

Adaptación de la actividad experimental en tiempos de pandemia COVID-19: el laboratorio en casa versus laboratorio docente

F. Cabrera-Quintero*^a, M.C. Mato-Carrodeguas^b, E. García-Quevedo^a, D. Rodríguez-Esparragón^a,
M. Medina-Molina^a, J.M. Caballero-Suárez^a

^aDepartamento de Señales y Comunicaciones, Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; ^bDepartamento de Didácticas Específicas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de las Palmas de Gran Canaria

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño y puesta en práctica de una propuesta metodológica para el desarrollo de las actividades experimentales programadas en la materia de Didáctica de la Física, Química, Geología y Educación Ambiental, del Grado de Educación Primaria, como estrategia para llevar a cabo la actividad experimental en las circunstancias de pandemia debidas al COVID 19, utilizando una estructura de docencia *online* sincrónica. La actividad experimental, se ha planificado con una metodología adaptada a la enseñanza *online* en la que se integra la actividad experimental para ser llevada a cabo por los estudiantes, en su propia casa, mediante el diseño de la correspondiente guía didáctica, planteada por el profesorado. Comprende el diseño de una guía didáctica para la adaptación a la experimentación real fuera del aula-laboratorio y en tiempo real, mediante el uso de materiales de laboratorio alternativos, seleccionados y aportados por los propios estudiantes, con lo que se pretende además fomentar la iniciativa personal y la creatividad en las clases de Ciencias. Implica la utilización herramientas y aplicaciones TIC, (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), y TAC, (Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento), entre las que destacan la videoconferencia mediante la aplicación, MS-Teams, (Microsoft Teams), para el seguimiento del desarrollo de la actividad, y el uso de recursos audiovisuales e interactivos. Utilizando esta metodología, se han planificado siete actividades experimentales.

Palabras clave: Actividad experimental, Física y Química, enseñanza online sincrónica, aplicaciones TIC y TAC, videoconferencia, Microsoft Teams, trabajo colaborativo, taller de ciencias

1. INTRODUCCIÓN

La actual situación de pandemia que atraviesa la Humanidad, ha requerido la adaptación de los escenarios en que se desenvuelve la vida humana y entre ellos, ocupando un lugar relevante, se encuentran los *escenarios de trabajo*, que sin lugar a dudas tuvieron que adaptarse; y entre los que se integran los correspondientes a la actividad docente con los consiguientes entornos didácticos, requeridos para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Llegados a este punto, una revisión sobre cómo se ha desarrollado la docencia muestra que la enseñanza *online* ha sido el recurso más utilizado, integrando en sus diferentes enfoques metodológicos una amplia gama de herramientas TIC para el desarrollo de los contenidos. Esto ha tenido lugar en todos los niveles de enseñanza, desde las básicas hasta los niveles universitarios. Entre ellos cabe destacar el uso de laboratorios virtuales, videos tutoriales, y otras aplicaciones web y telemáticas

Hasta el curso 2019-20, la Didáctica de la Física y Química, y sus actividades de experimentación, en general, se desarrollaban preferentemente de forma presencial, según la fundamentación teórica y el enfoque metodológico basado en la investigación guiada, a través de la guía didáctica elaborada por el profesorado. Como antecedentes, también se contaba con la estructura didáctica diseñada para la Enseñanza en la modalidad de Teleformación, que incluye este tipo de actividades de experimentación, pero en las que no se hace uso de las videoconferencias o de la enseñanza sincrónica.

En este trabajo para la adaptación de la metodología de las actividades desarrolladas, mediante enseñanza *online* sincrónica, se ha tenido en cuenta que las TAC deben reconducir a las TIC, hacia un uso más formativo y pedagógico (Manuel Ángel, 2017) [1]. De este modo, las TAC, deben ir más allá de aprender a utilizar las TIC, y esta experiencia, ha permitido explorar estas herramientas tecnológicas al servicio del aprendizaje y de la adquisición de conocimiento. Se aportan algunas muestras de los trabajos presentados por los estudiantes, en los que se puede apreciar los materiales utilizados, y como evidencia de la creatividad y del trabajo colaborativo desarrollado.

En total se han planificado con esta metodología, 7 actividades experimentales de las 8 propuestas:

- 1.- Aspectos curriculares en Educación Primaria
- 2.- La observación científica
- 3.- Medida de masa peso y volumen
- 4.- Densidad y flotabilidad
- 5.- Mezclas y reacciones de combustión
- 6.- Luz y sonido
- 7.- Electricidad y magnetismo
- 8.- Diseño libre de un experimento y su integración curricular

2. FUNCIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

La experimentación se considera clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, a través de la misma se promueve la construcción activa del conocimiento científico, el pensamiento crítico y la adquisición de destrezas y habilidades científicas ya que permite la manipulación de las condiciones en las que se estudia un fenómeno dado para observar su evolución y obtener datos en condiciones controladas lo que, a su vez, permite constatar posibles hipótesis. Dicha actividad debería integrarse en un proceso de investigación guiada. Sin embargo, con frecuencia la actividad experimental, más que estar asociada a actividades de resolución de problemas, se orienta a ser complemento práctico de clases teóricas, lo cual conlleva a que los estudiantes pierdan el interés por el estudio de las ciencias (Neira, 2021)[2], ya que en la mayoría de los casos, el trabajo de experimentación se dedica, principalmente, a la comprobación de conceptos que han sido previamente estudiados en clases teóricas (Cofré et al., 2010a; Fernández, 2018; Zorrilla & Mazzitelli, 2015)[3][4][5].

Por tanto, la actividad experimental, en muchas ocasiones se presenta distorsionada sin integrarse en un verdadero proceso investigador, de forma que los experimentos se muestran de forma descriptiva, aportando una serie de pasos, a seguir en un orden determinado, para obtener datos que refuercen el papel de las teorías, sin apenas profundizar en la reflexión y la interpretación de lo observado. En este sentido, Briceño, Rivas y Lobo (2019)[6], indican que en la actividad experimental llevada a cabo en el laboratorio se le presenta a los estudiantes la oportunidad de integrar los conocimientos conceptuales, procedimentales y epistemológicos; por lo que se debe evitar la dicotomía teoría-práctica e integrar la teoría y la experimentación conformando un cuerpo único de conocimiento que refleje el espíritu del quehacer científico. De acuerdo con este planteamiento, el experimento no es trivializado como un mero elemento subsidiario de la teoría, sino que estas dos dimensiones—experimentación y teorización— son asumidas como complementarias, constitutivas e interdependientes en los procesos de producción científica (Romero y Aguilar, 2013) [7].

Desde esta perspectiva, para aprovechar la potencialidad didáctica de la experimentación, se deberían aportar guías y materiales didácticos para el desarrollo de la actividad experimental considerando situaciones problemáticas abiertas en las que se presente al alumnado la oportunidad de desarrollar aspectos básicos del trabajo científico tales como: definición del problema a resolver; el planteamiento de hipótesis de trabajo; la selección e interpretación de la información; identificación de estrategias de resolución, planteamiento de diseños experimentales alternativos, la selección del material necesario, la interpretación y /o explicación de la evolución del fenómeno observado a la luz de la teoría. Asimismo, se deberá integrar análisis de los resultados obtenidos con el fin de detectar nuevas situaciones problemáticas a investigar, lo que permitirá ampliar la representación del problema y definir su grado de complejidad; incluyendo además el informe del trabajo científico realizado.

De acuerdo con las premisas expuestas, tanto en la enseñanza de las ciencias en las clases impartidas presencialmente, como en teleformación, y en enseñanza *online* síncrona, la experimentación se considera un recurso didáctico necesario a través del que se promueva una construcción activa de conocimientos científico; por lo que el profesorado debe diseñar y planificar la integración de la actividad experimental en el desarrollo curricular de las materias de Ciencias mediante el diseño de metodologías que involucren los procedimientos de la actividad científica, con la consiguiente creación de materiales didácticos, que además contemplen la utilización didáctica de las herramientas TIC y TAC, que ha favorecido la integración de la experimentación real, el experimento computarizado y la simulación como alternativa para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias.(Zangara, 2017; Fonseca, Hurtado, y Ocaña, 2006) [8][9].

3. ADAPTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES A LA MODALIDAD *ONLINE* SINCRONA

En la materia de Física y Química de cuarto curso del Grado de Educación Primaria (2020-21), la actividad experimental, se ha planificado con una metodología adaptada a la enseñanza *online* síncrona en la que se integra la actividad experimental para ser llevada a cabo por los estudiantes, en su propia casa, mediante el diseño de la correspondiente Guía Didáctica, planteada por el profesorado.

Anteriormente a la situación de alerta sanitaria debida al Covid-19, ya se había llevado a cabo, en la estructura de Teleformación, el Diseño Metodológico para la práctica de actividades experimentales en la propia casa, en la materia de Didáctica de la Física y Química (4º curso del Grado de Educación Primaria), adaptadas a la no presencialidad; en las que los estudiantes llevaban a cabo las actividades experimentales con materiales caseros con funciones similares al material de laboratorio; si bien, con una temporalización asíncrona, sin que hubiera, durante su desarrollo, en tiempo real una interacción directa con el *teletutor* y entre los compañeros y compañeras. Basándonos en ello, en el curso 2020-21, para responder a la necesidad de docencia online, ante la situación especial acaecida en el periodo de alerta sanitaria debida al Covid-19 y dada la importancia que la experimentación y el trabajo colaborativo tienen en la construcción del conocimiento científico, que contribuya a promover una percepción adecuada de la naturaleza de la ciencia, se plantea el reto de adaptar las actividades experimentales, para ser realizadas en un Aula Virtual mediante enseñanza *online* síncrona, de forma que los estudiantes lleven a cabo la experimentación mediante trabajo colaborativo, con la creación de grupos que funcionen con una estructura similar a como se desarrolla la actividad experimental en el laboratorio real.

En la formación *online* síncrona a través de Aula Virtual, al estar el docente conectado en directo impartiendo la clase, tiene la posibilidad de poder utilizar métodos de enseñanza más dinámicos así como hacer actividades prácticas de experimentación que ayuden tanto a la construcción de conocimientos como a su aplicación, en las que el alumnado pueda participar directamente al igual que en una clase presencial, Ello no sería factible con el método de Teleformación debido a que los contenidos teóricos están alojados fijos en el campus virtual para que el alumno acceda a ellos, lo que lo hace menos interactivo.

Llevar a cabo este planteamiento requirió, por un lado, la incorporación de otras aplicaciones y recursos TIC y TAC, tales como la aplicación *Microsoft Teams*, vídeos tutoriales, Laboratorios Virtuales [10] y App de Medidas Sonométricas; y por otro, la adaptación metodológica de la Guía Didáctica planificada en cursos anteriores para la enseñanza presencial y para la estructura de Teleformación, incorporando la metodología necesaria para el desarrollo de la **experimentación *online* síncrona**, mediante la utilización didáctica del entorno digital *Microsoft Teams* y el trabajo colaborativo.

Se ha seleccionado la aplicación *Microsoft Teams*, por su facilidad de utilización y versatilidad, ya que esta herramienta aporta la infraestructura para que se puedan crear entornos de aprendizaje dinámicos y promover aulas colaborativas. Además, es un entorno digital que permite reunir conversaciones, contenidos, tareas y aplicaciones en un mismo sitio.

El Aula Virtual, *Microsoft Teams* se ha utilizado para crear espacios de clase colaborativos, en los que los estudiantes pueden desarrollar la actividad experimental en su propia casa, proporcionando una plataforma de reuniones virtual, en la que el docente, en tiempo real, puede supervisar el trabajo experimental que realiza el estudiante e intercambiar orientaciones, resolver dudas, ... etc. Asimismo, mediante *Microsoft Teams* los estudiantes trabajan en grupo e interaccionan con sus compañeros y compañeras lo que permite, al docente, el seguimiento de los razonamientos y argumentaciones que utilizan e intercambian durante el desarrollo de la actividad experimental, aspectos que resultan especialmente relevantes para la construcción del conocimiento científico y que, a su vez, también contribuye a favorecer la percepción de la construcción social de la Ciencia. Asimismo, según indican Barolli, Laburú, y Guridi (2010) [11], el trabajo colaborativo en grupo favorece el desarrollo y la práctica de habilidades intelectuales, tales como la discusión, el debate, la argumentación para defender las propias ideas, promueve la búsqueda de soluciones a los problemas planteados y contribuye al desarrollo de la conceptualización, así como a la profundización en la comprensión de los estudiantes.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA PROPUESTA METOLÓGICA DESARROLLADA

El objetivo principal de la propuesta metodológica es guiar a los estudiantes para construir conocimiento científico a través de la experimentación. Se aporta una perspectiva de indagación científica e investigación guiada que, mediante la enseñanza *online* síncrona, permita llevar a cabo la experimentación en casa con la utilización de instrumental alternativo al material de laboratorio. De acuerdo con ello la metodología se estructura en las siguientes fases:

FASE A: Diseño metodológico de la Guía Didáctica para el desarrollo de las actividades experimentales.

Para adaptar la guía didáctica existente para la realización prácticas de laboratorio en casa, se seleccionan experimentos e instrumentos alternativos que permitan caracterizar y parametrizar el mismo concepto físico/químico sobre el que se habría trabajado en el laboratorio o aula taller de la facultad.

1. El diseño de la actividad debe ser tal que pueda desarrollarse con material que se pueda adquirir fácilmente en comercios no especializados: jeringuillas, vasos, cables, interruptores, imanes, pilas, etc.
2. Durante la explicación de la práctica se dispone de una selección de contenido audiovisual e interactivo, e incluso de elaboración propia.
3. Se publica la guía didáctica con: 1) La descripción de la actividad a realizar, que incluye los objetivos, la justificación y alguna semblanza teórica; 2) Las orientaciones para el desarrollo de la práctica, que contiene el material necesario para la realización de la misma, y el procedimiento y orientaciones para cada una de las actividades diseñadas; 3) Los criterios de evaluación que determinarán la calificación de la práctica. Esto se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Estructura de la ficha de trabajo aportada para describir la actividad experimental

Título:	Incluir u título que haga referencia al fenómeno que se quiere experimentar o la problemática que se desea resolver.
Justificación	Indicar los aspectos más relevantes de la temática a estudiar aportar información sobre su incidencia e interés en los ámbitos social tecnológico y medioambiental
Objetivos	Expresar el/los objetivos que se pretenden conseguir y la competencias a desarrollar
Orientaciones para el desarrollo	Indicar aquellos aspectos que se consideren necesarios. Incluir Presentar cuestiones ductoras (cuestiones –guía) para resolver y centrar la atención, destinadas promover el razonamiento sobre a el fenómeno o situación a experimentar
Criterios de evaluación	Explicitar los puntos clave que se tendrán en cuenta para evaluar la actividad experimental

FASE B: Implementación. Seguimiento y calificación de la Actividad Experimental

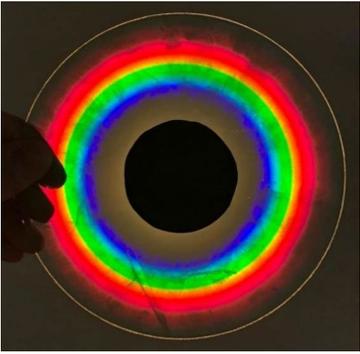
1. Se comenta la Guía Didáctica por parte del profesor. Previamente se ha informado al grupo del material necesario para realizar la experiencia, que debe estar disponible.
2. Con la imagen sobre la mesa de trabajo, el profesor realiza parte de la experiencia, que luego deben comentar y realizar los estudiantes de forma grupal, telepresencial, *online* y síncrona
3. Se repasan los contenidos a trabajar y una vez resueltas las dudas, en cuanto a conceptos y procedimientos a desarrollar, cada grupo de prácticas abandona la sesión principal y se crean subgrupos en los que se conectan solo los componentes de cada grupo, para desarrollar la experiencia planteada. En esta experiencia el profesorado no accedía a estos subgrupos.
4. Durante el tiempo dispuesto, unos 20 a 30 minutos según la actividad, el profesor queda en la sesión principal, para resolver las dudas o problemas que pudieran surgir. Ejemplo: No me funciona el “diablillo de Descartes”. Solución: la botella de plástico debe rellenarse completamente de agua, sin dejar aire en la parte superior; la flotabilidad del diablillo deber ser casi neutra, etc.

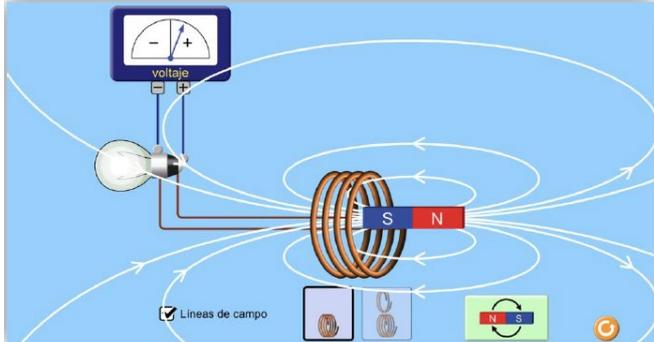
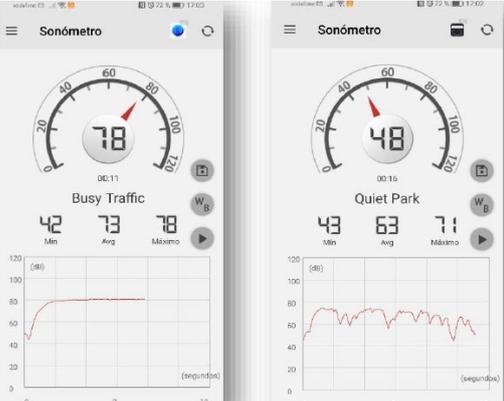
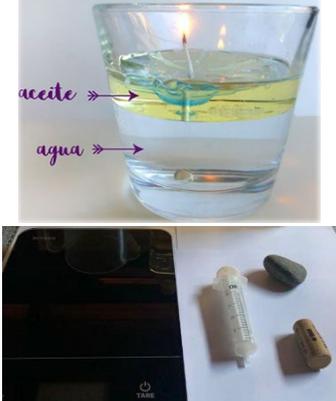
5. Una vez finalizada cada actividad se vuelve a la sesión principal todos juntos y el profesor plantea una dinámica de grupo con la puesta en común sobre las impresiones, dificultades, curiosidades o comentarios, de cada uno de los grupos en el desarrollo de la experiencia.
6. Por último, se cierra la sesión y se deja una semana, para que el grupo elabore la correspondiente memoria sobre la actividad desarrollada.
7. La memoria de actividad experimental entregable, deberá ser confeccionada por consenso en grupo siguiendo un formato establecido para ello. La entrega debe realizarse en el plazo establecido para ello por el equipo docente de la asignatura.
8. La calificación se lleva a cabo de forma similar a la empleada para la evaluación de las actividades presenciales realizadas en el laboratorio o aula taller.

5. EJEMPLO DE ACTIVIDADES REALIZADAS:

En la tabla 2 se presentan algunas fotografías aportadas por los estudiantes en sus memorias, donde se muestran parte de los materiales e instrumentos utilizados en las actividades experimentales.

Tabla 2. Fotografías de algunas de las actividades experimentales realizadas.

	
<p>La cocina: laboratorio en casa. Materiales e instrumentos seleccionados equivalentes a los específicos de laboratorio.</p>	<p>Se aprecia la creación de un embudo de decantación basado en la imagen del material de laboratorio específico</p>
	
<p>Estudio de la luz mediante su descomposición espectral. Luz cálida de una vela. Análisis de diferentes tipos de luz con linternas Led</p>	<p>Flotabilidad: diseño de un diablillo de Descartes para estudio de flotabilidad y principio de Pascal</p>

	
<p>Laboratorio virtual para experiencias complejas como la simulación de circuitos eléctricos, o fenómenos de electromagnetismo como inducción. Aplicado a la generación de energía</p>	<p>Difracción de la luz. Experiencias de óptica con un simple vaso de agua a modo de lente, analizando la inversión de la imagen</p>
	
<p>Magnetismo, visualizando líneas de campo magnético con imanes y virutas de hierro. Material gratuito de desecho en cualquier punto de copia de llaves</p>	<p>Diferentes experiencias caseras de electricidad estática, con globos, cabello, o atracción de pequeños trozos de papel</p>
	
<p>Uso de una App de Sonómetro para el móvil, realizando medidas comparativas de una aspiradora, y de conversación normal. Elaboración de informes de medida de ruido en su entorno y aparatos concretos como secador de pelo, batidora y otras fuentes sonoras</p>	<p>Estudio de densidades en líquidos y sólidos, midiendo masa con básculas de cocina, y volúmenes con jeringuillas, como alternativa a pipetas y buretas, como material de laboratorio</p>

		
<p>Estudio de la combustión. Enlace al video didáctico desarrollado sobre el Mechero Bunsen, (incluye error a detectar por el estudiante) https://www.dropbox.com/s/ophlvf756pz3zm6/Bunsen_comentado.mkv?dl=0</p>		

6. CONCLUSIONES

A tenor de la satisfacción del alumnado y la “sencillez” de la ejecución de la propuesta de adaptación didáctica, se puede considerar que la experiencia ha sido muy positiva, con un alto grado de implicación por parte de los estudiantes. Esto queda reflejado como evidencia en la buena calidad de los trabajos aportados y las altas calificaciones de los que los estudiantes entregaron por cada actividad experimental.

No se detectan diferencias significativas en las calificaciones entre las actividades realizadas durante los cursos anteriores y la experiencia online/síncrona del curso 2020-21, se observa una leve mejora en las calificaciones de los informes realizados por los estudiantes. Calificación media en 2020-21 de 9,0 y nota media en 2019-20 de 8,5. Este hecho refleja la alta calidad didáctica de las experiencias diseñadas. Como aspecto menos deseable, se señala la pérdida del contacto personal, ya que los estudiantes se reunían de forma colaborativa en el entorno *Microsoft Teams*. Como posible mejora, se indica la, opción de una mayor interacción con el profesorado, con acceso a los sub-grupos de estudiantes en este entorno.

El empleo de materiales caseros como elementos de prácticas, que se ha logrado con esta adaptación didáctica, ha reforzado la vinculación de la actividad y experiencia diaria del alumno como recurso de aprendizaje de la enseñanza de la Física y la Química. En este sentido, se acercan los conceptos de lo cotidiano y la ciencia como se refleja en el currículo de esta ciencia.

En definitiva, la metodología llevada a cabo, ha dado lugar a unos excelentes resultados en el ámbito del desarrollo de actividades experimentales en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias, ya que ha promovido el interés y motivación de los estudiantes, lo que ha conducido a una mejora del rendimiento académico.

Así mismo, se destaca la mejora de las habilidades científicas y entre otras se ha potenciado las habilidades creativas enfocadas a la selección y creación de materiales para la experimentación, así como en la planificación del diseño experimental, tal como se muestra en los trabajos realizados. Por todo ello, se apuesta apostamos por este tipo de metodologías y se puede concluir que las metodologías utilizadas, así como los recursos TIC y TAC empleados, resultan idóneas para desarrollar la actividad experimental en el Aula Virtual, de forma síncrona, como complemento a la experimentación en el laboratorio docente, pues propician el desarrollo de habilidades y destrezas que amplían y completan el campo de conocimiento del alumnado y le permiten la puesta en práctica de estrategias cognitivas para las cuales, habitualmente, no se le presenta la oportunidad y la contextualización adecuada para llevarlas a cabo.

Desde esta perspectiva, en la medida de lo posible, se propone implementar la formación en el desarrollo de actividades experimentales en el Aula Virtual a modo de un modelo híbrido, como complemento a las actividades experimentales llevadas a cabo en el laboratorio real pues, tal como se ha indicado, así se aporta una formación extra al alumnado en la utilización didáctica de las herramientas TIC y TAC, que podrá implementar en su desarrollo profesional como futuro docente.

REFERENCIAS

- [1] Manuel Angel V.R., (2017) “LAS TAC Y LOS RECURSOS PARA GENERAR APRENDIZAJE” Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA). Vol. 3, Nº 2 (edición especial), pp. 771-777. ISSN: 0719-6202 Recuperado de: <https://revistas.uv.cl/index.php/IEYA/article/view/796>
- [2] Neira, J. (2021). La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. UCMaule, (60), 102-116. Recuperado de: <http://revistaucmaule.ucm.cl/article/view/679/775>
DOI: <https://doi.org/10.29035/ucmaule.60.102>
- [3] Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: Debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. Estudios Pedagógicos, 3(2), 279–293. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-0705201000020001>.
- [4] Fernandez, N. (2018). Actividades prácticas de laboratorio e indagación en el aula. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 44, 203–218. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n44/0121-3814-ted-44-203.pdf>
- [5] Zorrilla, E., & Mazzitelli, C. (2015). Una propuesta de trabajos prácticos de laboratorio en Física para el ingreso en carreras de formación docente. Revista de Enseñanza de La Física, 27 (1), 703–707. Recuperado de: www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF
- [6] Briceño J., Rivas Y., Lobo H., (2019). La Experimentación y su Integración en el proceso Enseñanza Aprendizaje de la Física en la Educación Media. Revista Latinoamericana de Estudios en Cultura y Sociedad | V. 05, nº 02, maio-ago., 2019, artículo nº 1512 | clae.org/relacult | e-ISSN: 2525-7870. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/346402101_La_Experimentacion_y_su_Integracion_en_el_proceso_Ensenanza_Aprendizaje_de_la_Fisica_en_la_Educacion_Media
- [7] Romero, Á. y Aguilar, Y. (2013). La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico. Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/267450565_La_experimentacion_y_el_desarrollo_del_pensamiento_fisico_Un_analisis_historico_y_epistemologico_con_fines_didacticos
- [8] Zangara, M. (2017). Interacción e interactividad en el trabajo colaborativo mediado por tecnología informática. Tesis, Universidad Nacional de la Plata, Ciudad de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/67175>
DOI: <https://doi.org/10.35537/10915/67175>
- [9] Fonseca, M.; Hurtado, A.; Lombana, C. y Ocaña, O. (2006) La Simulación y el Experimento como Opciones Didácticas Integradas para la Conceptualización en Física. Revista Colombiana de Física, 38 (2), 707-710
- [10] Universidad de Colorado “Laboratorio virtual de Simulaciones interactivas para ciencias y matemáticas”. Accesible: <https://phet.colorado.edu/> (18 octubre 2021)
- [11] Barolli, E., Laburú, C. A., y V. M. Guridi (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencia, 9(1), 88-110.

*fidel.cabrera@ulpgc.es; phone +34 928452959