

Formación del profesorado para la docencia síncrona de las Ciencias Experimentales a través de plataformas de comunicación digital: el proyecto eNCLaUsTRa2

María Larriva^a, José A. Martínez^b, María Pilar Puyuelo^c, Javier Guallar^c y Pedro A. Enríquez^c

^aWellcome Centre for Integrative Neuroimaging, Universidad de Oxford, Reino Unido (maria.larriva-hormigos@ndcn.ox.ac.uk), ^bCentro Internacional de Física de Donostia, San Sebastián (jose.martinez@dipc.org) y

^cDepartamento de Química, Universidad de la Rioja (pedro.enriquez@unirioja.es)

Cdntcev'

Vj g'gPENc WuVi C4'rtqlgev'vj cv'y g'rtgugpv'kp'vj ku'eqo o wplec'vqp'ctkugu'lt qo 'vj g'tghg'ekv'kp'u'o cf g' fwtkpi 'vj g'rtgrctc'vqp'cpf'f g'xgrqro gpv'qhl'vj g'rcdqt cvqt {'rtcev'ecnu'lt'vj g'eqwtug'Ego rigo gpwt {' Fkuekr'kpct {'Vtckp'kp' '*gur'ORj {ukeu'cpf 'Ej go kat {'+qhl'vj g'Rqui tcf wcvg'Egt'v'k'ec'v'g'kp'Ugeqpf ct {' Vgcej kpi 'cv'vj g'Wpkxgt'ukf' 'qhl'Nc'Tkqlc'0'Kp'vj g'4242/43'cecf go ke'{'gct.'cu'c't guwv'qhl'vj g'j genj " o gciwtgu'cf qrv'gf'f wg'v'q'vj g'EQXK/3; 'rcpf go ke.'k'v' cu'ko r quakdr'g'lt' b' cp' {'qhl'vj g'eqwtug'w'wf' g'p'u' v'q'c'w'g'pf' 'vj g'rcdqt cvqt {'uguk'q'p'u'0'Cu'c't guwv'qhl'vj g'ug'ekt'ewo'w'c'p'egu'c'p'f' 't'ghg'ekv'kp.'y' g'eq'p'uf' g'f' " k'p'ut'w'ek'p'i' 'q'w'w'w'f' g'p'u'q'p'vj g'rtcev'ecnu'g'cej kpi 'qhl'uek'p'eg'w'uk'p'i' 'c'x'k'w'c'n'g'p'x'k'p'o' g'p'v'vj' cv'rc'x'q'w't'u' v'g'cej' g't/w'wf' g'p'v'k'p'v'g't'cev'ek'v'p'vj' t'q'w'i' j' 'ej' cu' 'ej' cu' 'c'p'f' 'vj' g'w'ug' 'q'hl'eq'm'd'q't'c'v'k'g'o' w't'c'nu'f' w't'k'p'i' 'vj' g' f'g'x'g'r'q'ro' g'p'v' q'hl' 'vj' g' u'f'p'ej' t'q'p'q'w'u' r'c'd'q't'c'v'q't' {' u'g'u'k'q'p'0' Vj g' g'z'r'g't'k'p'eg' " i'c'k'p'g'f' " f'w't'k'p'i' " vj' g' g'PENc WuVi C4'y' q't'm'j' q'r' 'y' k'n'j' q'r' g'hw'f' 'j' c'x'g'c'p' 'k'o' r'c'ev'q'p' 'vj' g'v't'c'k'p'k'p'i' 'q'hl'w'w't'g' 'u'g'eq'p'f' ct {' 'w'ej' q'q'it' v'g'cej' g't'u' 'c'u'y' g'n'ic'u'r't'q'x'k'f' k'p'i' 'vj' go' 'y' k'j' 'c' 'b' q'f' g'n'ij' cv'vj' g'l' 'ec'p'g'z'r'q't'v'v'q' 'vj' g'k' 'v'g'cej' k'p'i' 'c'ev'k'k'f'0'

M{y' q't'f'u'<F'k' k'c'n'eqo' r'g'v'p'eg.'KEV.'T'go' q'v'g'lg'c't'p'k'p'i.'V'g'cej' g't'v't'c'k'p'k'p'i.'G'z'r'g't'k'o' g'p'w'c'n'uek'p'eg.' " Ugeqpf ct {' 'g'f' w'ec'v'k'p'0'

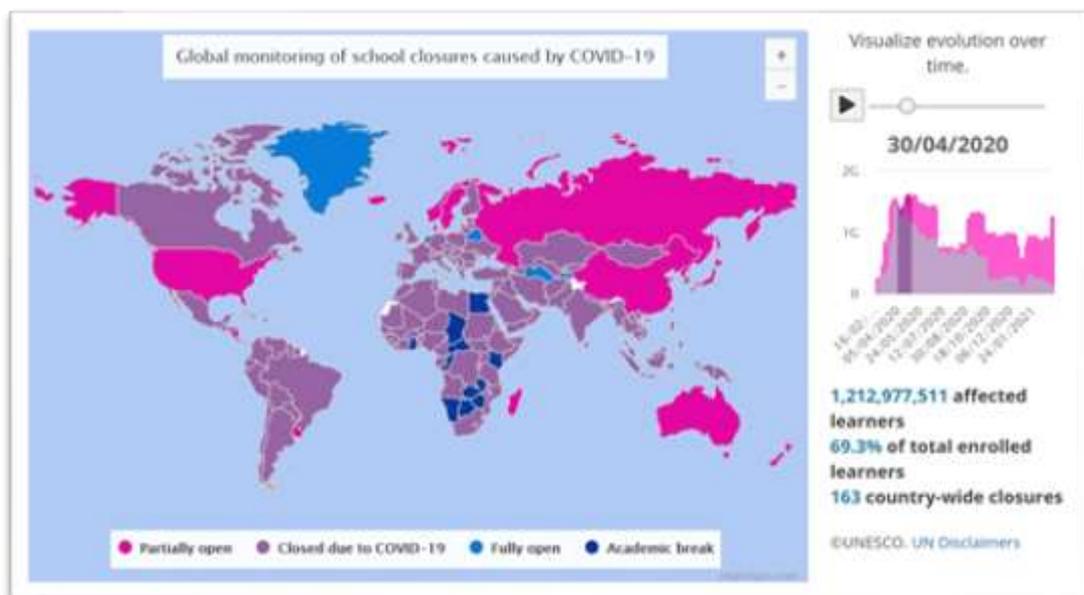
Tguwo gp''

Gn'rt'q'f' gev'q'g'PENc WuVi C4's'w'g'rt'gug'p'w'o' qu'gp' guac'eqo'w'ple'c'ek'p'w'w't'i' g'f'g'rc'rt'ghg'z'k'q'p'g'u's'w'g' t'g'c'n'k'co' qu'f' w't'c'p'v'g'rc'rt'g'r'c't'c'ek'p' {' 'f' g'w'c't't'q'm'q' 'f' g'rc'u'r't' 'a' ev'k'ec'u'f' g'rc'd'q't'c'v'q't'k'q' 'f' g'rc' "c'uk'i' p'c'w't'c' " Eqo rigo g'p'v'q'u'f' g'Hqto' c'ek'p'F'kuekr'kpct '*gur'OH'f'k'ec' 'f' 'S' w'f'p' k'ec' +f' g'n'0' 'w'g't' 'g'p' 'R't'q'l'g'u'q't'c'f' q'0'G'p' 'g'n' i' ew't'w'q'4242/43.'eq'p'ug'ew'g'p'ek' 'f' g'rc'u'b' g'f'k'f' c'u'lc'p'k'x't'k'c'u'c'f' q'r'w'f' c'u'f' g'd'k'f' q'c' 'rc' 'rc'c'p'f' go' k'c' 'f' g'EQXK/ 3; . "c' "d'w'g'p'c' "r'c't'v'g' "f' g' 'r'q'u' "c'm'o' p'q'u'f' g'rc' "c'uk'i' p'c'w't'c' "rg'u'g't'c' "k'o' r'q'uk'd'r'g' "c'uk'k'k' "c' "rc'u' "er'c'ug'u'f' g'rc' "rc'd'q't'c'v'q't'k'q'0'H't'w'q'f' g'rc'u' 'e'k't'ew'p'w'ac'p'ek'u'f' 'f' g'rc' "t'ghg'z'k'p' 'p'q'u'r'rc'p'v'g'c'o' qu'rc' 'k'p'ut'w'ek'p'f' g'p'w'g'w'at' " c'm'o' p'c'f' q' "g'p'rc' "f' q'eg'p'ek' "rt' 'a' ev'k'ec' "f' g'rc'u' 'e'k'g'p'ek'u'w'k'k'f' c'p'f' q' "w'p' "g'p'v'q't'p'q' "x'k't'w'c'n's'w'g'rc'x'q't'g'l'ec' "rc' " k'p'v'g't'c'ek'p' "r't'q'l'g'u'q't'c'm'o' p'q' "c' "v't'c'x'2' u'f' g' "ej' c't'rc'u' "ej' c'u'f' "g'n'w'w'q'f' g'o' w't'c'rg'u' "eq'r'c'd'q't'c'v'k'x'q'u'f' w't'c'p'v'g' " g'n'f' g'w'c't't'q'm'q' "f' g'rc' "ug'uk'p' "f' g'rc' "d'q't'c'v'q't'k'q' "u'f'p'et'q'p'c'0'Nc' "g'z'r'g't'k'p'ek' "c'f' s'w'k't'f' c' "f' w't'c'p'v'g' "g'n'w'c'ng't' " g'PENc WuVi C4'g'ur'g't'c'o' qu's'w'g' "t'g'r'g't'ew'c' "g'p'rc' "l'q't'o' c'ek'p' "f' g'n'w'w't'q' "r't'q'l'g'u'q't'c'f' q' "f' g' "u'g'ew'p'f' c't'k'c' " c'f' go' "u'f' g'rc' "q'r'q't'ek'q'p'c't'g'w'p' "o' q'f' g'g'q' "s'w'g'r'w'g'f' g'p' "g'z'r'q't'v't' "c' "w'w'c'ev'k'k'f' c'f' "f' q'eg'p'v'g'0'

R'c'n'd't'c'u' 'er'x'g'<' Eqo' r'g'v'p'ek' "f'k'i' k'c'n' "V'K'E." C'rt'g'p'f'k'c'l'g' "q'p'n'k'p'g." Hqto' c'ek'p' "f' g'n' r't'q'l'g'u'q't'c'f' q' " E'k'g'p'ek'u'g'z'r'g't'k'o' g'p'w'rc'u' "G'f' w'ec'ek'p' 'u'g'ew'p'f' c't'k'c'0'

1. Introducción

Una de las estrategias más controvertidas a la hora de contener la expansión del virus SARS-CoV-2 ha sido el cierre temporal de las escuelas y de los centros de enseñanza superior (Lewis, 2020). Según los datos proporcionados por la UNESCO disponibles en su portal oficial, a finales de abril de 2020, 163 países fuertemente golpeados por la pandemia de COVID-19 suspendieron la docencia en su modalidad presencial (Figura 1), afectando el cierre de los centros educativos al 69,3% del alumnado en todo el mundo escolarizado en cualquiera de los niveles de educación definidos por la Clasificación Internacional Normalizada de Educación (*k'p'vgt'pc'v'k'p'cn'U'c'p'f'c't'f'Er'c'u'k'h'ec'v'k'p'q'h'G'f'w'ec'v'k'p'*, ISCED en inglés, CINE en español).



Hli 03-O'c'rc'c'f'c'r'v'c'f'q'f'g'nr'qt'v'n'l'q'h'ek'n'f'g'rc'w'p'GUEQ'u'dt'g'g'it'ko'r'cev'f'g'rc'EQXIF/3; 'gp'rc'w'f'w'ec'ek'p'0Nc'u'e'ht'cu'e'q't't'g'ur'q'p'f'gp''
c'ri'p'Ào'g't'q'f'g'c'm'o'p'qu'ò'c'v'k'ew'r'f'qu'gp'g'f'w'ec'ek'p'p'p'rc'p'v'n'r't'ko'c't'k.'u'g'ew'p'f'c't'k'q'g'f'w'ec'ek'p'w'r'g't'k'q't'J'ER'G'2/5.7/: '_'eq'p'g'ej'c'f'g''
52'f'g'c'dt'k'f'g'4242'q'ò'w'g'iat'c'p'g'it'g'u'ac'f'q'qr'g't'c'v'k'q'f'g'w'ec'v'k'p'q'g'g'ug'ò'q'o'g'p'v'q'ò'

Como alternativa a la educación presencial, suspendida total o parcialmente durante el estado de alarma, asistimos a la implantación a contrareloj de un sistema de enseñanza-aprendizaje en remoto que en España nos sorprendió con los deberes sin terminar respecto a la formación en el uso de nuevas tecnologías en el ámbito escolar. Los resultados del Estudio Internacional sobre la Enseñanza y el Aprendizaje (TALIS, por sus siglas en inglés) de 2018 muestra que, en promedio, el 51% de los profesores de E.S.O. permitían a sus estudiantes usar las tecnologías para la información y la comunicación (TIC) para proyectos o trabajo de clase “con frecuencia” o “siempre”, sólo dos puntos por debajo de la media de los países de la OCDE participantes en el estudio TALIS de 2018 (OCDE, 2020). Sin embargo, los resultados respecto al porcentaje de profesores que abordaron el uso de las TIC para la docencia durante etapa formativa es significativo: frente a un 56% obtenido por nuestros colegas europeos en promedio, solamente el 38% de los profesores españoles encuestados afirmaron haber recibido formación en el uso de las herramientas TIC como parte de su *v'c'k'p'p'i* “docente, porcentaje que se eleva hasta el 68% durante el desempeño de su profesión (OCDE, 2020).

La pandemia ha puesto en evidencia la necesidad de dotar al sistema educativo de los recursos materiales y de la infraestructura necesarios para reforzar la “escuela digital” y de mejorar la competencia digital de los principales agentes implicados en el proceso educativo. El profesorado ha dedicado su tiempo y mucho esfuerzo en adaptar su labor al nuevo contexto pandémico, familiarizarse con una abrumadora batería de nuevas herramientas TIC e incorporarlas sobre la marcha a su práctica docente sin apenas tiempo de evaluar su impacto en el aprendizaje y en la adquisición de competencias básicas.

Las prácticas de laboratorio son una parte esencial de la docencia de la Ciencias Experimentales en todos los niveles de enseñanza, principalmente en Educación Secundaria. Trasladar esta formación específica al entorno digital no es una cuestión trivial. Unas prácticas diseñadas adecuadamente deben estimular un aprendizaje significativo y favorecer que el alumnado confronte sus conocimientos previos con los conceptos teóricos (abstractos) introducidos en las clases y las realidades concretas (propiedades experimentales) observadas en las prácticas, mientras se familiarizan con el método científico, desarrollan el sentido crítico, adquieren unas destrezas básicas específicas del trabajo experimental (“hacer manos”, como suelen decir los científicos) y se familiarizan con el material y el equipamiento que puede encontrarse en cualquier laboratorio.

Durante el periodo de cierre total de las escuelas, parte del profesorado responsable de las prácticas en educación secundaria tuvo que elegir entre prescindir completamente de éstas o, en el mejor de los casos, sustituir el trabajo experimental por el visionado de demostraciones interactivas gratuitas como, por ejemplo, las que ofrece *Vj g" Tq{ cr' Uqekv# " qh' Ej go kmt{ "* (RSC) a través de su canal de Youtube (RSCYoutube, 2021). Otra posibilidad es llevar a cabo experimentos en laboratorios virtuales como los desarrollados dentro del proyecto PhET de la Universidad de Colorado, que permiten la simulación interactiva de fenómenos físicos y procesos químicos observando, entre otros, cómo el cambio en ciertas variables afecta al resultado de la simulación.

Aunque el visionado de prácticas pregrabadas y el uso de simulaciones resulta muy útil para comprender mejor los conceptos teóricos y para que alumnos exploren las relaciones causa-efecto aplicando el método científico en una realidad controlada, estos métodos no sirven por sí solos para que los estudiantes desarrollen las destrezas necesarias para manejarse adecuadamente en un laboratorio. Estas competencias básicas incluyen, entre otras, el reconocimiento y manejo adecuado del material de laboratorio, interpretar y seguir un protocolo experimental, escoger el material adecuado para realizar cada experimento, calibrar los instrumentos de medida, realizar anotaciones en un cuaderno de laboratorio, representar gráficamente los resultados e identificar las fuentes de error para implementar mejoras en el protocolo experimental utilizado.

Desde el curso 2017-2018, los miembros de nuestro equipo venimos desarrollando en el marco de la docencia de la asignatura Complementos de Formación Disciplinar (Física y Química) del Máster Universitario en Profesorado de la Universidad de La Rioja una serie de actividades prácticas orientadas a la formación de los alumnos en el uso de los sensores de los dispositivos móviles (teléfonos y tabletas) como herramientas para el desarrollo de prácticas de Física y Química (Enriquez, 2020). Dadas las medidas de contingencia debidas a la pandemia de COVID-19, todas las actividades docentes del Máster, con excepción de las prácticas de laboratorio y el Prácticum del Máster, se realizaron en la modalidad de enseñanza en línea. Además, como en nuestro grupo un número elevado de alumnos no residen en poblaciones cercanas a Logroño (16/24 alumnos) habilitamos la posibilidad de que éstos hicieran las prácticas en forma presencial o remota.

Dentro de este contexto donde no es viable la formación presencial, nos planteamos la instrucción de nuestros alumnos en la enseñanza práctica a través de un entorno virtual. A esta actividad la hemos denominado *rtqf gew'gPENc WuVi C4*. Aunque en esta actividad utilizamos la herramienta BLACKBOARD

COLLABORATE que forma parte disponible en el Campus Virtual de la Universidad de La Rioja, puede extenderse fácilmente a otros entornos como los que propocionan Teams, Zoom, etc. En el proyecto pretendemos trasladar al entorno virtual la complejidad de la docencia experimental haciendo hincapié en: (i) la puesta a punto de un protocolo experimental para determinar el valor del observable, (ii) la adaptación del protocolo en función de los recursos materiales disponibles, (iii) la influencia del error en las mediciones, (iv) el análisis de los datos obtenidos y su representación gráfica y (iv) la discusión de los resultados incluyendo propuestas de mejora del protocolo experimental y su adaptación a la realidad del grupo de trabajo.

2. Objetivos

El proyecto eNCLaUsTRa2 pretende:

1. Trasladar al entorno virtual y evaluar un ejemplo de docencia práctica de las Ciencias Experimentales, que fomente la interacción con el profesor responsable de las prácticas, el trabajo autónomo de los alumnos, la colaboración entre ellos y la reflexión focalizada no sólo en los resultados sino en el diseño y la adquisición de destreza experimental.
2. Introducir a los futuros docentes una herramienta de enseñanza-aprendizaje basada en la comunicación en línea síncrona, que permite compartir durante la sesión de laboratorio recursos docentes, colaborar con agentes externos (otros profesores, investigadores o grupos de estudiantes), o realizar experimentos adaptados a las necesidades específicas de cada centro educativo y/o grupo de alumnos.
3. Introducir la utilización de plataformas online como PADLET, que permiten trasladar el trabajo colaborativo presencial habitual en el aula a un entorno virtual.
4. Mejorar la formación científico-tecnológica del profesorado de secundaria mediante el uso de dispositivos móviles como el *u o ctvrj qpg* en la docencia práctica de la Física y de la Química y en el manejo de aplicaciones gratuitas que permiten utilizar los sensores del teléfono móvil para realizar experimentos.

3. Desarrollo de la innovación

eNCLaUsTRa2 es un taller online experimental que se desarrolla dentro de las actividades experimentales de la asignatura Complementos para la Formación Disciplinar en Física y Química del Máster de Formación de Profesorado de la Universidad de La Rioja. La asignatura de Complementos de Formación se imparte en el formato semipresencial, distribuyéndose la carga docente en 2 horas presenciales, 2 horas de docencia síncrona y 2 horas de actividades asíncronas por semana durante el primer semestre. A la docencia práctica de la Física se le dedican las cuatro últimas semanas del curso.

El proyecto eNCLaUsTRa2 nace de la necesidad de adaptar un taller, que en cursos anteriores se realizaba en un formato presencial, a las medidas adoptadas en la Universidad de la Rioja para la prevención del Covid-19 y las restricciones de movilidad que afectaban tanto al alumnado como a los miembros del equipo. Además, se nutre de la experiencia de M Larriva y JA Martínez en el desarrollo de actividades de difusión de la Ciencia y *Rwlrke'Gpi ci go gpv'y kj 'Uekpeg* en entornos virtuales adquirida durante el confinamiento (IF OXFORD, 2020). La primera edición del taller eNCLaUsTRa2 se desarrolló a través del Campus Virtual de la UR en diciembre de 2020, conectándose los alumnos desde casa y los miembros del equipo desde su lugar de trabajo. En el taller participaron 19 de los de 24 alumnos matriculados en la asignatura

en el curso académico 2020-21 y sus opiniones sobre el taller fueron recogidas mediante una encuesta de evaluación online.

La primera edición de eNCLaUsTRa2 se desarrolló en dos sesiones: una primera sesión pregrabada – Sesión 1 o pre-estreno – que se difundió entre los estudiantes del máster de profesorado 5 días antes de la celebración del taller síncrono online o Sesión 2. Ambas sesiones se describen a continuación.

3.1 Pre-estreno de eNCLaUsTRa2 (Sesión 1)

El pre-estreno de eNCLaUsTRa2 (Figura 2) consistió en el visionado de un video de aproximadamente 7 min de duración en el que un miembro del equipo hizo una introducción al taller, presentando la práctica a realizar en la sesión síncrona y la aplicación de uso libre PHYSICS TOOLBOX SUITE junto a unas breves instrucciones para su descarga e instalación en el *uo ctvj qpg*. PHYSICS TOOLBOX SUITE es la aplicación utilizada por el equipo de trabajo en ediciones anteriores del máster de profesorado (Enriquez, 2020). En el video se propusieron además un total de tres tareas que los alumnos debían completar antes de la celebración del taller online.



Hkí 04<Glgó r nq'f gréqpvplf q'rt gugpvcf q'f wt cpvg'ic 'Uguk>p'3'f g'gPENc WuVTc40Ganc 'uguk>p'kvt qf wexqt k' "eqpukuk>"gp'ic" xkwrk/c ek>p'f g'wp'lt g'g'xlf gq'f qpf g'ug'r'lf g'c'nc'no pcf q's'wg'eqo r'ng'5'ict gcu'c'pvgu'f g'ic 'uguk>p'ufpet qpc' "Uguk>p'4-0

La primera tarea propuesta consistió en la visualización del video “*Uo ctvj qpg'Ur gev queqr }*” publicado por *Vj g'Tq/cn/Uqekv' q'hEj go kat }* (RSC) en su canal de Youtube (RSCYoutube, 2021). La realización de esta colorimetría constituye, como veremos, el núcleo de la Sesión 2. Pero no adelantemos acontecimientos. A la hora de seleccionar este experimento en concreto, el equipo se apoyó en su experiencia previa coordinando un laboratorio en remoto en el IES Santa Eugenia de Madrid para alumnos de 1º de Bachillerato con la supervisión presencial de su profesora de Física y Química (STEM Santa Eugenia). En el video de la RSC se explica el protocolo experimental, que puede descargarse desde el mismo enlace, para medir cambios de concentración en diferentes disoluciones preparadas a partir de zumos comerciales utilizando un *uo ctvj qpg* como medidor de luz gracias a la aplicación PHYSICS TOOLBOX SUITE.

Para completar la segunda tarea, los alumnos de máster tuvieron que conseguir el material necesario para replicar el experimento durante la Sesión 2, a la que asistirán en remoto, conectados desde su casa. Aunque suene sencillo, encontrar exactamente el mismo material que se muestra en el video no es trivial. Hay que considerar que los alumnos sólo disponían de unos días para completar esta peculiar lista de la compra y que muchos de ellos sólo podrían contar con lo que pudieran encontrar en casa. Por ejemplo, adquirir en nuestro país el concentrado de zumo de grosella que aparece en la demostración, muy popular en el Reino Unido e Irlanda, no es fácil. La solución que nosotros propusimos es la utilización de un colorante alimentario líquido, pero existen otras opciones. Las alternativas que existen en el mercado para el resto del material utilizado en la práctica como, por ejemplo, los filtros (celofán o acetato), los vasos (material, centilitros y forma) o incluso el tipo de linterna (bombilla incandescente o tipo LED) son susceptibles de despertar más de una reflexión en los estudiantes.

En base a esto, la búsqueda de soluciones frente a estas potenciales complicaciones logísticas/de elección es la esencia de la última tarea planteada en el pre-estreno. Esta tercera tarea anima a los estudiantes a sustituir total o parcialmente el material empleado en el video de la RSC con la condición de que, si lo hacen, optimicen el protocolo en consecuencia y compartan con sus compañeros y miembros del equipo todas las modificaciones introducidas, así como su impacto potencial en la medición y en la variabilidad de los resultados.

3.2 Sesión síncrona (Sesión 2)

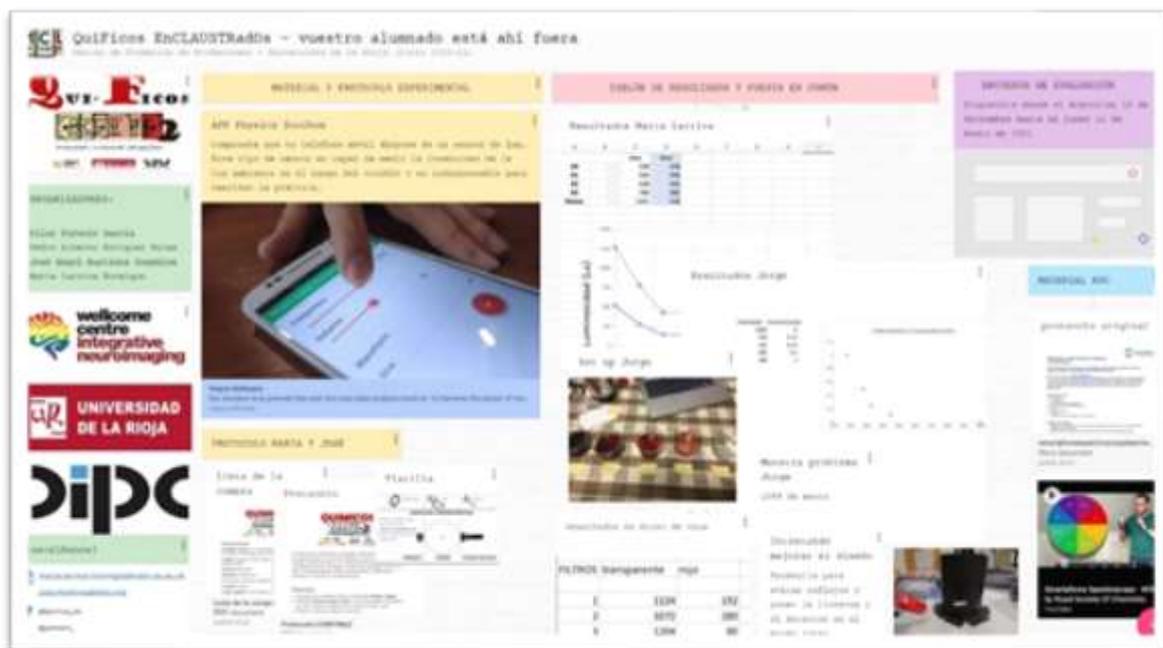
La parte experimental del proyecto eNCLaUsTRa2 se desarrolló de manera síncrona a través de la plataforma virtual BLACKBOARD COLLABORATE de la Universidad de La Rioja y tuvo una duración de 2 horas (de 18:00 h a 20:00 h). A esta sesión se conectaron en remoto los 5 miembros del equipo de trabajo y 19 alumnos (el 79% de los matriculados en la asignatura).

El contenido de esta Sesión 2 se organizó en tres bloques: un primer bloque introductorio que sirvió para valorar el grado de consecución de las tres tareas planteadas en el pre-estreno de eNCLaUsTRa2. Durante este bloque pudimos comprobar cuántos alumnos habían visto el video de pre-estreno y, de éstos, cuántos el video de la RSC (tarea 1). Además, abrimos el debate para compartir las dificultades que los alumnos encontraron para completar la lista de la compra (tarea 2) y comentar las potenciales adaptaciones del protocolo derivadas de la selección de dicho material (tarea 3).

Durante el segundo bloque, se pidió a los alumnos que realizaran el experimento a la vez que un miembro del equipo realizaba y transmitía la práctica a través de BLACKBOARD. Aquellos alumnos que no pudieron conseguir el material a tiempo y, por tanto, realizar la práctica desde casa, pudieron visualizarla y escuchar la explicación en directo. Mientras, los otros miembros del equipo mantuvieron una interacción activa con los estudiantes a través el chat, respondiendo dudas y comentarios a tiempo real.

El último bloque de esta Sesión 2 se dedicó a la puesta en común de las experiencias individuales: se discutieron las medidas obtenidas, las dificultades encontradas bien para realizar la práctica o bien para seguirla a través de la pantalla compartida en BLACKBOARD y las posibles fuentes de error que explicarían la variabilidad observada en los resultados. En este último bloque, se fomentó la participación de los estudiantes utilizando el micro preferentemente sobre el chat y se les animó a dejar la cámara encendida, siguiendo el ejemplo de los miembros del equipo, para tratar de mantener su nivel de implicación en la sesión.

Otra herramienta fundamental utilizada en la Sesión 2 es PADLET. Este muro colaborativo fue el espacio virtual común donde compartir recursos e intercambiar información. A través de PADLET se proporcionó a los alumnos la lista de material, nuestro protocolo modificado de la práctica (adaptado del video de la RSC) y un esquema del diseño experimental. También se compartieron las mediciones realizadas por el equipo durante la sesión y se habilitó un espacio para que los alumnos compartieran fotos de su montaje experimental, medidas hechas con su *u o ctvrj qpg* y resultados. Por último, también compartimos a través de PADLET la encuesta de evaluación anonimizada diseñada con Online Surveys (JISC). El muro colaborativo sigue activo a día de hoy para que sea utilizado por los participantes del taller como herramienta online de referencia durante su desempeño docente (Figura 3).



Hki 05<Owt q'f g'RCF NGV'whk'cf q'f w'cpvg'rc 'Ugub'p'4'r'ctc'ego r'ct'kt 'o q'f h'kecekppgu'gp'g'it'rt'qv'eqry. 'rcu'r't'qr'wguc'u'f'g'o'ql'ctc. 'rc' g'pewguc'f'g'g'x'c'm'c'ek'p. 'h'p'qu'f'g'it'f'k'g' q'g'z'r'g't'k'o'g'p'v'n'o'g'f'k'c'u'f' 'y'g'u'w'nc'f'qu'0'

4. Resultados

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto eNCLaUsTRa2 propone adaptar un experimento de laboratorio de un entorno presencial - donde normalmente existe una alta interacción alumnado-docente y entre los propios alumnos - a un entorno virtual, donde, además de realizarse las mediciones experimentales utilizando el *uoc'tw'j'qpg* como un instrumento científico más, se fomenta la participación, la co-creación de recursos y la discusión crítica del procedimiento experimental y de los resultados.

En las secciones siguientes presentaremos los resultados derivados de las observaciones realizadas por el equipo de trabajo durante el desarrollo del taller, así como de los datos recogidos a través de la encuesta online de evaluación y los recursos compartidos y creados en PADLET.

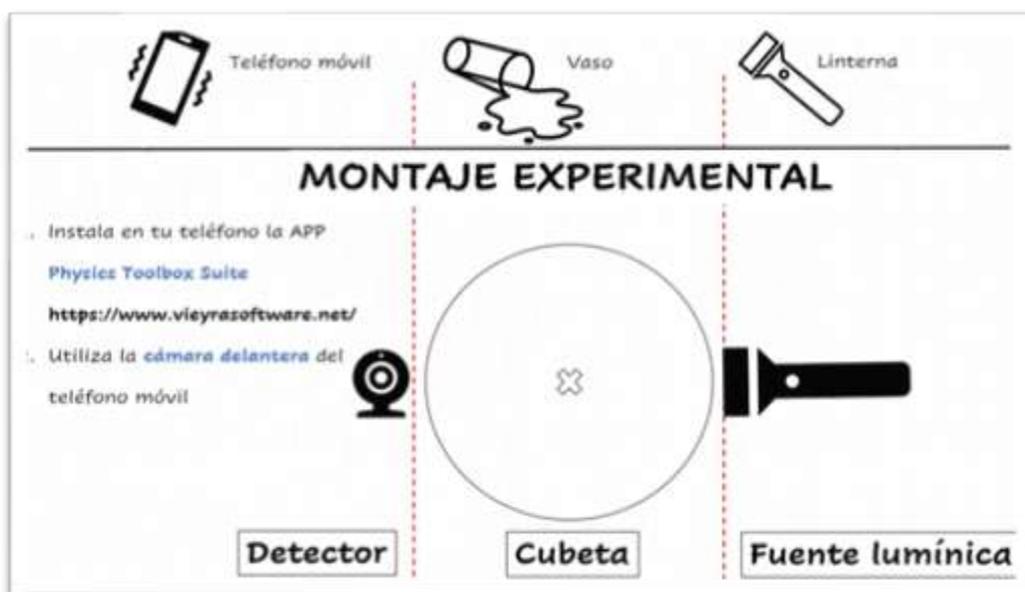
4.1 Observaciones durante la sesión síncrona (Sesión 2).

Al principio de la sesión, nos interesamos por la opinión de los alumnos sobre el video de pre-estreno (Sesión 1). La mayoría de los asistentes confirmó haber visto el video introductorio y lo valoraron de manera muy positiva. Asimismo, en esta primera parte de la sesión, les preguntamos por las dificultades encontradas a la hora de descargar en su *uoc'tw'j'qpg* la aplicación PHYSICS TOOLBOX SUITE, sobre la claridad con la que en el video se explican las tres tareas propuestas y sobre las dificultades que tuvieron para completarlas.

Respecto a la visualización del video de la RSC (RSCYoutube, 2021), o tarea 1, la mayoría de los que vieron el video no tuvieron problemas para seguir ni la explicación ni el protocolo que acompaña a este video (ambos en inglés). Además, todos los asistentes a la sesión habían intentado descargar la aplicación antes de la misma. Un alumno mencionó el hecho de que su teléfono móvil no era compatible con este software, por lo que estaba utilizando otro dispositivo proporcionado por un familiar.

A continuación, nos interesamos por las dificultades para encontrar el material utilizado en la práctica (tarea 2) y las posibles modificaciones introducidas en el protocolo experimental (tarea 3). En este punto, la participación de los alumnos se fomenta animándoles a utilizar el micro y a encender la cámara para mostrar el material del que disponen. Si bien algunos alumnos declararon no haber tenido tiempo para encontrar todo el material (entre el pre-estreno y la sesión síncrona pasaron sólo 5 días), todos habían pensado alternativas al zumo concentrado de grosella: desde el uso de colorantes alimenticios líquidos de distintos colores a la utilización de productos de la tierra como son el vino o el mosto rojo. En el video de la RSC se emplea un filtro verde, color complementario al característico púrpura del zumo de grosella usado en el experimento. Algunos estudiantes concluyeron acertadamente que cambiar la naturaleza del colorante podría afectar a la elección de color del filtro utilizado en la medición e incluyeron esta modificación en su protocolo experimental, tal y como se les pidió para completar la tarea 3.

Después de revisar el grado de consecución de las tres tareas planteadas en el pre-estreno (muy satisfactorio), uno de los integrantes del equipo pasó a realizar la práctica en directo a través de BLACKBOARD. En la Figura 4 se muestra un esquema del montaje experimental, compartido con los asistentes a través de PADLET. El protocolo utilizando por el equipo, una adaptación original, también se compartió en PADLET y está disponible bajo demanda. En este momento se pidió a los alumnos participantes que realizasen la práctica al mismo tiempo desde sus casa o, en caso de no disponer del material, que observasen el procedimiento y planteasen sus dudas y comentarios a través del chat, atendido por el resto de integrantes del equipo, para no interrumpir las explicaciones dadas durante la realización de la práctica en directo.



Hli 06'<O qpv'lg'gzr gt ko gpc'ri'w'w'k'cf q'gp'rc'Uguk»p'4''

Las preguntas más frecuentes respondidas tanto durante la realización de la práctica (a través del chat) como en la puesta en común posterior (en la que se les vuelve a animar a utilizar el micro) hicieron referencia al método de preparación de la disoluciones seriadas (protocolo del equipo), la utilización de filtros de distintos colores, incluyendo uno transparente a modo de blanco, los problemas relacionados con la dispersión de la luz y la variabilidad debida a la dificultad para alinear correctamente la linterna y la cámara del *uo ctvrj qpg'etc*. Muchas de estas cuestiones fueron resueltas por los alumnos, aportando sus propias soluciones.

La sesión no estuvo exenta de complicaciones que también se abordaron en grupo. Uno de los alumnos que sí se había descargado la aplicación en su teléfono, comprobó a la hora de medir que su *w octvj qpg*"no disponía del sensor de luminosidad. Si bien no puedo trabajar con sus propios datos, utilizó los obtenidos por el miembro del equipo que hizo la práctica en directo, compartidos a través de PADLET.

Por último, se representaron gráficamente y se discutieron los datos obtenidos. La mayoría de los alumnos compartieron sus gráficas y destacaron la dificultad de obtener medidas consistentes, aunque todos observaron en sus datos la tendencia esperada (una mayor concentración de colorante se relacionó con una luminosidad más baja). Sin embargo, observamos cierta reticencia a compartir los resultados negativos. El equipo de eNCLaUsTRa2 trabaja para minimizar estos comportamientos, muy habituales en el aula, y consecuencia de una enseñanza en la que los experimentos sólo proporcionan respuestas cerradas y los resultados negativos son la consecuencia de una mala praxis. Entendemos que es necesario minimizar la resistencia del alumnado a compartir resultados negativos, en tanto en cuanto éstos no son necesariamente el resultado de una mala praxis, sino de las limitaciones del diseño experimental o de la falta de habilidad del experimentador, que sólo puede mejorar con la práctica. En definitiva, los resultados negativos son parte de la experiencia científica y no deben esconderse sino integrarse dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

4.2 Encuesta de evaluación post-sesión

Al finalizar la Sesión 2, se envió a los participantes un cuestionario de evaluación online creado en JICS y cuyo enlace también se compartió en PADLET. 11 de los 19 asistentes al taller completaron la encuesta de forma anónima y voluntaria, teniendo la opción de dejar preguntas sin contestar. Las respuestas al cuestionario están recogidas en la Tabla 1.

Encontramos que la mitad de los encuestados habían asistido a talleres de formación online con anterioridad y que una mayoría de ellos (72%) nunca había utilizado PADLET. Como hemos visto, PADLET es una herramienta de colaboración que es esencial para la dinámica de eNCLaUsTRa2 y así lo percibieron nuestros estudiantes. El material creado y compartido a través de esta plataforma fue valorado muy positivamente (4 puntos sobre 5).

Como el taller eNCLaUsTRa2 se divide en dos sesiones, la encuesta incluyó preguntas específicas para evaluar ambas (Tabla 1). Así, los encuestados calificaron globalmente la utilidad del video introductorio con un 8,2 (Sesión 1). Respecto a las tareas planteadas en esa grabación, más de 2/3 de los encuestados pudo ver el video de la RSC (RSCYoutube, 2021) y sólo un 20% confesó haber tenido dificultades para seguir la explicación, aunque no es posible saber si fue debido al idioma (inglés, con un reconocible acento irlandés) o al contenido científico, puesto que no se preguntó por los motivos concretos. Respecto a la tarea de conseguir el material necesario antes de la sesión síncrona (tarea 2), algo menos de la mitad de los encuestados (46%) tuvo todo listo a tiempo. Aproximadamente 1/3 señaló la falta de tiempo como la causa principal para no poder completar esta tarea, algo que esperamos corregir fácilmente en futuras ediciones.

La Sesión 2 de eNCLaUsTRa2 se realizó en BLACKBOARD, una plataforma en la que el equipo trató de reproducir virtualmente el entorno de trabajo y el ambiente colaborativo que normalmente existe entre los docentes y el alumnado durante las prácticas de laboratorio presenciales. Los encuestados valoraron positivamente ese esfuerzo y calificaron la interacción a través de la plataforma con un 8,0 (Tabla 1). Además de la interacción con los miembros del equipo, los encuestados valoraron como "adecuada" la duración del taller, aunque un 37% hubiese preferido tener más tiempo para discutir y poner los resultados en común.

Preguntas	Respuestas
¿En cuántos talleres similares a eNCLaUsTRA2 has participado desde marzo de 2020?	Para el 50% de los alumnos fue el primer taller práctico online al que asistían entre marzo y diciembre de 2020
Respecto al uso de PADLET:	El 72% de los alumnos NO lo conocían
Pre-estreno (Sesión 1)	
Valora de 0 a 10 (0 totalmente inútil, 10 indispensable) el video presentación del taller que se os hizo llegar unos días antes de la sesión síncrona.	8,2
Respecto al primer reto planteado en el video de presentación (visualización de la práctica en el canal de Youtube de la RSC).	<ul style="list-style-type: none"> • 55% de los alumnos pudieron ver el video antes del taller y seguir la explicación sin problemas • 18% vieron el video pero tuvieron dificultades para seguir la explicación (en inglés) • 27% no vieron el video antes de la Sesión 2
Respecto a la segunda tarea propuesta en el video:	<ul style="list-style-type: none"> • Vwxg'w'f'q'h'aa'c'w'go'r'q'r'q's'w'g'p'q'p'ge'g'u'k'2'eqo'r't'c't'p'c'f'c' (19%) • Vwxg'w'f'q'h'aa'c'w'go'r'q'c'w'p's'w'g'p'ge'g'u'k'2'w'c'nt'c'eqo'r't'c't'c'ni'w'p'c'u'eq'u'c'u' (27%) • P'q'r'w'f'g'w'g'p't'w'g'w'f'q'h'aa'c'w'go'r'q'r'q's'w'g'p'q'g'p'e'q'p'w'2'r'c't'w'g''f'g'i'o'c'v'g't'k'c'n' (27%) • P'q'o'g'f'k'w'go'r'q'c'w'g'p't'w'g'w'f'q'h'aa'c'g'p'w'p'r'w'q'w'p'c'w'w'c'f'q' (27%)
Práctica a través de Blackboard (Sesión 2)	
Valora de 0 a 10 (0 muy deficiente, 10 excelente) la interacción con los ponentes durante la actividad a través de Blackboard.	8,0
En cuanto a la duración, el taller te ha parecido:	<ul style="list-style-type: none"> • Eq'tt'gev'q'r'g't'q'o'g'f'w'k'g't'c'i'w'w'c'f'q'w'g'p'g't'o'a'w'go'r'q'r'c't'c'rc''f'k'w'w'k'p'f'r'w'g'w'c'g'p'eqo'À'p'f'g'w'qu't'g'w'w'c'f'q'u' (37%) • Cf'gew'f'q' (63%)
Valora de 1 a 5 (1 muy deficiente, 5 excelente) el material proporcionado y creado a través de PADLET.	4,0
Respecto a la relevancia de la práctica de colorimetría y su relación con el currículo de tus futuros alumnos:	Todos los participantes excepto 1 la consideran adecuada para alumnos de segundo ciclo de ESO y de Bachillerato.
¿Valora incluir la realización de prácticas online en tus futuras programaciones didácticas?	<ul style="list-style-type: none"> • U'w'o'g'r'c't'g'eg'w'p'c'w'f'g'c'o'w'f'w'p'v'g't'g'uc'p'v'g' (46%) • U'w'r'g't'q'w'w'w'g'p'D'e'ej'k'ng't'c'w'q' (9%) • P'q'w'g'w'g'g'u'r't'q'p'w'q'r'c't'c'f'g'el'f'k't' (36%) • P'q'p'q'w'g'p'g't'g'e'q't't'k'f'q'o'a'u'c'ni'f'g'nr'eq'p'l'k'p'c'o'k'g'p'w'q' (9%)
Nota global de eNCLaUsTRA2:	8,5
Lo que más te ha gustado:	La dinámica del taller, la rapidez de experimento y el uso de PADLET
¿Te parecería interesante que se celebrasen nuevas ediciones del taller eNCLaUsTRA2 dentro del Máster de Profesorado?	10 de los 11 participantes en la encuesta respondieron afirmativamente

Respecto al experimento, una colorimetría usando su *u o c t w j q p g* a modo de detector, todos los encuestados excepto uno consideraron que la práctica podría encajar dentro del currículo de Física y Química en Educación Secundaria (Tabla 1). Tanto es así que un 46% de los encuestados consideraron interesante incluir la realización de prácticas online en sus futuras programaciones didácticas.

En definitiva, el taller eNCLaUsTRa2 consiguió una valoración global de 8,0. Además, los encuestados consideraron “una idea interesante” la propuesta de realizar futuras ediciones del taller dentro del Máster de Profesorado. Los encuestados también destacaron la rapidez con la que se realizó el experimento y la dinámica del taller, centrado principalmente en mantener una participación activa y sostenida a lo largo de toda la sesión en BLACKBOARD y fomentar la colaboración a través de PADLET, objetivos que parecen cumplidos a tenor de las respuestas.

5. Conclusiones

- El proyecto eNCLaUsTRa2 presentado en esta comunicación es un ejemplo de cómo trasladar a un entorno virtual una práctica experimental sin perder las dinámicas de interacción, trabajo individual y colaboración entre el alumnado que existen normalmente en los laboratorios de prácticas presenciales. "
- Dos herramientas clave para garantizar la interacción continua y el trabajo colaborativo durante la sesión sincrónica del taller fueron las plataformas BLACKBOARD COLLABORATE y PADLET. BLACKBOARD resultó ser un entorno virtual robusto para conectar entre sí a los participantes del taller, ubicados en distintas localizaciones geográficas durante la sesión sincrónica. A través de BLACKBOARD se pudo compartir imagen y sonido en directo y se mantuvo una comunicación fluida a través del chat mientras uno de los miembros realizaba el experimento en directo. La utilización de esta plataforma junto con un muro colaborativo diseñado en PADLET, en el que se compartieron recursos creados tanto por los miembros del equipo como por los propios estudiantes, fue muy eficaz para garantizar el trabajo colaborativo online. Además, PADLET fue valorado muy positivamente por los alumnos a través de la encuesta de evaluación.
- La práctica realizada, una colorimetría adaptada del canal de You Tube de la RSC (RSCYoutube, 2021), sirvió para que los alumnos del Máster de Profesorado valoraran el uso del *u o c t w j q p g* como un instrumento de laboratorio susceptible de ser incorporado en sus futuras programaciones docentes gracias al uso de aplicaciones científicas de uso libre como PHYSICS TOOLBOX SUITE.
- El uso combinado de BLACKBOARD y PADLET abriría la posibilidad de llevar a cabo sesiones prácticas en los propios centros educativos dirigidas por los docentes en las que pudieran intervenir expertos ubicados en cualquier parte del mundo (investigadores, otros profesores, etc.), disponiendo tan solo de una conexión a internet. Otra de las potenciales aplicaciones de este combo de herramientas utilizadas en eNCLaUsTRa2 sería la realización de prácticas de laboratorio adaptadas para ser realizadas en otros escenarios fuera del centro educativo cuando la situación de los alumnos así lo requiera. Más allá del contexto de cierre total o parcial de las escuelas impuesto por el confinamiento, existen otros escenarios posibles en los que los docentes y el alumnado no compartan el mismo espacio. Hablamos, por ejemplo, de alumnos convalencientes o en situaciones de hospitalización domiciliaria que podrían realizar prácticas de Física o de Química adaptadas desde su casa, equivalentes a las realizadas por su compañeros en el aula, utilizando su teléfono móvil y conectados a Internet. Sería interesante también proponer el desarrollo de talleres como eNCLaUsTRa2 para la formación de profesores que desempeñen su labor en aulas hospitalarias, donde además tengan cabida las adaptaciones curriculares oportunas.

En definitiva, si bien es cierto que el proyecto eNCLaUsTRa2 surge en un tiempo excepcional - que ójala no se repita - y ha sabido hacer de la necesidad virtud, la docencia en sus modalidades online, sola o en combinación con la docencia presencial, lo que se conoce como modalidad híbrida, ha llegado para quedarse. En este sentido, incluir talleres prácticos virtuales como eNCLaUsTRa2 con una fuerte componente interactiva dentro de los másteres de formación de profesorado puede ser una herramienta muy útil para la formación del futuro profesorado de secundaria que podrían incorporar lo aprendido en su práctica docente.

6. Referencias

BLACKBOARD COLLABORATE. Blackboard Inc. (2021).

ENRÍQUEZ, P. A., PUYUELO, M. P., GUALLAR, F. J., LARRIVA, M. Y, MARTÍNEZ, J. A. (2020). "Formación de profesorado: el smartphone en la docencia práctica de la Física" en *EKKP'GF'W'4242'6y' 'k'vgt'pc'v'qpc'rt'X't'w'cr'Eq'p'lt'g'p'eg'qp'G'f'w'ec'v'qpc'rt'g'ug'ct'ej' "* *cpf' 'k'p'qxc'v'q'p'*. Madrid, Adaya Press, 2020.p. 81-82. <<http://www.civinedu.org/wp-content/uploads/2020/11/CIVINEDU2020.pdf>> [Consulta: 28 de marzo de 2021].

IF OXFORD Science + Ideas Festival (2020), "*Uj'cng'q'wt'd'qpf'u'wr'c'pf'f'c'p'eg'h'ng'y'c'vgt'*" <<https://if-oxford.com/event/shake-your-bonds-and-dance-like-water/>> [Consulta: 28 de mayo 2021].

JICS. *Q'p'k'p'g'U'w'x'g'f'u'0'*><https://www.onlinesurveys.ac.uk/>[Consulta: 28 de marzo de 2021].

LEWIS, D. (2020) "Why Schools probably aren't COVID hotspots" *gp'P'c'wt'g'*, vol. 587, issue 5, p. 17.

OCDE. (2020). *U'ej'q'q'it' 'G'f'w'ec'v'q'p' "f'v't'k'p'i' " 'E'Q'X'K'F'/'3; 'z' 'Y'g't'g' "w'g'ej'g't'u' "c'p'f' "u'w'f'g'p'u' "t'g'c'f'{'A'k'U'c'p'k'ij' " 'E'q'w'p't'{' "p'q'v'g'u' "* <<http://www.oecd.org/education/coronavirus-education-country-notes.htm>> [Consulta: 20 de marzo de 2021]."

PADLET. Wallwisher Inc. ><https://es.padlet.com/>@(2021).

PhET INTERACTIVE SIMULATIONS. PhET™, Universidad de Colorado (2021).

Physics Toolbox Apps por Vieyra Software (2021) <<https://www.vieyrasoftware.net/?lang=es>> [Consulta: 27 de marzo de 2021].

Portal oficial de la UNESCO sobre el impacto de la COVID-19 en la educación <<https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>> [Consulta: 15 de marzo de 2021].

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY (RSC), The. *'E'c'p'c'r'if'g'f'q'w'w'd'g' "* ><https://www.youtube.com/channel/UCRaqrYgbZAdqC1-tpG150Q>> [Consulta: 20 de marzo de 2021]."

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY (RSC), The. "Smartphone Spectroscopy". *[q'w'w'd'g' "* <http://www.youtube.com/watch?v=0954J_5NI88> [Consulta: 15 de marzo de 2021].

STEM Santa Eugenia. Portfolio de actividades STEM desarrolladas en el IES Santa Eugenia de Madrid <<http://www.iessantaeugenia.es/index.php/298-sin-categoria/stem-santa-eugenia/1447-stem-santa-eugenia>> [Consulta: 28 de mayo de 2021].