,6 y 2,0; 2,1 y 2,5) y se calculó el porcentaje correspondiente (Figura 4). Dentro de las calificaciones más altas (último intervalo), el mayor porcentaje corresponde al problema 1 (electrostática), mientras que las calificaciones más bajas (primer intervalo) corresponden al problema 2 (circuito cc).

**Figura 4**  
Porcentaje de calificaciones por problema

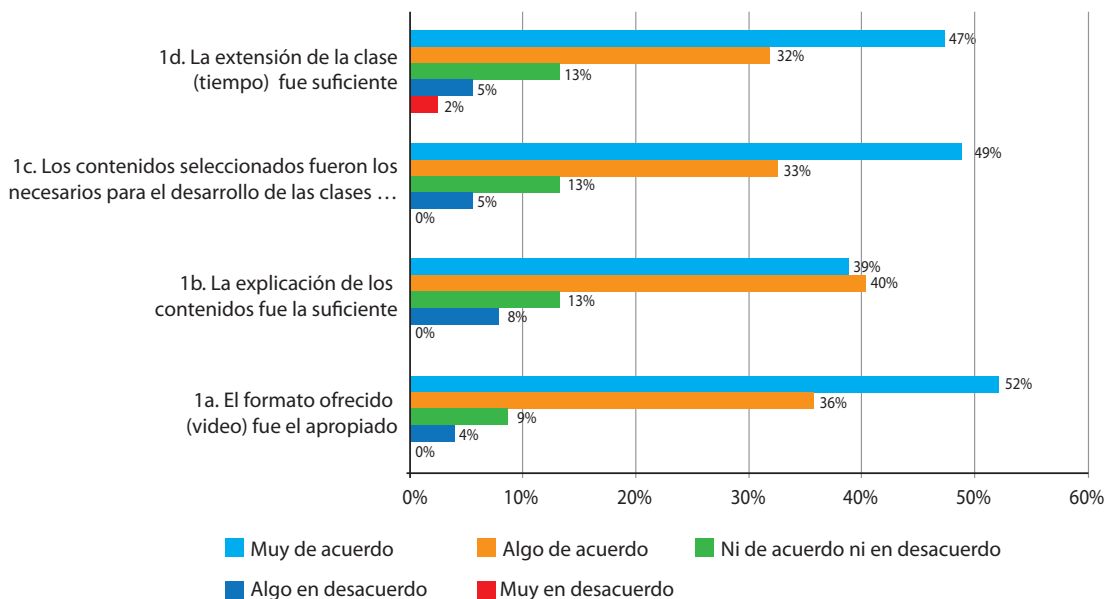


### Encuesta de opinión

La encuesta fue respondida, en forma anónima e individual, por 129 estudiantes. Los resultados obtenidos a partir del procesamiento de los datos de las escalas Likert se muestran en las Figuras 5, 6, 7 y 8. Los valores del eje de las abscisas corresponden al porcentaje de respuestas del estudiantado respecto a la valoración que hizo sobre cada ítem (muy en desacuerdo, algo en desacuerdo, ni en acuerdo ni en desacuerdo, algo de acuerdo, muy de acuerdo). En el eje de las ordenadas, figuran los ítems de las distintas dimensiones de la encuesta.

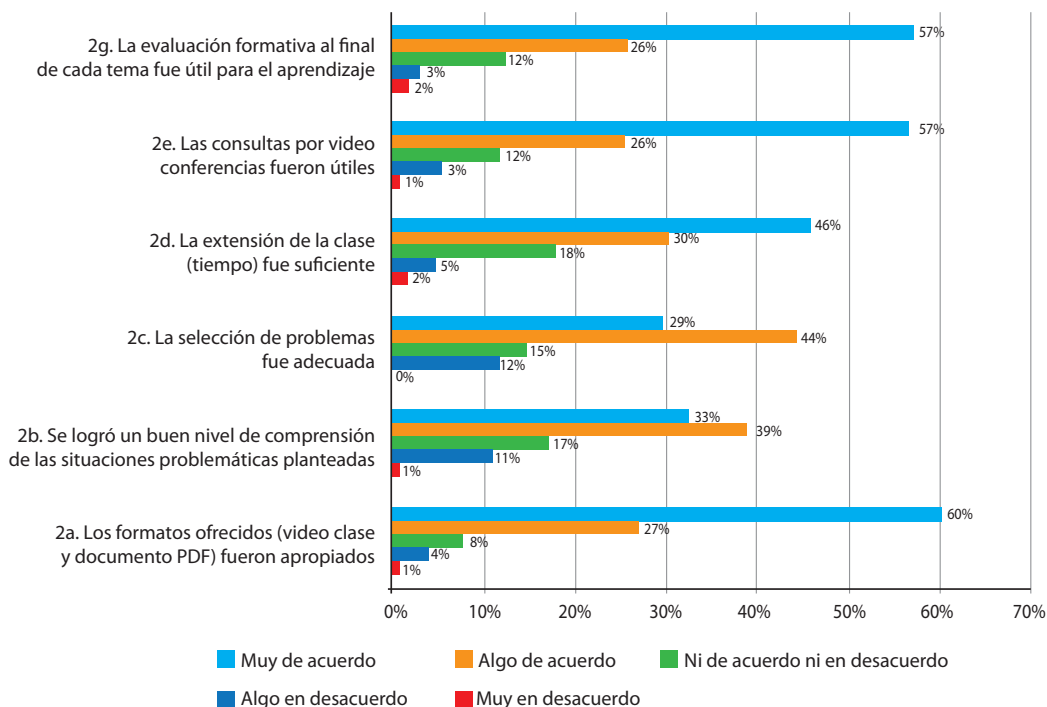
En la valoración que emitió el estudiantado en relación con las clases de teoría, se observa que la mayoría estuvo “muy de acuerdo” en que el formato ofrecido fue el apropiado, los contenidos seleccionados fueron los necesarios para el desarrollo de las clases de trabajos prácticos y que la extensión (tiempo) de la clase fue suficiente. Para el resto de los ítems, la mayor parte de las valoraciones fueron positivas, entendiendo como tales las respuestas “muy de acuerdo” y “algo de acuerdo” (Figura 5).

**Figura 5**  
Valoración del estudiantado sobre las clases de teoría



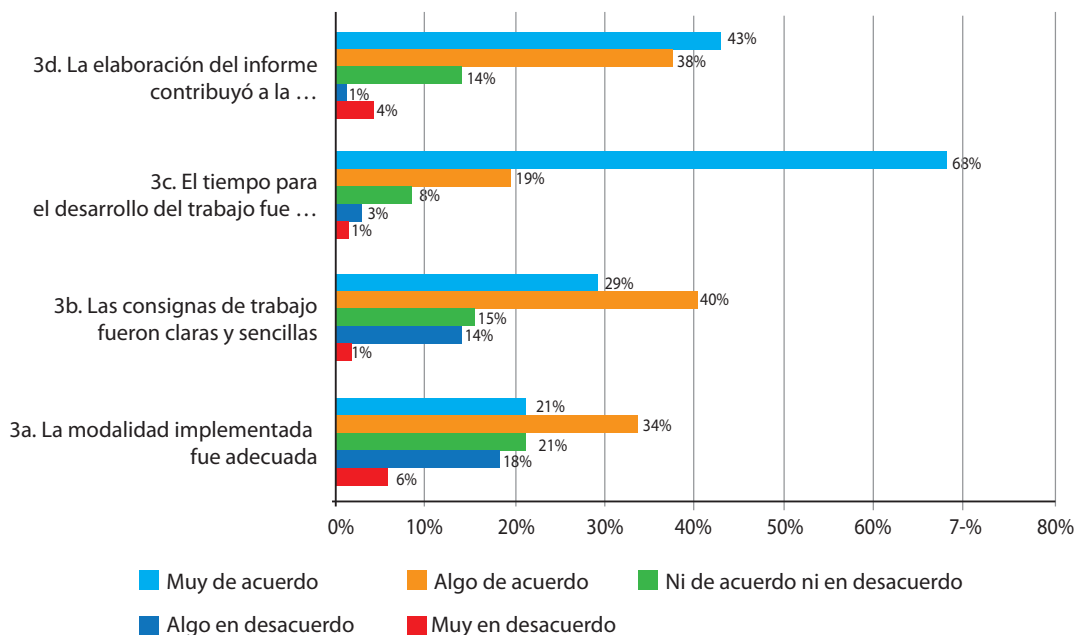
En los resultados vinculados con las clases de trabajos prácticos, se observa que la mayoría del estudiantado estuvo “muy de acuerdo” en que los formatos ofrecidos (videoclase y documento PDF) fueron apropiados, así como en que las consultas por videoconferencias y las evaluaciones formativas resultaron útiles para el aprendizaje. Para el resto de los ítems, la mayoría de las valoraciones fueron positivas (Figura 6).

**Figura 6**  
Valoración del estudiantado sobre las clases de trabajos prácticos



La valoración que expresó el estudiantado sobre el laboratorio indica que la mayoría estuvo “muy de acuerdo” en que el tiempo para el desarrollo del trabajo fue suficiente. Para el resto de los ítems la mayor parte de las valoraciones fueron positivas (Figura 7).

**Figura 7**  
Valoración del estudiantado sobre el laboratorio



Sin embargo, en la corrección de los informes, el personal docente detectó falencias en la elaboración de estos por parte del estudiantado.

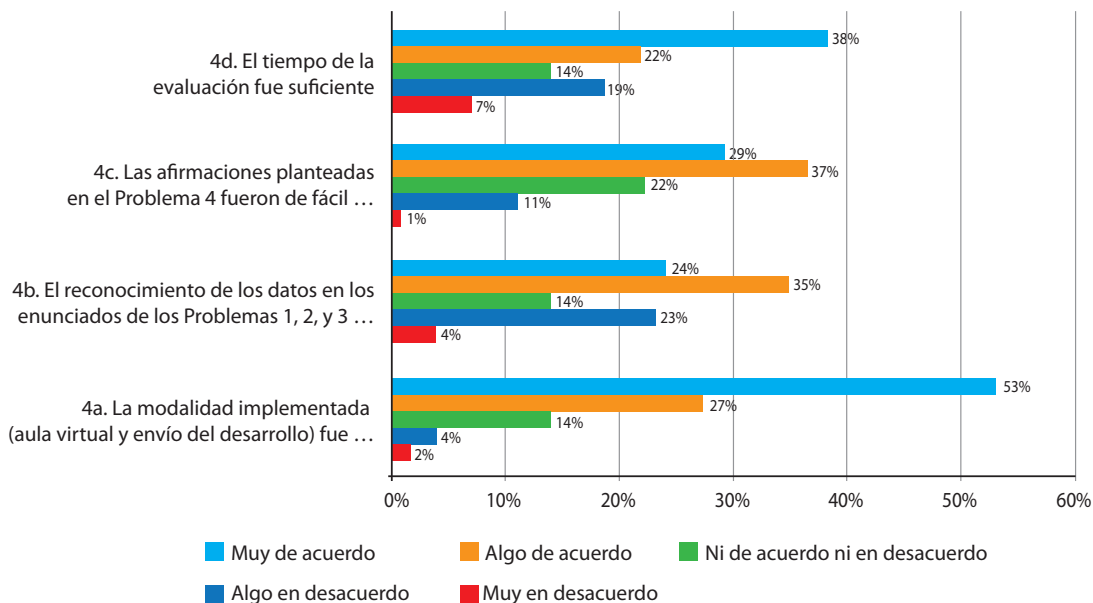
*Propuesta: diseñar y desarrollar un taller sobre la elaboración de informe técnico de laboratorio, que incluya además del análisis de su estructura, el manejo de variables, identificación de posibles fuentes de error y su manejo, diseño e interpretación de gráficos, así como la importancia de relacionar las conclusiones con los objetivos propuestos.*

Con respecto a la evaluación integral final, la mayoría del estudiantado estuvo “muy de acuerdo” en que la modalidad instrumentada (aula virtual y envío del desarrollo) fue adecuada. Para el resto de los ítems consultados, las valoraciones fueron positivas (Figura 8).

Asimismo, cabe destacar que el porcentaje de aprobados y las calificaciones fueron inferiores a lo esperado, posiblemente por priorizar el tiempo de dedicación y estudio a las demás asignaturas que se cursan simultáneamente.

*Propuesta: incorporar el régimen de promoción directa como opción para la aprobación de la asignatura Física.*

**Figura 8**  
Valoración del estudiantado sobre la evaluación integral final



## SÍNTESIS Y REFLEXIONES FINALES

Como en otras universidades del país y del mundo, el diseño y ejecución de la modalidad de enseñanza remota de emergencia se realizó con los recursos tecnológicos disponibles. Por ello, ante la ausencia (imposibilidad) de instancias presenciales, se adaptó y trasladó el contenido curricular de la asignatura a la plataforma de aprendizaje virtual, y el proceso de enseñanza y aprendizaje fue mediado por las TIC. Lo anterior se realizó respetando los contenidos mínimos establecidos por el Ministerio de Educación de la Nación Argentina.

En relación con el elevado número de visitas diarias promedio al aula virtual, se podría afirmar que los recursos didácticos ofrecidos resultaron adecuados y fueron usados frecuentemente. Asimismo, los videos didácticos fueron muy utilizados, lo cual se manifestó en la alta cantidad de visualizaciones. Los videos didácticos de clases de teoría fueron los más visualizados en términos de la cantidad de veces y el tiempo promedio, de modo que superaron a los de los trabajos prácticos. De igual forma, la utilidad de los seminarios de integración de conocimientos se reflejó no solo en el elevado porcentaje de asistencia, sino también en las interacciones que generaron y en las opiniones del estudiantado vertidas en las encuestas. El personal docente de la cátedra promovió, de manera permanente, el intercambio de opiniones en el análisis y discusión de los conceptos abordados valiéndose de diversas estrategias.

Así, se plantearon preguntas sugerentes sobre diferentes situaciones tanto en el foro de intercambio como en las videoconferencias de los seminarios mencionados. La riqueza de los intercambios entre el estudiantado, con la orientación del profesorado, se evidenciaron en los debates, ya que permitieron elaborar, analizar y definir conceptos relevantes y centrales para la comprensión de los contenidos. La participación del estudiantado fue destacada; esta fue mayor en las clases de trabajos prácticos, probablemente por la complejidad que implica el análisis y resolución de las situaciones problemáticas.

Además, del análisis de la evaluación formativa llevada a cabo con los cuestionarios asincrónicos, se lograron diferenciar los contenidos con promedio de calificaciones más alto y más bajo. Análogamente, se identificaron aquellos contenidos con mayor y menor dificultad para el análisis conceptual que para

las operaciones de cálculos. Lo anterior se aplicó de igual modo en la evaluación final. Esto permitió proponer algunas actividades de refuerzo. Las valoraciones del estudiantado a través de las encuestas fueron muy útiles para el personal docente para realizar un análisis crítico de la propuesta didáctica, a fin de reforzar algunos aspectos y, en otros, efectuar los ajustes necesarios.

El análisis y la valoración de los indicadores del proceso de enseñanza y aprendizaje, tanto de las estrategias diseñadas como de las opiniones emitidas en la encuesta por el estudiantado, se canalizaron en las propuestas concretas antes mencionadas, en aras de mejorar y optimizar la práctica docente y el rendimiento estudiantil en la asignatura Física. Estos resultados y propuestas también pueden servir de insumos para elaborar estrategias didácticas orientadas al desarrollo de la asignatura en una modalidad mixta con actividades presenciales y no presenciales, y al uso de un aula virtual como aula extendida.

## REFERENCIAS

- Bozkurt, A. y Sharma, R. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to Corona Virus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 1-6. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3778083>.
- Cabero, J. (2006). Bases pedagógicas del e-learning. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3(1). doi:10.7238/rusc.v3i1.265.
- Cabrera, J. y Sánchez, I. (2016). Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web. *Memorias De Congresos UTP*, 1(1), 49-55. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1296>.
- Camarena, C. C. (2017). *Estrategias de enseñanza virtual docente y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes del curso Desempeño Universitario en la Universidad Científica del Sur, año 2015* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Chiecher, A. Ingreso universitario y prevención del abandono. Usos posibles y potencialidades de los entornos virtuales, En Panaia, M. (Coord.), *Universidades en cambio. ¿Generalistas o profesionalizantes?*, (Miño y Dávila, Buenos Aires, 2015).
- Clark, R.C. y Mayer, R. E. (2016). *E-Learning y la Ciencia de la Instrucción*. Wiley.
- Crisol-Moya, E., Herrera-Nieves, L. y Montes-Soldado, R. (2020). Educación virtual para todos: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society*, 21(15). doi:10.14201/eks.20327.
- Estela, R., Contreras, E., Reyes, E., Fernández, R., Carcausto, C., Guzmán, G. y Castro, D. (2021). El foro virtual como estrategia intercultural en la enseñanza de la Física universitaria. *Revista Latinoamericana De Difusión Científica*, 4(6), 192-212. <https://doi.org/10.38186/difcie.46.12>
- Fernández, N. R. (2014). Fundamentos del proceso educativo enseñanza, aprendizaje y evaluación a distancia. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 17(2), 75-93. <https://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/12679>
- Franco, A., Beléndez, A. y Ablanque, J. (2013). Recursos multimedia para la enseñanza on-line de la Física. *Revista Española de Física*, 27(1), 49-56. [https://www.researchgate.net/publication/260594330\\_Recursos\\_multimedia\\_para\\_la\\_ensenanza\\_on-line\\_de\\_la\\_Fisica](https://www.researchgate.net/publication/260594330_Recursos_multimedia_para_la_ensenanza_on-line_de_la_Fisica)
- García-Peñalvo, F. J. (2020a). Modelo de referencia para la enseñanza no presencial en universidades presenciales. *Campus Virtuales*, 9(1), 41-56. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/625>
- García-Peñalvo, F. J. (2020b). *El sistema universitario ante la COVID-19: corto, medio y largo plazo*. <https://bit.ly/2YPUeXU>

- Huanca-Arohuanca, J., Supo-Condori, F., Sucari, R. y Supo, L. (2020). El problema social de la educación virtual universitaria en tiempos de pandemia, Perú. *Innovaciones Educativas*, 22(Especial), 115 - 128. <https://doi.org/10.22458/ie.v22iEspecial.3218>
- Infante, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *RMIE*, 62(19), 917-937. <https://www.redalyc.org/pdf/140/14031461013.pdf>
- Marciniak, R. (2016). Autoevaluación de programas de educación universitaria virtual [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona]. <https://ddd.uab.cat/record/174936>
- Mar-Cornerlio, O y Bron-Fonseca, B. (2017). Base orientadora de la acción para el desarrollo de prácticas en un sistema de laboratorios a distancia. *Revista Científica*, 29(2), 140-148. 10.14483/udistrital.jour.RC.2016.29.a3
- Mora-Vicarioli, F. (2012). Objetos de aprendizaje: importancia de su uso en la educación virtual. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, 3(1), 104-118. <https://doi.org/10.22458/caes.v3i1.435>
- Ortiz, J. J., Abellán, M. T. y Hernández, D. J. (2014). La enseñanza virtual y los métodos activos en educación superior. En Durán, J. F. y Durán, S. (Coords.), *La era de las TT. II. CC. en la nueva docencia* (199-210). McGraw-Hill Interamericana de España.
- Ré, M. A., Arena, L. E. y Giubergia, M. F. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. *TE & ET*, (8), 16-22. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/25525>
- Reinoso-González, E. (2020). La videoconferencia como herramienta de educación: ¿qué debemos considerar? *Revista española de educación médica*, 1(1), 60-65. <https://revistas.um.es/edumed/article/view/426421/282881>
- UNESCO. (2020). *Education: From disruption to recovery*. <https://bit.ly/3evM4sL>
- Vicario, J., Chiecher, A. y Fernández, A. (2016). Las redes sociales como herramienta para favorecer el aprendizaje de la Física. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 10(4). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6014042>
- Wang, G., Zhang, Y., Zhao, J., Zhanh, J. y Jianh, F. (2020). Mitigate the effects of home confinement on children during the COVID-19 outbreak. *The Lancet*, 395(10228), 21-27. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30547-XReferences](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30547-XReferences).
- Yuste, R., Alonso, L. y Blázquez, F. (2012). La e-evaluación de aprendizajes en educación superior a través de aulas virtuales síncronas. *Comunicar*, 20(39), 159-167. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15823945017>
- Zubillaga, A. y Gortazar, L. (2020). COVID-19 y educación: Problemas, respuestas y escenarios. Fundación COTEC para la Innovación. <http://www.cop.es/uploads/PDF/COVID19-EDUCACION-PROBLEMAS-RESPUESTAS.pdf>