



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

**Memorias del Programa
de Redes-I3CE de calidad,
innovación e investigación
en docencia universitaria**

**Memòries del Programa
de Xarxes-I3CE de qualitat,
innovació i investigació
en docència universitària**

Convocatoria
2020-21

Convocatòria
2020-21



Satorre Cuerda, Rosana (Coordinación)
Menargues Marcilla, María Asunción; Díez Ros, Rocío; Pellín Buades, Neus (Eds.)

UA

UNIVERSITAT D'ALACANT
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Vicerectorat de Transformació Digital
Vicerrectorado de Transformación Digital
Institut de Ciències de l'Educació
Instituto de Ciencias de la Educación

Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2020-21 / Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de qualitat, innovació i investigació en docència universitària. Convocatòria 2020-21

Organització: Institut de Ciències de l'Educació (Vicerectorat de Transformació Digital) de la Universitat d'Alacant/ *Organización: Instituto de Ciencias de la Educación (Vicerrectorado de Transformación Digital) de la Universidad de Alicante*

Edició / *Edición*: Rosana Satorre Cuerda (Coord.), Asunción Menargues Marcillas, Rocío Díez Ros, Neus Pellin Buades

Revisió i maquetació: ICE de la Universitat d'Alacant/ *Revisión y maquetación: ICE de la Universidad de Alicante*

Primera edició / *Primera edición*: desembre 2021/ diciembre 2021

© De l'edició/ *De la edición*: Rosana Satorre Cuerda, Asunción Menargues Marcillas, Rocío Díez Ros & Neus Pellin Buades

© Del text: les autores i autors / *Del texto: las autoras y autores*

© D'aquesta edició: Universitat d'Alacant / *De esta edición: Universidad de Alicante*

ice@ua.es

Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2020-21 / Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de qualitat, innovació i investigació en docència universitària. Convocatòria 2020-21 © 2021 by Universitat d'Alacant / Universidad de Alicante is licensed under [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

ISBN: 978-84-09-34941-8

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització dels seus titulars, llevat de les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra. / *Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.*

Producció: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / *Producción: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante*

Aquesta publicació s'ha fet seguint les directrius d'accessibilitat UNE-EN 301549:2020 / Esta publicación se ha hecho siguiendo las directrices de accesibilidad UNE-EN 301549:2020.

EDITORIAL: Les opinions i continguts dels treballs publicats en aquesta obra són de responsabilitat exclusiva de les autores i dels autors. / *Las opiniones y contenidos de los trabajos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de las autoras y de los autores.*

221.Nuevas estrategias para el desarrollo de prácticas de laboratorio con carácter no presencial

F.J. Vidal Iglesias; M.A. Montiel López; J. Iniesta Valcárcel; V. Montiel Leguey; A. Rodes García; J. Solla Gullón

fj.vidal@ua.es; miguel.montiel@ua.es; jesus.iniesta@ua.es, vicente.montiel@ua.es, antonio.rodes@ua.es, jose.solla@ua.es

Departamento de Química Física e Instituto de Electroquímica
Universidad de Alicante

Resumen (Abstract)

La pandemia por COVID-19 ha representado un enorme reto para la comunidad universitaria. Afortunadamente, la gran diversidad y capacidad de las herramientas TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) ha permitido, en gran medida, amortiguar el efecto de la pandemia y la docencia universitaria ha podido llevarse a cabo de forma adecuada a pesar de las circunstancias. Sin embargo, en el ámbito de las ciencias experimentales, en donde el desarrollo de las prácticas de laboratorio representa un aprendizaje básico y de vital importancia para los estudiantes, estas se han visto especialmente afectadas por las limitaciones y restricciones asociadas a la pandemia. En este contexto, esta red pretende realizar una investigación educativa para analizar algunas de las diferentes estrategias, propuestas y herramientas que han seguido o propuesto algunas Universidades, Asociaciones Científicas y docentes universitarios para el desarrollo de prácticas de laboratorio con carácter no presencial. Además, se pretende hacer una reflexión sobre las fortalezas y ventajas de dichas alternativas, así como de

sus debilidades, inconvenientes y limitaciones en el ámbito educativo universitario y, particularmente, en el ámbito de la Química.

Palabras clave: Ciencias experimentales, química, prácticas laboratorio, no presenciales, pandemia.

1. Introducció

1.1 Problema o cuestión específica del objeto de estudio

La pandemia por COVID-19 trastocó todos los planes docentes en decenas de países en los distintos niveles educativos. El uso de herramientas TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) y, en particular, herramientas de videocomunicación, que hasta la fecha no habían tenido mucha importancia en este ámbito, se convirtieron en soluciones de vital importancia. Aplicaciones como Microsoft Teams, Zoom, Google Hangout o Skype, pasaron de ser softwares desconocidos para muchos a ser empleados en el día a día, contribuyendo de forma muy relevante a minimizar el impacto de la pandemia en la docencia universitaria no presencial. Evidentemente, el problema ocasionado por esta situación excepcional se trasladó principalmente al profesorado, que debía preparar nuevos materiales para que pudieran ser empleados por el alumnado a distancia. Esta circunstancia representó también un hándicap para docentes no acostumbrados a estas nuevas tecnologías. En este sentido, a finales de 2020, A.M. Guidote Jr. publicó un artículo en el que contaba su experiencia y las dificultades a las que se tuvo que enfrentar al dar las clases a distancia (Guidote, 2020).

Una situación aún más negativa si cabe, fue a la que se enfrentó la docencia de asignaturas experimentales. La realización de prácticas de laboratorio es un aspecto básico y de vital importancia para los estudiantes de ciencias experimentales y las importantes limitaciones y restricciones asociadas a la pandemia por Covid-19, imposibilitaba en gran medida la realización de estas prácticas de laboratorio. Esta situación conllevó a los docentes universitarios a la búsqueda de herramientas capaces de simular a distancia estos aspectos prácticos esenciales en los grados de ciencias experimentales. Por todo ello, es importante disponer de herramientas alternativas que puedan ayudar al alumno a adquirir los conocimientos que se obtienen en estas asignaturas prácticas sin necesidad de asistir a ellas de forma presencial.

Por otro lado, es importante destacar que estas herramientas siempre podrán ser empleadas por el alumno para profundizar y reforzar el aprendizaje obtenido en el laboratorio aún en circunstancias normales en las que estas prácticas puedan llevarse a cabo de manera presencial.

Dada la problemática existente, las herramientas online diseñadas para proporcionar un aprendizaje interactivo a distancia han ido aumentando con el paso del tiempo, tanto en número como en tamaño. Por ejemplo, una de las herramientas que más ha crecido es PhET (<https://phet.colorado.edu/>), la cual fue fundada en 2002 por el premio Nobel de Física Carl Wieman. Esta es una plataforma de la Universidad de Colorado a la cual se puede acceder via web o mediante su propia aplicación en Android o iOS, y que proporciona una gran variedad de simulaciones interactivas gratuitas de código abierto para varias ramas de la ciencia. Dentro del apartado de Química, existen más de 50 simulaciones con las que se puede interactuar muy fácilmente.

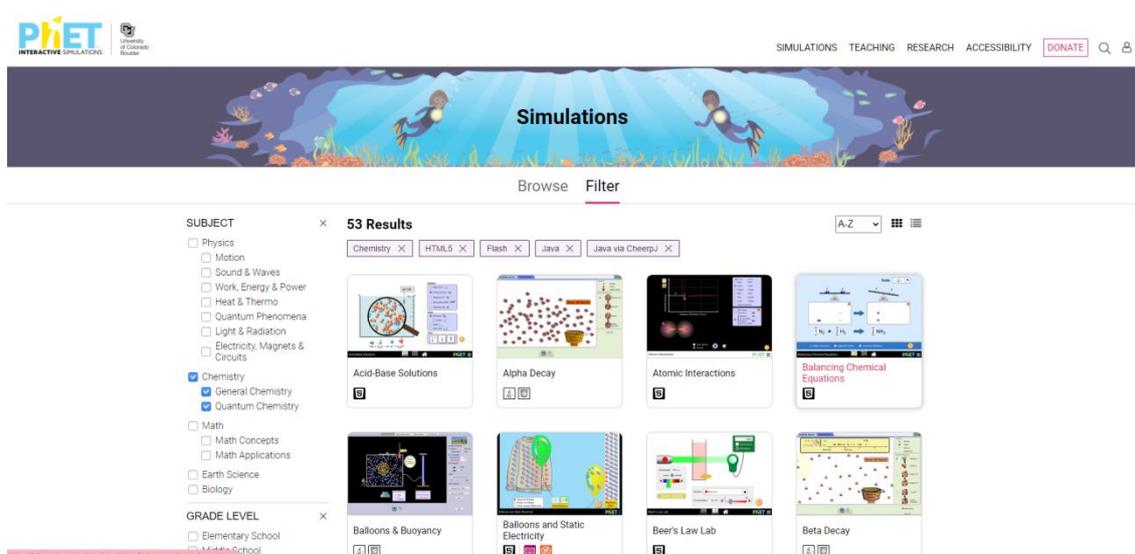


Figura 1. Imagen del portal de acceso a la plataforma PhET (<https://phet.colorado.edu/>) para simulaciones en el ámbito de la Química.

1.2 Revisión de la literatura

Una crisis como la del pasado año 2020 no se había vivido antes en la historia reciente. Sin embargo, sí existen publicaciones en las que se enumeraran las

virtudes de las herramientas virtuales para el aprendizaje en Química. Por ejemplo, en 2007, se publicó en el International Journal of Social and Human Sciences un artículo acerca del aprendizaje en un laboratorio en realidad virtual para la educación a distancia en Química (Georgiou et al., 2007). Los autores destacaron que las simulaciones juegan un papel importante en la educación, no sólo porque brindan modelos realistas con los que los estudiantes pueden interactuar para adquirir experiencias del mundo real, sino también porque constituyen entornos seguros en los que los estudiantes pueden repetir procesos sin ningún riesgo para entender conceptos y teorías más fácilmente. Además, sus objetivos educativos son la familiarización de los estudiantes con el equipamiento de un laboratorio químico real y la ejecución de experimentos virtuales con la participación activa de los estudiantes.

Sin lugar a duda, las Universidades a distancia se encuentran en una situación más ventajosa en este aspecto al ser su esencia la docencia en esta modalidad. Al impartir cursos de química, el desafío clave es ofrecer al alumno una experiencia de laboratorio auténtica y significativa que, sin embargo, proporcione el rigor necesario. En este sentido, por ejemplo, diferentes profesores de la Universidad de Thompson Rivers, Canada, desarrollaron dos cursos de laboratorio de Química General a distancia (Brewer et al., 2013). Estos cursos de laboratorio combinados contaban con kits experimentales caseros personalizados y combinaban elementos de aprendizaje en línea y práctico, además de incluir apoyo de tutores, videos instructivos, presentación de informes de laboratorio y evaluación de los estudiantes.

Más recientemente, la revista Educación Química, revista con carácter internacional que cubre temas de actualización del profesorado en el ámbito de la Química, dedicó un volumen especial a la *Experiencia sobre la enseñanza remota* (Martínez Vázquez, 2020) que contenía tanto investigaciones educativas como testimonios, experiencias y reflexiones sobre dicha temática. En relación con el uso de herramientas virtuales y simuladores para reemplazar a laboratorios prácticos, Vega-Rodríguez (Vera-Rodríguez, 2020) ponía de relevancia la herramienta ChemDemos de la Universidad de Oregón (<https://chemdemos.uoregon.edu/>). ChemDemos es una web del Departamento de Química de la Universidad de Oregón en la que se pueden encontrar una

gran variedad de laboratorios virtuales para la realización de experimentos prácticos de Química. Actualmente la web está en proceso de actualización de sus animaciones y simulaciones Flash a formato HTML5.

List of Experiments Included in the New Laboratory Courses

Course	Experiments
CHEM 1505: Chemistry Laboratory I	1 - Observation of Chemical Changes and Separation of a Mixture of Solids 2 - Laboratory Techniques and Measurements 3 - Liquids and Solids 4 - Determination of Water Hardness 5 - Beer's Law and Colorimetry 6 - Analysis of Phosphate in Water 7 - Stereochemistry and the Hydrolysis of Acetylsalicylic Acid
CHEM 1525: Chemistry Laboratory II	1 - Qualitative Anion Tests and Identification of Cations 2 - Properties of Gases 3 - Caloric Content of Food 4 - Le Châtelier's Principle 5 - Reaction Order and Rate Laws 6 - Titration for Acetic Acid in Vinegar 7 - Determination of K_a for a Weak Acid 8 - Using Buffers 9 - Oxidation-Reduction/Activity Series 10 - Electrochemical Cells and Cell Potentials

Figura 2. Listado de experimentos de laboratorio de Química incluidos en los dos cursos de laboratorio de Química General a distancia creados por diferentes profesores de la Universidad de Thompson Rivers de Canada, (Brewer et al., 2013).

1.3 Propósitos u objetivos

En este contexto, el principal objetivo de esta red docente es realizar una investigación educativa sobre algunas de las herramientas docentes que han empleado algunas Universidades, Asociaciones Científicas y docentes universitarios para la realización de prácticas de laboratorio, en el ámbito de la Química, de forma no presencial.

2. Método

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

La situación vivida en diferentes puntos del planeta debido a la pandemia por COVID-19 y el consiguiente confinamiento de buena parte de la población provocó la suspensión de la docencia presencial en todos los niveles educativos. Aunque esta suspensión llegó casi a finales de año académico los planes docentes tuvieron que ser drásticamente modificados, especialmente en el caso de asignaturas con una componente experimental como son las prácticas de laboratorio.

2.2. Instrumento utilizado para realizar la investigación

Tal y como se ha comentado anteriormente, esta red pretende recopilar algunas de las estrategias utilizadas o planteadas por diferentes Universidades, Asociaciones Científicas, así como por algunos docentes universitarios para realizar prácticas de laboratorio de forma no presencial y, particularmente en el ámbito de la Química. Desde esta perspectiva, el instrumento utilizado para realizar esta investigación se basa fundamentalmente en una búsqueda bibliográfica y una intensiva búsqueda en Internet. De entre las propuestas y herramientas encontradas, se han seleccionado aquellas que hemos considerado más relevantes para este trabajo.

2.3. Procedimiento

Para la recogida de información acerca de las propuestas educativas llevadas a cabo se ha empleado en primer lugar Internet. Se han analizado las propuestas llevadas a cabo en las Universidades más prestigiosas. Paralelamente, se ha recabado información en las asociaciones más relevantes en el ámbito de la Química como, por ejemplo, la ACS (American Chemical Society) o la RSC (Royal Society of Chemistry) en las que es habitual encontrar secciones dedicadas a innovaciones educativas. Para algunas de las acciones educativas desarrolladas por docentes universitarios, se ha contactado vía email con ellos para realizar entrevistas más personalizadas y recabar no sólo información

sobre las mismas sino también para conocer el grado de satisfacción tanto de los docentes como de los alumnos.

3. Resultados

La situación creada por el COVID a principios de 2020 y el consiguiente confinamiento domiciliario tuvo evidentemente consecuencias sobre la docencia a todos los niveles educativos. Sin embargo, la respuesta de profesores y universidades fue muy rápida y en muchos casos solidaria, dando acceso gratuitamente a materiales privados o de pago. Además, la excepcionalidad de la situación provocó un aumento en la comunicación entre profesores para ver como otros colegas de profesión iban a realizar su docencia.

En respuesta a esta situación tan excepcional, y previendo que la pandemia continúe causando dificultades docentes, el equipo de enseñanza de química práctica de la Universidad de Oxford (Reino Unido) ha creado la comunidad #DryLabs20, una red internacional de educadores en Química, con reuniones quincenales continuas para discutir los desafíos de la enseñanza en prácticas de laboratorio y con la intención de que esta red de colaboración aporte propuestas y soluciones para superar estas dificultades. En este sentido, en una reciente publicación, se describe el origen de esta red internacional y su principal finalidad que es el planteamiento y el análisis de propuestas y herramientas para enseñar química práctica fuera del entorno de un laboratorio tradicional (Campbell et al., 2020).

También en Reino Unido, pero esta vez en la Universidad de Bristol, los estudiantes pudieron desarrollar prácticas virtuales mediante un simulador online que habían previamente desarrollado, Bristol ChemLabS (Universidad de Bristol, 2021). Esta herramienta contiene además videos de instrumentación y equipos virtuales que disponen de una evaluación electrónica previa al experimento. Habitualmente, en las prácticas de laboratorio convencionales, los estudiantes suelen llegar para hacer un experimento sin una idea clara de las técnicas prácticas que utilizarán, las habilidades que necesitarán o la química

que hay detrás de la práctica. Lamentablemente, a menudo, sólo después del laboratorio, durante la preparación del informe de la práctica correspondiente es cuando los estudiantes comienzan a entender los principales objetivos de las prácticas propuestas. Aunque la finalidad de este simulador cuando se desarrolló, mucho antes de la crisis del coronavirus, era que los estudiantes pudieran obtener mucho más de la experiencia de laboratorio mediante una preparación virtual previa, en las circunstancias actuales resultó una herramienta de gran relevancia.

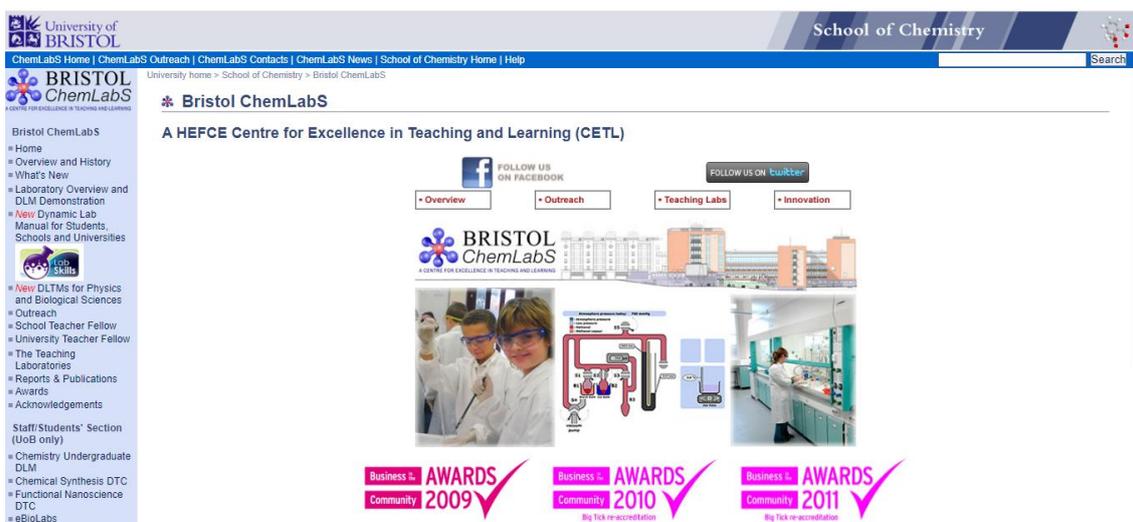


Figura 3. Imagen del portal de acceso a la plataforma Bristol ChemLabS (<http://www.chemlabs.bris.ac.uk/>) para la realización de prácticas de laboratorio en el ámbito de la Química.

Otra solución que encontraron muchos docentes fue la de cambiar ligeramente las prácticas y realizar simulaciones por ordenador. Este es el ejemplo de varios profesores de la universidad de Oxford que publicaron un artículo científico en el que se discutió el uso de simulaciones en lugar del trabajo práctico de laboratorio, con énfasis en el desarrollo de las habilidades de diseño experimental de los estudiantes (Worrall et al., 2020). En este artículo se da como ejemplo una simulación de la cinética enzimática de Michaelis-Menten para que pueda ser implementada rápidamente por otros docentes con sus alumnos.

Además, algunas universidades también decidieron proporcionar gratuitamente acceso a material de su propiedad para que se pudiera emplear en otras universidades. Este, por ejemplo, es el caso de la Universidad de Cambridge, que dio acceso a sus materiales de Resorce Plus (Universidad de Cambridge, 2021) en muchas áreas del conocimiento. Concretamente en Química, disponen de videos de distintos experimentos acompañados de material para el profesor, incluyendo también preguntas a desarrollar y tipo test para evaluar al alumnado.

Con respecto a las asociaciones más prestigiosas mundialmente en el campo de la Química, la ACS, Sociedad Americana de Química, (ACS, 2021) ha creado un sitio web que recoge una gran cantidad de material para poder trabajar distintos aspectos relacionados con la química desde casa y que aparecen estructurados en 5 apartados diferentes (la Tierra, Agua, Comida, Salud y tu cuerpo y la Tabla Periódica). Dentro de cada uno de estos, el material se divide por nivel, existiendo material docente para alumnos desde infantil hasta cursos universitarios. En este último, que es en el que nos centramos en esta red docente, hay simulaciones para realizar cálculos de una manera más visual, artículos y vídeos sobre temas de actualidad, como por ejemplo qué es o como se hace un gel hidroalcohólico, o actividades que se plantean, como por ejemplo calcular tu huella de carbono. En esta actividad, se explica cómo se forma el dióxido de carbono a partir de los diferentes combustibles como carbón, gasolina o gas natural, te invita a hacer los equilibrios químicos correspondientes y, por último, te sugiere calcular tu huella de carbono basándose en tus desplazamientos en un vehículo. En algunos casos, además del material para el alumno, también se facilita una guía del profesor con actividades para el alumno. Por ejemplo, uno de los artículos explica un caso real de contaminación de agua potable en una ciudad norteamericana (Flint, Michigan) que sucedió al dejar de añadir un inhibidor de la corrosión cuando se cambió de fuente de agua potable a agua de río. Este artículo da una explicación química a un problema real y muestra las reacciones químicas que se dan tanto en tuberías de plomo como de hierro.

La RSC, la Real Sociedad de Química del Reino Unido (RSC, 2021), dispone también de mucho material para las distintas etapas educativas. Esta web es

muy activa existiendo un buen número de prácticas a realizar, muchas de ellas con poco material especializado. En esta website, en apoyo al profesorado, se publicó una guía sobre la realización de sesiones prácticas para el año académico 2020-21, y para ayudar a comprender el impacto de los ajustes en la acreditación de las titulaciones debido a los cambios que se pudieran hacer. Además del trabajo realizado por los docentes de estas grandes universidades y de estas asociaciones, muchos profesores de manera individual han desarrollado o recopilado contenido virtual. Por ejemplo, el profesor G.L. Bertrand, de la Universidad de Missouri-Rolla, ha recopilado diferentes materiales donde poder hacer simulaciones de experimentos de Química Física y en donde se explica de una forma animada como hacerlos (Bertrand, 2021). Este tipo de material es muy interesante no sólo desde el punto de vista de la docencia virtual, sino también para que el alumnado pueda entender de forma más adecuada, los aspectos más relevantes que debe tener en cuenta antes de realizar una práctica en el laboratorio. Este material además es muy interesante porque son prácticas muy generales y de las que se suelen realizar en muchas universidades. Entre las prácticas propuestas destacamos la de calorimetría y bomba calorimétrica, colorimetría, pilas electroquímicas, cinética química, espectrofotometría o tensión superficial, entre otras.

También existen algunas plataformas donde se pueden realizar de una manera visual e interactiva simulaciones. Molecular Workbench es un ejemplo gratuito y open source (<http://mw.concord.org/modeler/>). En esta web, el material se divide por áreas (física, química, biología, biotecnología y nanotecnología). Dentro del área de la química, hay cerca de una veintena de actividades relacionadas con la termodinámica, estados de la materia, enlaces químicos, disoluciones y reacciones químicas). Otra plataforma que puede ayudar a minimizar el efecto de la no presencialidad en el laboratorio es la plataforma JoVE (<https://www.jove.com/>), la cual es productora y proveedora de videos científicos con la misión de mejorar no sólo la investigación científica sino también la educación. Esta plataforma es ampliamente utilizada por universidades, hospitales y empresas biofarmacéuticas de todo el mundo para su investigación o enseñanza. Esta web partió de la frustración de un investigador que no podía reproducir un experimento sólo a partir de artículos

científicos y sin ningún compañero que le mostrara como hacerlo, con lo que pensó en complementar los experimentos publicados con un video que muestre los diferentes pasos con muchos más detalles. Ahora, 10 años después de su creación, JoVE sigue siendo la única revista de videos científicos revisada por pares, que publica más de 100 videos nuevos cada mes. Esta plataforma aborda precisamente el problema de no trabajar en el laboratorio. Herramientas como JoVE pueden minimizar este problema mostrando como trabajar con cierta técnica o como realizar ciertos montajes experimentales.

Si bien el desarrollo de laboratorios virtuales no es sencillo, existen ya algunas empresas centradas en el desarrollo de recursos de aprendizaje remoto y software para clases a distancia. Particularmente, queremos mencionar a la empresa Cienytec, empresa que dispone de una amplia colección de software para Laboratorios de Química y simuladores de laboratorio (Cienytec, 2021). La empresa proporciona productos de software (simuladores, programas y laboratorios con realidad virtual), y videos demostrativos para introducir los diferentes aspectos teóricos y experimentales tanto para el estudio y la investigación de química en el colegio y en la Universidad. Destaca especialmente los laboratorios de realidad virtual de química VR Lab Academy que simulan los experimentos de laboratorio de manera que el alumno ve, oye y siente como si se encontrara en un laboratorio real. Por ejemplo, en un vídeo que alojaron en Youtube se puede visualizar un experimento de química con realidad virtual para un proceso de valoración ácido base por VR Lab Academy (Cienytec, 2020).

Simuladores o laboratorios virtuales de química celdas electro químicas NewByte

Inicio → Software para educación → Ciencias → Química → Simuladores de química NewByte
→ Celdas electro químicas Clic para usar demo del laboratorio - Requiere usuario y contraseña

Simuladores o laboratorios virtuales de química sobre celdas electro químicas NewByte
Poderosos simuladores de laboratorio en el área de química para celdas electro químicas para el computador

Figura 4. Captura de pantalla para el laboratorio virtual de celdas electroquímicas desarrollado por Cienytec (Cienytec, 2021).

La asociación americana de profesores de química también tiene bastantes materiales de diferentes etapas educativas para ayudar a la educación a distancia. Aunque algunos de ellos están en privado, la sección de simulaciones está abierta a cualquiera (<https://teachchemistry.org/classroom-resources/simulations>) y ofrece una variedad de videos, animaciones o actividades interactivas para entender de una manera más visual conceptos básicos de Química, como las fuerzas intermoleculares, preparación de disoluciones, pilas galvánicas o estados de la materia entre muchos otros.

La división de Química Analítica de la ACS sirvió de punto de encuentro para profesores de esta rama de la Química para discutir sus puntos de vista en los primeros meses de confinamiento y la consiguiente suspensión de clases, así como para indagar acerca de los planes docentes para el principio del curso 2020-21. En este sentido, L.A. Baker y A. G. Cavinato publicaron un artículo en el que citaron las medidas que habían empleado algunos profesores para hacer la docencia más interactiva mediante las herramientas que proporcionan las aplicaciones de videoconferencia, como por ejemplo la opción de Zoom para hacer votaciones y para poder hacer preguntas (Baker & Cavinato, 2020). En este artículo se narra como un profesor decidió grabarse a sí mismo en el laboratorio haciendo los experimentos para posteriormente proporcionar estos

resultados experimentales a los estudiantes para que ellos los evaluaran y realizaran el correspondiente informe de las prácticas. Este mismo profesor ponía de manifiesto la importancia de trabajar en el laboratorio y que, desafortunadamente, el desarrollo de dichas prácticas de forma remota no podía compararse con una experiencia de laboratorio completa. Sin lugar a duda, ésta es una de las principales limitaciones en la que nuevas y mejores propuestas deben incidir. Como posible solución o alternativa, tal y como hemos comentado anteriormente (Brewer et al., 2013), se puede plantear el desarrollo de prácticas de laboratorio que se puedan llevar a cabo en casa mediante el uso de kits portátiles seguros y fiables.

Por otro lado, el profesor Paramaconi Rodríguez de la School of Chemistry de la Universidad de Birmingham (Reino Unido) preparó vídeos demostrativos para la realización de prácticas de laboratorio relacionadas con la Química en la Cocina (Universidad de Birmingham, 2021). Dichos vídeos fueron utilizados tanto por estudiantes de tercer y primero curso en Química, así como por estudiantes de High School. El profesor Paramaconi Rodríguez nos explica que este tipo de vídeos fueron muy bien recibidos por los estudiantes y que les resultaban mucho más atractivos que prácticas de laboratorio convencionales (P. Rodríguez, personal communication, June 21, 2021).

The Chemistry of Cherries



Sweet Cherries and Sour Cherries

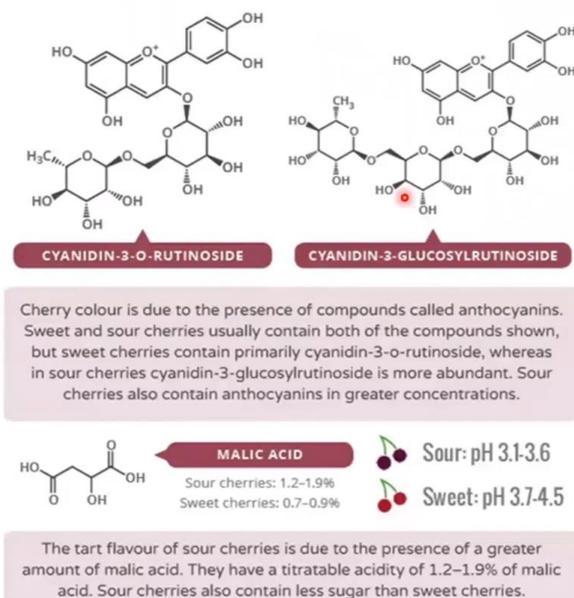


Figura 5. Captura de pantalla de uno de los videos creados por el Prof. Paramaconi Rodríguez para la realización de prácticas de laboratorio relacionadas con la Química en la Cocina.

4. Conclusiones

En nuestra opinión, la respuesta del profesorado ante la situación novedosa y de incertidumbre a la que nos enfrentamos con la crisis del coronavirus fue muy rápida y muy positiva para el poco tiempo del que se dispuso para la planificación. Por suerte, la tecnología existente y la velocidad de conexión de la que normalmente se dispone en muchos hogares facilitaron en gran medida que se pudiera seguir la docencia con relativa normalidad. Además, existe una cantidad muy interesante de sitios web con material virtual docente que puede recrear muchas prácticas de laboratorio y por lo tanto ayudar a asimilar conceptos que se tratan en las asignaturas de teoría. A diferencia de alojamientos de videos como Youtube, estos sitios suelen disponer de filtros, normalmente docentes, que revisan este material, con lo que tiene cierta calidad confirmada.

En la situación vivida durante los meses de 2020 en los que se canceló la docencia presencial, y por lo tanto las prácticas de laboratorio, este material resultó de gran importancia en la asimilación de los conceptos de muchos aspectos prácticos, y resultaron además muy atractivos y estimulantes para los estudiantes, minimizando una actitud pasiva delante del ordenador, por ejemplo, realizando ejercicios mediante simuladores interactivos.

Sin embargo, el material del que se dispone no es suficiente como para sustituir unas prácticas docentes donde el alumnado aprende otras destrezas, como manejar equipos, hacer montajes o incluso a saber desechar los residuos químicos y clasificarlos según su naturaleza y peligrosidad. Por otro lado, la gran mayoría del material existente dentro del nivel educativo universitario corresponde, con el objetivo de llegar a más gente, a prácticas de primeros años que tratan conceptos más generales y no los más específicos y avanzados que se estudian en los últimos años de grado.

Finalmente, queremos destacar que este material presente y creciente tanto en cantidad como en calidad tiene una utilidad muy importante pero que nunca debe verse como exclusivo para sustituir a una docencia práctica presencial. Sin embargo, tanto para revisar y analizar lo observado en el laboratorio como para entender con antelación a las sesiones prácticas los conceptos que van a tratarse, este material resulta de gran utilidad. En este sentido, consideramos que debería ser más ampliamente utilizado por el profesorado universitario y, a nuestro juicio, sería importante incluir los correspondientes enlaces en los guiones de las prácticas de las asignaturas como material de consulta previo a la realización de las mismas.

5. Tareas desarrolladas en la red

En la siguiente tabla se muestra, para los distintos componentes de la Red Docente, las tareas que ha desarrollado.

Participante de la red	Tareas que desarrolla
------------------------	-----------------------

José Solla Gullón	Ha participado en la coordinación de la red. Se ha centrado en entrevistar a profesores de otras universidades para ver cómo se adaptaron a la nueva situación generada por el Covid y ha contribuido tanto en la redacción como en la revisión de la memoria final.
Antonio Rodes García	Ha participado activamente en las reuniones de la red docente. Se ha encargado principalmente de la revisión de la literatura
Vicente Montiel Leguey	Ha contribuido tanto en la redacción como en la revisión de la memoria final. Se ha encargado de estudiar como otras universidades abordaron este problema en plena pandemia.
Jesús Iniesta Valcárcel	Ha contribuido tanto en la redacción como en la revisión de la memoria final. Se ha encargado de estudiar como otras universidades abordaron este problema en plena pandemia.
Miguel Ángel Montiel López	Ha contribuido tanto en la redacción como en la revisión de la memoria final. Se ha encargado de analizar como diferentes asociaciones ayudaron a mitigar los efectos del Covid en la docencia en plena pandemia

Francisco José Vidal Iglesias	Ha contribuido tanto en la redacción como en la revisión de la memoria final. Se ha encargado de analizar como diferentes asociaciones ayudaron a mitigar los efectos del Covid en la docencia en plena pandemia y a la búsqueda de herramientas docentes para la realización de experimentos virtuales o con otro material audiovisual que se pueda emplear en docencia.
-------------------------------	---

6. Referencias bibliográficas

American Chemical Society. (2021 June). *Chemistry Education Resources by Topic*. <https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/topics.html>

Baker, L. A. & Cavinato, A. G. (2020). Teaching Analytical Chemistry in the Time of COVID-19. *Analytical Chemistry*, 92(15), 10185-10186. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.0c02981>

Bertrand, G. L. (2021). *Tutorial Materials and Resources by Professor Gary L. Bertrand*. <https://web.mst.edu/~gbert/links.html>

Brewer, S. E., Cinel, B., Harrison, M., & Mohr, C. L. (2013). First year chemistry laboratory courses for distance learners: Development and transfer credit acceptance. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 14(3), 488-507. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v14i3.1446>

Campbell, C. D., Challen, B., Turner, K. L. & Stewart, M. I. (2020). #DryLabs20: A New Global Collaborative Network to Consider and Address the Challenges of Laboratory Teaching with the Challenges of COVID-19. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3023–3027. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00884>

Cienytec. (2021). *Software para Laboratorios de Química y simuladores de laboratorio*. <https://www.cienytec.com/edu2-software-laboratorios-de-quimica.htm>

Cienytec. (2020, May 13). *Experimento de química con realidad virtual de titulación ácido base por VR Lab Academy* [Video]. Youtube.

https://www.youtube.com/watch?v=_3p8rXvE2g0

Georgiou J., Dimitropoulos K. & Manitsaris A. (2007). A Virtual Reality Laboratory for Distance Education in Chemistry. *International Journal of Social and Human Sciences*, 1, 306-313. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1082545>

Guidote, A. J. M. (2020). Teaching college chemistry in the time of COVID-19 pandemic: A personal account of teaching in the old normal vs. the new normal. *KIMIKA*, 31(1), 70-75. <https://doi.org/10.26534/kimika.v31i1.70-75>

Martínez Vázquez, A. (Ed.). (2020). Número especial. Experiencia sobre la enseñanza remota. *Educación Química*, 31(5), 1-182.

<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.6>

Royal Society of Chemistry. (2021 June). *COVID-19 – continuing to support our community*. <https://www.rsc.org/covid-19-response/>

Universidad de Birmingham. (2021, January 5). *Chemistry in the Kitchen* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=YQJ3eJg0nbl>

Universidad de Bristol. (2021 June). *Bristol ChemLabS*.

<http://www.bristol.ac.uk/chemistry/courses/dlm/>

Universidad de Cambridge. (2021 June). *Resource Plus*.

<https://www.cambridgeinternational.org/support-and-training-for-schools/support-for-teachers/teaching-and-assessment/resource-plus/>

Vega-Rodríguez, A. (2020). Del laboratorio al aula virtual y simuladores. *Educación Química*, 5, 126-128.

<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.5.77287>

Worrall, A. F., Bergstrom Mann, P. E., Young, D., Wormald, M. R., Cahill, S. T. & Stewart, M. I. (2020). Benefits of Simulations as Remote Exercises During the COVID-19 Pandemic: An Enzyme Kinetics Case Study. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2733–2737. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00607>