

Las actividades experimentales en física durante la pandemia de covid-19

Experimental activities in physics education during the covid-19 pandemic

César Nahuel Moya^{12*}, Gabriel Medina¹, Hugo Granchetti¹ e Ignacio Idoyaga¹²³

¹Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Junín 954, CPA C1120AAG, CABA. Argentina.

²Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigación en Educación Superior. Av. Córdoba 2429 1º Izq, CPA C1113AAD, CABA. Argentina.

³CONICET

*E-mail: nmoya@ffyb.uba.ar

Resumen

Se presenta una investigación cuali-cuantitativa, de carácter exploratorio y descriptivo, que pretende indagar acerca de la naturaleza de las actividades experimentales (AE) llevadas a cabo por profesores de física durante la pandemia de covid-19. Se aplicó un cuestionario en línea a 91 profesores de nivel medio y superior de la región latinoamericana que participaron voluntariamente. El estudio contempló seis dimensiones de análisis vinculadas a la realización de AE: frecuencia, valor, modalidad, dificultades y fortalezas. Se compararon estadísticamente las respuestas para cada dimensión entre los profesores de nivel medio y superior. Solo se encontraron diferencias significativas para la frecuencia de realización de AE, que fue mayor en el nivel superior. En líneas generales, estos resultados evidencian una falta de especificidad según el nivel en las AE realizadas durante la pandemia, lo cual podría resultar limitante a la hora de plantear propuestas de mejora en los escenarios híbridos de la postpandemia.

Palabras clave: Actividades experimentales; Educación en física; Enseñanza remota de emergencia; Nivel medio; Universidad.

Abstract

The document presents a quali-quantitative research. Exploratory and descriptive in nature. This research seeks to inquire about the nature of the experimental activities (EA) carried out by physics teachers during the covid-19 pandemic. An online questionnaire was applied to 91 middle and higher-level teachers from the Latin American region who participated voluntarily. The study considered six dimensions of analysis related to the performance of EA: frequency, value, modality, difficulties and strengths. Responses for each dimension were statistically compared between middle and higher-level teachers. Significant differences were only found for the frequency of performing AE, which was higher at the higher level. These results show a lack of specificity according to the level in the EAs carried out during the pandemic. Which could be limiting when proposing improvement proposals in the hybrid post-pandemic scenarios.

Keywords: Experimental activities; Physics education; Emergency remote teaching; Secondary school; University.

I. INTRODUCCIÓN

La situación de emergencia sanitaria ocasionada por la irrupción de la pandemia de covid-19 y las consecuentes medidas de distanciamiento social, adoptadas por la mayoría de los gobiernos, modificaron sustancialmente las prácticas de enseñanza en los contextos formales. Así, las instituciones educativas se vieron obligadas a desplegar

dispositivos de enseñanza remota de emergencia (ERE) para garantizar la continuidad educativa (García-Peñalvo *et al.*, 2020). La ERE consiste en una propuesta educativa alternativa y limitada en el tiempo, que surge en un contexto de crisis con el objetivo de garantizar la continuidad pedagógica (Hodges *et al.*, 2020).

En los diferentes niveles educativos se han registrado diversas dificultades para afrontar los desafíos emergentes, relacionadas tanto con cuestiones de acceso o uso de la tecnología, como así también con aspectos didácticos (Pardo Kuklinski y Cobo, 2020; Sagol *et al.*, 2021). En particular, las asignaturas pertenecientes al área de las ciencias naturales, como la física, se vieron interpeladas por el proceso de virtualización de su enseñanza. El cierre de los establecimientos educativos durante la pandemia impuso diferentes desafíos, entre ellos, la necesidad de sostener de manera remota las actividades experimentales (AE) en la educación científica, dado que estas constituyen un elemento medular para la construcción de conocimiento en estas áreas (Franco Moreno *et al.*, 2017). Se entiende por AE al conjunto de acciones planificadas didácticamente por los docentes con el objetivo de generar condiciones que favorezcan el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes (Reverdito y Lorenzo, 2007).

Durante la ERE se han desarrollado múltiples y diversas propuestas con el objetivo de sostener la realización de AE a distancia, muchas de las cuáles han sido documentadas, recopiladas y comunicadas en trabajos académicos de acceso libre (Gamage *et al.*, 2020). Si bien este tipo de comunicaciones constituye un primer paso necesario para repensar la educación científica en los posibles escenarios híbridos de la postpandemia, es primordial encarar investigaciones que permitan analizar y sistematizar las AE que han tenido lugar en la región latinoamericana. En este sentido, aquí se presenta un primer estudio de carácter exploratorio y descriptivo que pretende indagar acerca de la finalidad y naturaleza de las AE llevadas a cabo por profesores de física durante la pandemia de covid-19, comparando lo acontecido en el nivel medio con el nivel superior.

II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que se presenta a continuación se articula de lo general a lo particular. En primer lugar, se definen y caracterizan las AE en la educación en ciencias naturales. En segundo lugar, se comentan algunas estrategias implementadas para sostener el trabajo experimental en las clases remotas durante la ERE. Finalmente, se introduce un modelo que permite repensar la realización de AE en escenarios de postpandemia.

A. Las actividades experimentales en la educación científica

Las AE son consideradas elementos centrales en la educación científica, en general, y en física, en particular. Por ese motivo, existe una gran cantidad de trabajos publicados sobre este tema en el campo de la didáctica de las ciencias naturales. El concepto de AE es polisémico, por lo tanto, a los fines de este trabajo, se entiende como el conjunto de estrategias, tareas, y recursos planificados y desplegados por los docentes con el propósito de promover diferentes aprendizajes, por ejemplo, el desarrollo de habilidades manuales, observacionales o comunicativas, el establecimiento de relaciones entre la experimentación y la teoría, la explicitación y revisión de concepciones, la naturaleza de las ciencias, el análisis de datos, entre otros. Sin embargo, es posible encontrar un alto grado de disparidad y ambigüedad en muchos de los objetivos de aprendizaje planteados, lo que resulta en un desafío para el profesor, quien debe encontrar los momentos adecuados, dentro de su secuencia didáctica, en los que este tipo de actividades resulten significativas para sus estudiantes (Idoyaga y Maeyoshimoto, 2018).

En general, y más allá de lo mencionado en el párrafo anterior, la mayoría de las AE persiguen el desarrollo de distintos procedimientos. Estos pueden agruparse en *procedimientos intelectuales* (PI) y *procedimientos sensorio-motores* (PS) (Lorenzo, 2020). Los primeros se clasifican en *procedimientos intelectuales de reconocimiento* (PIR), que implican la identificación de un suceso u objeto (como variables de estudio), o *de control* (PIC), que se despliegan a la hora inspeccionar una acción y tomar medidas sobre alguna situación para ejercer cierto grado de control sobre la misma (por ejemplo, la definición de los valores de corte). Los segundos incluyen los *procedimientos sensorio-motores de acción* (PSA), que comprenden habilidades motrices finas que se efectúan con el objetivo de modificar el sistema (por ejemplo, la manipulación de instrumental) y *de observación* (PSO), que implican la especialización de los sentidos y permiten significar hechos como datos de una observación (por ejemplo, reconocer el punto final en una valoración).

El cierre de las instituciones educativas debido a la pandemia de covid-19 y la consecuente implementación de la ERE llevaron a adoptar diferentes dispositivos para continuar con las AE. Algunas investigaciones preliminares parecerían indicar que, si bien estas acciones habrían promovido el desarrollo de PI, tendrían limitaciones para el desarrollo de las PSA (Gamage *et al.*, 2020). A continuación comentaremos algunas de las estrategias y recursos implementados y reportados en la bibliografía.

B. Las actividades experimentales durante la pandemia de covid-19

La necesidad de sostener las AE durante la ERE llevó al uso de diferentes herramientas, entre las cuáles se destacan los laboratorios virtuales (sistemas programados que simulan el comportamiento físico de un fenómeno) para el estudio de relaciones entre variables (Arias Navarro y Arguedas-Matarrita, 2020), los laboratorios remotos (conjuntos de tecnologías que permite realizar AE de manera remota) para fomentar el aprendizaje de PI y PSO (Idoyaga *et al.*, 2020), las actividades experimentales simples (que no requieren de un laboratorio ni equipamiento y pueden realizarse en una casa) para la realización de mediciones y el análisis de datos provenientes de la empiria (Bortulé *et al.*, 2020) y el uso de software de análisis de videos pregrabados para la medición y análisis de variables, especialmente vinculadas con el movimiento (Castro *et al.*, 2021).

En cuanto a las características de las AE realizadas durante la pandemia, un estudio reciente (Fox *et al.*, 2020) indica que la implementación de AE remotas persiguió los mismos objetivos de aprendizaje y abordó contenidos similares a los de las AE de la prepandemia. Más aún, los docentes encuestados manifestaron que los principales desafíos encontrados fueron poder ofrecer al estudiante una experiencia similar a la del laboratorio presencial y realizar AE con equipos y materiales propios del laboratorio de física. Es decir, el pasaje desde una educación presencial a una educación totalmente remota durante la emergencia sanitaria (o en algunos casos híbrida, a medida que se fueron levantando las restricciones sanitarias) habría consistido, principalmente, en diversos intentos por replicar la experiencia presencial en el entorno virtual sin recurrir a ninguna otra adaptación por fuera de las requeridas por las mediaciones tecnológicas disponibles (Pardo Kuklinski y Cobo, 2020). Esto podría constituir una limitación importante a la hora diseñar propuestas de enseñanza con AE en física que contemplen una modalidad mixta. Por eso, es necesario contar con modelos provenientes de la didáctica de las ciencias naturales que permitan repensar las AE mientras dure la pandemia y en la postpandemia.

C. El modelo del laboratorio extendido en escenarios educativos híbridos

El modelo del laboratorio extendido (LE) (Idoyaga *et al.*, 2020) surge como una propuesta, basada en la investigación didáctica, ante la necesidad de expandir el laboratorio de modo que este pueda ser pensado en escenarios educativos híbridos. Así, el LE redefine al laboratorio como un híbrido experimental ubicuo, donde diferentes recursos (o laboratorios) interactúan entre sí de forma sinérgica, en el marco de una secuencia de enseñanza y aprendizaje, para promover aprendizajes de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. El modelo se estructura con base en dos ejes, virtual-real y simple-complejo (figura 1), que se intersectan para formar un continuo en el que se incluyen, entre otros, las actividades experimentales simples (AES) o laboratorios caseros, las simulaciones, el uso de teléfonos inteligentes o laboratorios móviles, los laboratorios virtuales y los laboratorios remotos. Cabe aclarar que la categoría “simple” no refiere a lo cognitivo, sino a la facilidad en la implementación de las AE.

En suma, las futuras propuestas de enseñanza con AE en física y otras ciencias naturales deberían considerar al laboratorio educativo como un elemento que va más allá de las instalaciones, los equipamientos y los tiempos de la escolaridad para empezar a concebirlo como un espacio que trasciende las barreras de lo presencial y lo virtual y las limitaciones temporales. Más aún, las investigaciones en didáctica de las ciencias naturales deberían considerar estas cuestiones a la hora de estudiar, analizar y concluir sobre la realización de AE en los diferentes niveles educativos.

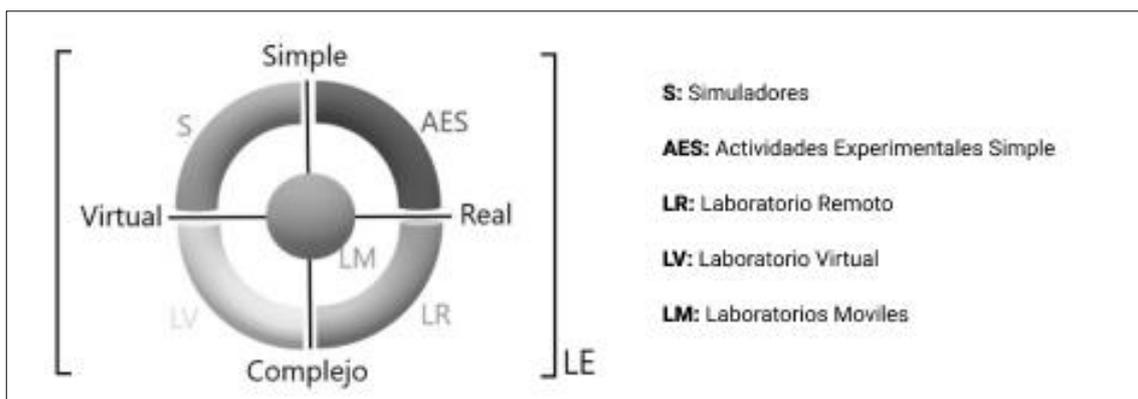


FIGURA 1. Modelo del laboratorio extendido de Idoyaga.

III. METODOLOGÍA

A. Diseño

Se planteó una investigación cuali-cuantitativa, de carácter exploratorio y descriptivo, basada en el análisis de las respuestas a una encuesta de investigación aplicada a profesores de física de nivel medio y superior durante el primer semestre de 2021.

En una primera instancia, se realizaron seis entrevistas a informantes clave: profesores de física, química y biología que se desempeñaban en los niveles educativos mencionados. Se recurrió al análisis del contenido (Bardín, 1991) y a la teoría fundamentada (Glaser y Strauss, 1967) para la generación de diferentes categorías de estudio. Con base en estas últimas, se generaron preguntas de opción múltiple y enunciados de tipo Likert para el diseño, en segunda instancia, de un instrumento de recolección de datos, un cuestionario, que pudiera aplicarse a una gran cantidad de profesores. La validación de dicho instrumento se realizó mediante ronda de expertos. En una tercera instancia, el cuestionario fue aplicado de manera remota a través de un formulario de *Google* online, invitando a los profesores a participar mediante correo electrónico. Las respuestas fueron recogidas a través de una hoja de cálculo de *Google* y procesadas para su posterior análisis estadístico.

B. Participantes

Participaron voluntariamente un total de 91 docentes de asignaturas relacionadas con la física: 38 de nivel medio y 53 de nivel superior. Estos docentes pertenecían a diferentes países de la región latinoamericana: 61 de Argentina, 21 de Uruguay, 3 de Costa Rica y 6 de otros países.

C. Recolección de datos

El cuestionario utilizado para la recolección de datos fue estructurado en cuatro secciones. La primera, recopila los datos de filiación (asignatura, antigüedad, nivel educativo, país, entre otros) de los profesores participantes. Las restantes secciones indagan acerca de la realización de AE: antes de la pandemia (segunda sección), durante la pandemia (tercera sección) y percepciones sobre posibles escenarios en un contexto postpandemia (cuarta sección). En este trabajo se comentan únicamente las respuestas obtenidas sobre las AE en un contexto de pandemia. Esto obedece a la necesidad de sistematizar y reflexionar lo realizado en la ERE para poder repensar las prácticas en futuros escenarios híbridos.

El estudio de las AE realizadas durante la pandemia se centró en seis dimensiones: 1) *frecuencia*; 2) *valor*; 3) *modalidad*; 4) *finalidad*; 5) *dificultades*; y 6) *fortalezas*. Las primeras dos dimensiones fueron abordadas mediante preguntas de opción múltiple en las que los participantes debían indicar la *frecuencia* de realización (nunca; pocas veces; muchas veces; siempre) y la importancia asignada a las AE realizadas (ninguna, poca, alguna, mucha). En la dimensión *modalidad* se incluyó una pregunta del tipo casilla de verificación (tabla I). Por último, en las dimensiones *finalidad* (tabla II), *dificultades* (tabla III) y *fortalezas* (tabla IV) se utilizaron enunciados de tipo Likert, con 4 grados de acuerdo (1: Totalmente en desacuerdo; 2: Parcialmente en desacuerdo; 3: Parcialmente de acuerdo; 4: Totalmente de acuerdo).

TABLA I. Pregunta incluida en el cuestionario sobre la modalidad de las AE.

Modalidad ¿Cómo son las AE que se realizan en tu curso durante la pandemia de covid-19?	
El docente realiza la actividad experimental de forma...	E1: remota (desde su casa o la escuela) y la muestra a sus estudiantes a través de un video grabado o en una videoconferencia sincrónica. E2: presencial (en un aula o laboratorio) y la muestra a sus estudiantes.
Los estudiantes realizan la actividad experimental...	E3: mediante el uso de un simulador. E4: mediante el uso de un laboratorio virtual. E5: mediante el uso de un laboratorio remoto. E6: mediante el uso de un teléfono móvil. E7: mediante trabajos de campo. E8: mediante el uso de videos (caseros o elaborados con fines educativos) y programas de análisis de estos. E9: mediante el uso de kits de laboratorio para el hogar. E10: mediante el uso de instrumentos e insumos domésticos. E11: de forma presencial, en un aula o laboratorio

TABLA II. Enunciados del cuestionario sobre la finalidad de las actividades experimentales.

Finalidad de las AE
E1: Motivar a los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias naturales. E2: Vincular los contenidos trabajados en clase a la vida cotidiana o profesional. E3: Promover aprendizajes vinculados a destrezas manuales o habilidades sensorio motoras relacionadas con la práctica experimental. E4: Comprobar la teoría trabajada en el curso. E5: Reconocer la incertidumbre asociada a los procesos de la práctica experimental. E6: Aprender el lenguaje propio de

las ciencias naturales. **E7:** Confeccionar informes de laboratorio. **E8:** Confeccionar tablas/gráficos a partir de los datos provenientes de la práctica experimental. **E9:** Propiciar la argumentación a partir de datos empíricos obtenidos en la práctica experimental. **E10:** Fomentar el trabajo colaborativo.

TABLA III. Enunciados del cuestionario sobre la finalidad de las actividades experimentales.

Dificultades en la realización de AE
E1: Los estudiantes han tenido un acceso limitado a los dispositivos tecnológicos (tabletas, celulares, computadora, otros). E2: Los estudiantes han tenido problemas de conectividad. E3: Los docentes han tenido dificultades en el manejo de la tecnología (programas y aplicaciones generales o específicas). E4: Los docentes desconocían los recursos disponibles para realizar actividades experimentales mediadas por tecnologías (simuladores, laboratorios virtuales, laboratorios remotos, entre otros). E5: El tiempo para buscar recursos para realizar actividades experimentales de manera remota era limitado. E6: La institución reconocía únicamente a las actividades sincrónicas como parte de la dedicación docente. E7: La propuesta institucional para la realización de actividades remotas limitaba la posibilidad de realizar ciertas actividades experimentales. E8: Se tuvieron que rediseñar/repensar las actividades experimentales para ser realizadas en entornos mediados por tecnología.

TABLA IV. Enunciados del cuestionario sobre la finalidad de las actividades experimentales.

Ventajas y fortalezas en la realización de AE
E1: Las instituciones reconocieron la validez de las actividades experimentales realizadas remotamente. E2: Los estudiantes ganaron autonomía a través de la realización de actividades experimentales de forma remota. E3: Las actividades experimentales estaban disponibles para los estudiantes en cualquier momento del día. E4: Las actividades experimentales podían ser repetidas muchas veces por los estudiantes. E5: Disminuyó la demanda de insumos e infraestructura para la realización de actividades experimentales. E6: La implementación de actividades experimentales de manera remota conlleva nuevos programas de capacitación y actualización profesional docente y promueve la revisión de las prácticas de enseñanza.

D. Recolección de datos

Las primeras tres dimensiones de estudio fueron tratadas como variables categóricas:

V1. *Frecuencia* de realización de actividades. Variable cualitativa ordinal. Niveles: Nunca, Pocas Veces, Muchas Veces, Siempre.

V2. *Valor* asignado a las actividades experimentales. Variable cualitativa ordinal. Niveles: Ninguna importancia, Poca importancia, Alguna importancia, Mucha importancia.

V3. *Modalidad* de las actividades experimentales. Variable cualitativa nominal. Se vincula al tipo de actividad experimental realizada, quién la realiza (el profesor o el estudiante) y cuál es su modalidad (remota o presencial).

En cuanto a las dimensiones *finalidad*, *dificultades* y *fortalezas*, se analizaron cada uno de los enunciados de tipo Likert como variables cuantitativas discretas que podían tomar cuatro niveles: 1, 2, 3 y 4.

E. Análisis de datos

El análisis de las variables categóricas recurrió al cálculo de frecuencias absolutas y relativas. En cambio, para las variables cuantitativas se calcularon la mediana, el primer y el tercer cuartil. Para comparar resultados entre dos grupos de observaciones independientes, según el nivel educativo, se realizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Para evaluar la correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. Se estableció un nivel de significación del 5 % para las pruebas de inferencia estadística. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 22.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se encontraron diferencias significativas entre las respuestas de los docentes de niveles medio y superior para la variable *frecuencia* de realización de AE durante la pandemia ($p = 0,003$). Así, mientras la mayoría de los docentes de escuela media (>60 %) manifestaron haber realizado AE "pocas veces", en el nivel superior predominó la respuesta "muchas veces" (>40 %) (figura 2a). Por otro lado, el valor asignado a las AE fue alto en ambos grupos (figura 2b) y no se detectaron diferencias significativas entre los docentes de ambos niveles ($p = 0,296$). Además, se observó globalmente una correlación positiva moderada (coeficiente de Spearman = 0,34) y significativa ($p = 0,001$)

entre la importancia asignada a las actividades experimentales durante la pandemia y la frecuencia de realización, siendo esta más fuerte en el grupo de docentes de Nivel Medio (coeficiente de Spearman = 0,40). Estos resultados indicarían que, más allá de la frecuencia con que se realizan la AE, la mayoría de los docentes de ambos niveles otorgan una alta importancia a las AE que logran realizar.

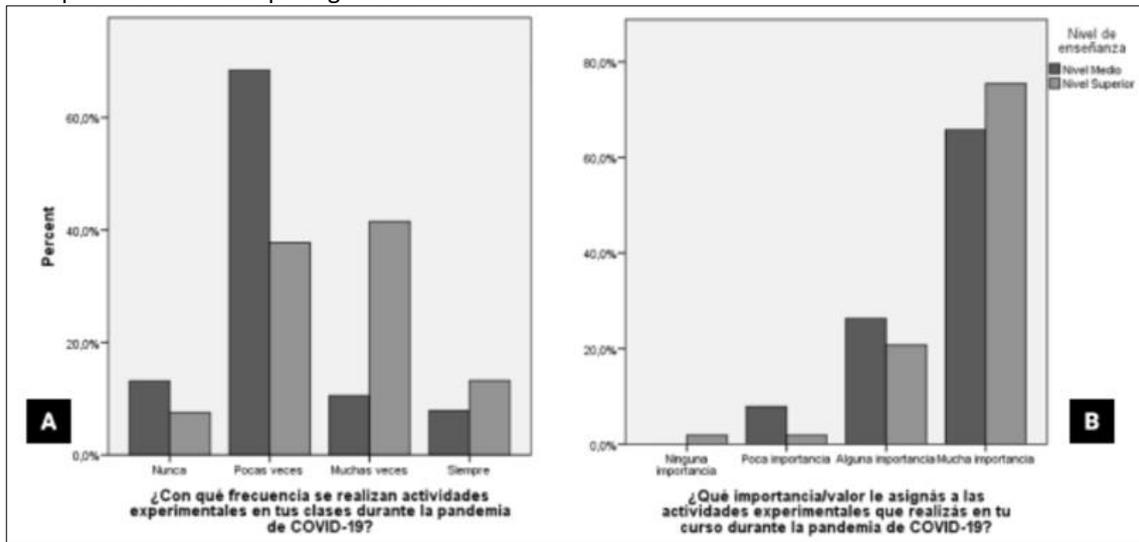


FIGURA 2. Porcentaje de respuestas, según nivel educativo, a las preguntas frecuencia de realización (a) y valor asignado a las actividades experimentales realizadas durante la pandemia (b).

En segundo lugar, no se encontraron diferencias significativas entre el nivel medio y superior para ninguno de los enunciados considerados en la variable *modalidad*. En ambos casos, la mayoría de los docentes respondieron que realizaban actividades demostrativas (>60 % en nivel medio y ~50 % en nivel superior) de forma remota y que los estudiantes usaban simuladores (>50 % en ambos niveles) o recurrían a AES (~50 % en ambos niveles), con elementos caseros (figura 3). En cambio, una baja proporción de docentes respondió que los estudiantes habían realizado AE de forma presencial (<10 % en ambos niveles). Globalmente, los resultados revelarían que la mayor cantidad de AE fueron realizadas de forma remota y que las modalidades elegidas son independientes del nivel educativo.



FIGURA 3. Porcentaje de respuestas, según nivel educativo, a las preguntas frecuencia de realización (a) y valor asignado a las actividades experimentales realizadas durante la pandemia (b).

En tercer lugar, no se registraron diferencias significativas entre las respuestas de los docentes de nivel medio y superior para ninguno de los enunciados correspondientes a la dimensión *Finalidad*. Cabe destacar que en ambos niveles se observó un alto grado de acuerdo (igual o mayor al 50 %) para los enunciados vinculados a la motivación, el establecimiento de relaciones entre la física y la vida cotidiana o profesional, el desarrollo de PS, el aprendizaje de lenguajes propios de las ciencias naturales y el trabajo colaborativo. No obstante, en el resto de los enunciados el grado de acuerdo mayor (nivel 4 de la escala Likert) nunca fue menor al 40 %. En concordancia con lo reportado en la bibliografía, este alto grado de acuerdo con todos los enunciados estaría evidenciando la existencia de cierto grado de ambigüedad y de falta de claridad respecto a los propósitos de enseñanza y a los objetivos de aprendizaje de las AE realizadas durante la pandemia. Más aún, la similitud encontrada en las respuestas según el nivel educativo podría ser entendida, al menos en parte, como un indicio de la falta de especificidad en las AE realizadas en este período según el nivel. Esto se encontraría en concordancia con lo reportado en el párrafo anterior, ya que si no hay diferencias en las finalidades de las AE entre el nivel medio y superior es esperable que tampoco haya diferencias en cuanto a la modalidad entre ambos grupos de docentes.

Finalmente, no se hallaron diferencias significativas entre los niveles educativos estudiados para las dimensiones *dificultades* y *fortalezas* de realización de AE durante la pandemia en ninguno de los enunciados analizados. En cuanto a las dificultades, las opciones que mostraron mayor grado de completo acuerdo en ambos niveles fueron que los estudiantes tuvieron problemas de conectividad (~40 % en ambos niveles) y que se tuvieron que repensar o rediseñar las AE para ser realizadas de manera remota (~60 % en ambos niveles). Además, tomando en cuenta los niveles de parcial y total acuerdo en conjunto (niveles 3 y 4), aparece la consideración sobre el desconocimiento (>60 % en ambos niveles) y la limitación en el tiempo (>70 %) de los docentes para conseguir recursos que les permitieran proponer AE de forma remota.

Respecto a las fortalezas encontradas, los enunciados que presentaron el mayor grado de acuerdo (>50 % en ambos niveles) fueron que las AE estaban disponibles en cualquier momento del día para los estudiantes y que podían ser repetidas varias veces por ellos. Cabe destacar que cerca del 80 % de los docentes de nivel medio y superior estuvieron totalmente de acuerdo en que la implementación de AE de manera remota conlleva la puesta en marcha de nuevas propuestas y programas de formación continua y que promueve la revisión de las prácticas de enseñanza. Estos resultados, analizados en conjunto, evidenciarían que los docentes de ambos niveles reconocen, al menos en parte, que la propuesta de AE de forma remota implica cierto grado de adaptación a las mediaciones tecnológicas y que estas últimas requieren de tiempo y formación específica. Sin embargo, sería necesario analizar con mayor detalle, mediante metodologías cualitativas, qué entienden los docentes cuando piensan en el rediseño de las AE, dado que podrían estar pensando únicamente en simples adaptaciones de lo presencial a lo virtual, como lo indican otras investigaciones. Asimismo, y visto que no se encontraron diferencias significativas entre docentes de nivel medio y superior en cuanto a las dificultades y fortalezas para la implementación de las AE en la ERE, sería necesario indagar con mayor detalle a qué se deben las diferencias significativas encontradas respecto a la frecuencia de realización de AE.

V. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Los resultados de esta investigación permiten comenzar a describir y caracterizar el rol y la naturaleza de las AE que se realizaron durante la pandemia.

En términos generales, y en concordancia con lo reportado en la bibliografía, los resultados evidencian que los propósitos de las AE realizadas en la pandemia tendrían una escasa especificidad según el nivel y parecerían coincidir con los objetivos generales de cualquier curso de física. Por lo tanto, sería necesario poner nuevamente el foco en el estudio de las decisiones didácticas que toman los profesores de física cuando proponen AE en sus cursos.

Por otro lado, se observa una predominancia en la realización de AE de forma remota durante la pandemia, con una alta proporción de actividades demostrativas. Además, los recursos que más utilizaron estos docentes fueron las simulaciones y las AES, lo que podría vincularse a la falta de tiempo de búsqueda o conocimiento de otros recursos manifestada por la mayoría de los encuestados. Con base en estos resultados, podría pensarse que las AE llevadas a cabo durante la pandemia se habrían sostenido, principalmente, en aquellos laboratorios donde prima la dimensión denominada "simple" en el modelo del LE. Es decir, parecería haber primado una lógica pragmática vinculada a la facilidad de uso a la hora de proponer AE en la ERE, lo que limita las posibilidades de las AE para promover aprendizajes, principalmente aquellos vinculados con PSA y PSO.

En suma, lo comentado en los párrafos anteriores revela la necesidad de encarar nuevos estudios que permitan avanzar en el entendimiento de las prácticas educativas que involucraron AE durante la pandemia como un insumo necesario a fin de repensar y proponer alternativas de mejora en escenarios híbridos de postpandemia.

REFERENCIAS

Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido (Vol. 89)*. Ediciones Akal.

Bortulé, M., Scagliotti, A., Frisco, A., Corvalán, D, Cuch, D., Vigh, C. (2020). Enseñanza virtual durante la pandemia, un curso de Física elemental. Universidad Nacional de General Sarmiento. *Latin-American Journal of Physics Education*, 14(4).

Castro, F., Torres Rodríguez, A., Nava, M., Maure, L. (2021). La construcción científica del conocimiento de los estudiantes a partir de las gráficas con tracker. *Universidad y Sociedad*, 13(1).

Fox, F., M., Werth, A., Hoehn, J., Lewandowski, H. (2020). *Teaching labs during a pandemic: Lessons from Spring 2020 and an outlook for the future*. arXiv:2007.01271 [physics.ed-ph].

Franco Moreno, R., Velasco Vásquez, M. A., y Riveros Toro, C. (2017). *Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016)*. Tecné, Episteme y Didaxis, (41), 37-56.

Gamage, K. A. A., Wijesuriya, D., Ekanayake, S. Y., Rennie, A. E. W., Lambert, C. G., Gunawardhana, N. (2020). Online Delivery of Teaching and Laboratory Practices: Continuity of University Programmes during covid-19 Pandemic. *Educ. Sci.*, 10(10), 291. <https://doi.org/10.3390/educsci10100291>

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>

Glaser, B. y Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. Chicago: Aldine.

Hodges, C. Moore, S. Lockee, B. Trust, T. y Bond, A (2020). *The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning*. Recuperado (mayo 15, 2020) de: <https://er.educause.edu>

Ildoyaga, I. J (2020). *El Laboratorio Extendido: una oportunidad para la educación científica en entornos digitales*. Recuperado (2020) de: <http://enfoco.ffyb.uba.ar/content/el-laboratorio-extendido-una-oportunidad-para-la-educacion-cientifica-en-entornos-digitales>

Ildoyaga, I., y Maeyoshimoto, J., (2018). *Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física*.

Lorenzo, H. Odetti y A. Ortolani. *Comunicando la Ciencia. Avances en investigación en Didáctica de la Ciencia (pp.55-68)*. Argentina: UNL.

Lorenzo, M. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, (21), e0004. <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>

Navarro, E., Arguedas-Matarrita, C. (2020). El trabajo experimental en la enseñanza de la Física en tiempos de pandemia mediante el uso de la aplicación II Ley de Newton en la UNED de Costa Rica. *Innovaciones Educativas* (22), suppl.1. <http://dx.doi.org/10.22458/ie.v22iespecial.3204>

Pardo Kuklinski, H., Cobo, C. (2020). *Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia*. Barcelona: Outliers School.

Reverdito, A. y Lorenzo, M. G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química. *Educación en la Química*, 13(2), 108–121

Sagol, C., Magide, B., Rubini, F., Kantt, C. (2021). *Escenarios combinados para enseñar y aprender: escuelas, hogares y pantallas*. Buenos Aires: Educ.ar S.E.

Sagol, C., Magide, B., Rubini, F., Kantt, C. (2021). *Claves y caminos para enseñar en ambientes virtuales*. Buenos Aires: Educ.ar S.E.