



Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de qualitat,
innovació i investigació en docència universitària.
Convocatòria 2019-20

Memorias del Programa de Redes-I³CE de calidad,
innovación e investigación en docencia universitaria.
Convocatoria 2019-20



Rosabel Roig Vila, R. (Coord.)
Jordi M. Antolí Martínez, Rocío Díez Ros, Neus Pellín Buades (Eds.)

Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de
qualitat, innovació i investigació en docència
universitària. Convocatòria 2019-20

Memorias del Programa de Redes-I3CE de
calidad, innovación e investigación en docencia
universitaria. Convocatoria 2019-20

Rosabel Roig-Vila (Coord.),
Jordi M. Antolí Martínez, Rocío Díez Ros & Neus Pellín Buades (Eds.)

Memòries de les xarxes d'investigació en docència universitària pertanyent al Programa Xarxes-I3CE d'Investigació en docència universitària del curs 2019-20 / *Memorias de las redes de investigación en docencia universitaria que pertenece al Programa Redes -I3CE de investigación en docencia universitaria del curso 2019-20*

Organització: Institut de Ciències de l'Educació (Vicerectorat de Qualitat i Innovació Educativa) de la Universitat d'Alacant/ *Organización: Instituto de Ciencias de la Educación (Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa) de la Universidad de Alicante*

Edició / Edición: Rosabel Roig-Vila (Coord.), Jordi M. Antolí Martínez, Rocío Díez Ros & Neus Pellín Buades (Eds.)

Comité tècnic / Comité técnico: Neus Pellín Buades

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

Primera edició: / *Primera edición:*

© De l'edició/ *De la edición:* Rosabel Roig-Vila , Jordi M. Antolí Martínez, Rocío Díez Ros & Neus Pellín Buades.

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

© D'aquesta edició: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / *De esta edición: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante*

ice@ua.es

ISBN: 978-84-09-24478-2

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. Dirijase 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

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

58. Lab-on-a-screen: Ludificación de experimentos en Química Inorgánica

M. Navlani García^{1,2}; D. Salinas Torres^{2,3}; Á. Berenguer Murcia^{1,2}; J. Fernández Catalá^{1,2}; J. Quílez Bermejo^{1,2}; E. M. Vilaplana Ortego¹; A. Vallés Botella⁴; O. Cornejo Navarro¹; I. Martínez Mira¹; R. Torregrosa Maciá¹; M. Molina Sabio¹; G. Alemany Molina^{1,2}

miriam.navlani@ua.es, david.salinas@ua.es, a.berenguer@ua.es, j.fernandezcatala@ua.es, javiq@ua.es, e.vilaplana@ua.es, andres.valles@ua.es, olga.cornejo@ua.es, isidro@ua.es, r.torregrosa@ua.es, m.molina@ua.es, gam29@alu.ua.es

¹Dpto. de Química Inorgánica, Universidad de Alicante

²Instituto Universitario de Materiales, Universidad de Alicante

³Dpto. de Química Física, Universidad de Alicante

⁴Servicio de Informática, Universidad de Alicante

RESUMEN

La presente Red de Innovación Docente trata sobre la elaboración de una herramienta online gracias a la cual el alumnado del Grado de Química pueda adquirir conocimientos y destrezas sobre el material de laboratorio y su clasificación, así como de algunas operaciones básicas de laboratorio de Química Inorgánica. La aplicación está vinculada al Campus Virtual de la Universidad de Alicante y cuenta con cuatro actividades principales, que recogen tres experiencias básicas de laboratorio de Química Inorgánica (i.e. destilación, calentamiento a reflujo y destilación a vacío) y una cuarta actividad de carácter más general, que consiste en identificar correctamente material de laboratorio.

Palabras clave: herramientas online, prácticas de laboratorio, gamification, e-learning.

1. INTRODUCCIÓN

La experiencia docente desarrollada en este trabajo está centrada en la elaboración de una herramienta online gracias a la cual el alumnado del Grado de Química pueda, de forma lúdica, adquirir conocimientos y destrezas sobre el material de laboratorio y su clasificación, así como de algunas operaciones básicas de laboratorio de Química Inorgánica y está, por tanto, basada en el concepto de formación online o “*e-learning*”, el cual está adaptado a los intereses de las nuevas generaciones (Littlejohn et al., 2008; Bayir, 2014; Gawlik-Kobylińska et al., 2020). Para desarrollar este proyecto, ha sido necesaria la participación de miembros del departamento de Química Inorgánica, los cuales han seleccionado los materiales de laboratorio que se han incluido y han diseñado las actividades que forman parte de la aplicación, y del servicio de informática de la Universidad de Alicante (UA), gracias al cual se ha podido elaborar satisfactoriamente la aplicación informática. La aplicación está vinculada al Campus Virtual de la UA, de manera que el alumnado pueda acceder usando sus credenciales de identificación de usuario (<https://web.ua.es/servicios/lab-on-screen/index.php>). La herramienta está diseñada para poder acceder desde diferentes dispositivos (ordenadores, teléfonos móviles y tabletas), facilitando así el acceso del alumnado a la misma. La aplicación cuenta con cuatro actividades principales, que recogen tres experiencias básicas de laboratorio de Química Inorgánica (i.e. destilación, calentamiento a reflujo y destilación a vacío) y una cuarta actividad de carácter más general, que consiste en nombrar correctamente material de laboratorio. El uso de la herramienta desarrollada sirve como estímulo para que el alumnado refuerce y/o adquiera conocimientos relacionados con la experimentación en los laboratorios de Química Inorgánica mediante el empleo de un entorno virtual de aprendizaje. Una vez que la herramienta ha sido diseñada y elaborada, ésta ha sido probada por el alumnado de la asignatura de Experimentación en Química Inorgánica del tercer curso del Grado de Química de la UA. Debido a su contenido y gran potencial como herramienta de aprendizaje para el alumnado de los diferentes cursos y grados de la Facultad de Ciencias, cabe esperar que la herramienta desarrollada se amplíe para abarcar experiencias de laboratorio que cubran contenidos más extensos y específicos. La experiencia docente fue evaluada mediante una encuesta con *Google Forms*. Los resultados de dicha encuesta han puesto de manifiesto el gran interés del alumnado por el empleo de entornos de aprendizaje online.

2. OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto han sido los siguientes:

1. Identificar las experiencias de laboratorio en las cuales los/las alumnos/as pueden encontrar mayor dificultad.
2. Diseñar una aplicación informática que permita al alumnado realizar experiencias básicas de laboratorio, inspirándonos en el método *e-learning*, empleando el concepto de ludificación (“*gamification*”).
3. Desarrollar la aplicación informática.
4. Implementar las experiencias de laboratorio online en la asignatura de Experimentación en Química Inorgánica.
6. Diseñar los procedimientos de evaluación de los conocimientos adquiridos por el alumnado con el uso de la herramienta online.
7. Evaluar los resultados obtenidos con el uso de esta metodología frente al procedimiento presencial.

3. MÉTODO

3.1. Descripción del contexto y de los participantes

La experiencia docente planteada en la presente Red de Innovación Docente se basa en el desarrollo

de herramientas online en forma de App gracias a la cual los/las alumnos/as del Grado de Química puedan adquirir y reforzar conocimientos y destrezas sobre el material empleado en los laboratorios de Química Inorgánica, así como de algunas operaciones básicas de laboratorio. La herramienta online desarrollada ha sido evaluada por el alumnado de la asignatura de EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA INORGÁNICA del tercer curso del GRADO DE QUÍMICA de la UA, la cual se ha impartido en el segundo cuatrimestre del presente curso académico 2019-2020 (fecha de inicio: 28/01/2020; fecha de finalización: 09/03/2020).

Los participantes de la presente Red de Innovación Docente pertenecen a los siguientes colectivos: PDI del departamento de Química Inorgánica y del Instituto Universitario de Materiales (Miriam Navlani García, Rosa Torregrosa Maciá, David Salinas Torres, Miguel Molina Sabio, Javier Quílez Bermejo, Javier Fernández Catalá y Ángel Berenguer), PAS del departamento de Química Inorgánica (Isidro Martínez Mira, Olga Cornejo Navarro y Eduardo María Vilaplana Ortego), PAS del Servicio de Informática (Andrés Vallés) y un estudiante del Grado de Química (Gabriel Alemany Molina), todos ellos pertenecientes a la UA.

3.2. Descripción del instrumento utilizado para la investigación o la evaluación de la innovación educativa

El instrumento empleado para la experiencia docente es una herramienta online que ofrece cuatro actividades, tres de ellas simulan montajes básicos de laboratorio (destilación, calentamiento a reflujo y filtración a vacío), y una cuarta experiencia, que consiste en nombrar material de laboratorio.

La experiencia docente fue evaluada mediante una encuesta con *Google Forms*, la cual contenía un total de 10 preguntas para evaluar el nivel de dificultad al que se había enfrentado el alumnado al realizar las actividades incluidas en la herramienta online, así como sobre el impacto que ha supuesto dicha herramienta en el aprendizaje del alumnado. Además, se incluyeron también preguntas abiertas para conocer qué aspectos concretos de la experiencia despertaban un mayor interés en el alumnado. Las preguntas formuladas en la encuesta fueron las siguientes: (1) ¿Has realizado todas las actividades de la experiencia docente?; (2) ¿Qué dispositivo has empleado para realizar la experiencia docente?; (3) Indica el nivel de dificultad de las cuestiones planteadas; (4) Indica el nivel de satisfacción con la experiencia docente; (5) Indica si la experiencia docente consigue despertar el interés por la asignatura; (6) ¿Ha mejorado tu capacidad de percepción del material de laboratorio y los montajes experimentales?; (7) ¿Te ha parecido interesante el poder utilizar dispositivos móviles para poder consultar el material de las prácticas?; (8) ¿Qué actividades incorporarías a esta experiencia?; (9) ¿Qué mejorarías sobre esta experiencia docente?; (10) ¿Consideras interesante aplicar este tipo de experiencias en las asignaturas del grado de química?.

3.3. Procedimiento

El procedimiento seguido en el desarrollo de la experiencia docente incluyó las siguientes fases:

- a) Identificación y diseño de las actividades a incluir en la herramienta online
- b) Preparación de las imágenes del material de laboratorio incluidas en la herramienta
- c) Elaboración de la herramienta online

Para el desarrollo de la aplicación de toma de muestras, teníamos que cumplir dos objetivos básicos: poder hacer uso de los recursos de la UA y que la identificación se realizara con la misma cuenta que usan los/as alumnos/as en UACloud (Intranet de la Universidad de Alicante). Esto nos limitaba el

poder hacer uso de herramientas externas, por las restricciones de alojarlas en los servidores de la UA. Por tanto, decidimos integrarlo en el gestor de contenido de la UA (Vualà). La aplicación se tendría que hacer en HTML, JavaScript y CSS. Vualà incluye además la posibilidad de controlar el acceso, por personas concretas, por grupos de trabajo o a todos los miembros de la Universidad. Esta última opción era la que necesitábamos, porque el objetivo era dar la dirección a un conjunto de alumnos/as o profesores/as y que realizaran las pruebas.

Comenzamos el desarrollo basándonos en 4 tipos de preguntas, aunque al final las dejamos sólo en 2:

- Una opción. Le ofrecemos un conjunto de entradas y sólo una es la solución del problema.
- Varias opciones. Le ofrecemos un conjunto de entradas y debe arrastrar una o varias para obtener el resultado que se pide.
- Ordenar. Le ofrecemos un conjunto de entradas y tienen que arrastrarlas todas de forma ordenada para obtener el resultado que se pide.
- Emparejar. Disponemos de un conjunto de entradas y tienen que arrastrar y emparejar con un conjunto de respuestas

Para poder gestionar estas preguntas no podíamos hacer uso de base de datos, ni contar con programación que la obtuviera de cualquier otra fuente, por las limitaciones de seguridad de Vualà. Por la sencillez de edición y gestión, hemos usado fichero JSON que se pueden llamar desde cliente JavaScript. Creamos una batería de preguntas para comenzar.

Para dar aspecto e interacción como si fuera una aplicación, estuvimos viendo algunas librerías JavaScript que se adaptaran muy bien a dispositivos móviles y tabletas. Nos decantamos por Quasar Framework por su sencillez, su aspecto tan parecido a las aplicaciones de móviles (material design) y porque está desarrollado con Vue.js, lo que nos permitía una gran interacción con el usuario (arrastrar y soltar, mensajes de aviso, informes en tiempo real, etc.).

Después de tener los primeros prototipos, nos dimos cuenta de que, con un ordenador o una tableta, la interacción era muy cómoda, pero que estaba muy limitado en los móviles, por su reducido tamaño de pantalla. Tuvimos que ampliar los gestos de estos dispositivos para permitir interactuar sin tener que arrastrar. Manteniendo pulsado un segundo encima de cualquier objeto, nos permite enviar el objeto a cualquiera de las cajas que estén disponible.

La aplicación del cliente ya la teníamos. Ahora teníamos que ver cómo recibíamos los datos. En Vualà contamos con un script para realizar un envío de correos. Al igual que antes no podíamos usar ninguna tecnología para guardar los resultados. Hicimos uso del script y ante la dificultad de luego gestionar esa información, los resultados se envían de una forma muy visual y después en forma de tabla para sea inmediato el traspasar el resultado a cualquier hoja de cálculo.

Ya teníamos todo el proceso:

- Generación de preguntas. Ficheros JSON, con dos tipos de preguntas
 - Aplicación web con identificación propia de la UA. Vualà con HTML, Vue.js, Quasar Framework y CSS
 - Recepción de los datos. Correo con formato adaptado a hoja de cálculo
- d) Implementación de la experiencia docente en la asignatura de Experimentación en Química Inorgánica

Los/as alumnos/as de dicha asignatura realizaron las 4 actividades de la herramienta online

durante una sesión de prácticas.

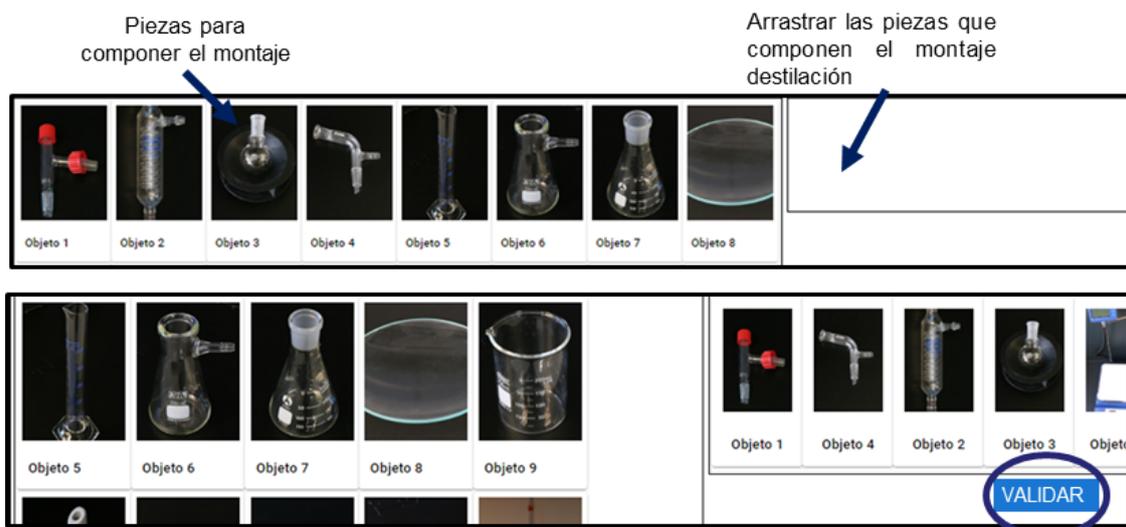
e) Elaboración del instrumento empleado para la evaluación de la experiencia docente

Se preparó una encuesta con *Google Forms*, la cual contenía preguntas sobre el nivel de dificultad de las experiencias propuestas, así como sobre el grado de satisfacción con la experiencia docente y su impacto en la mejora de la percepción del material de laboratorio y los montajes experimentales por parte del alumnado.

4. RESULTADOS

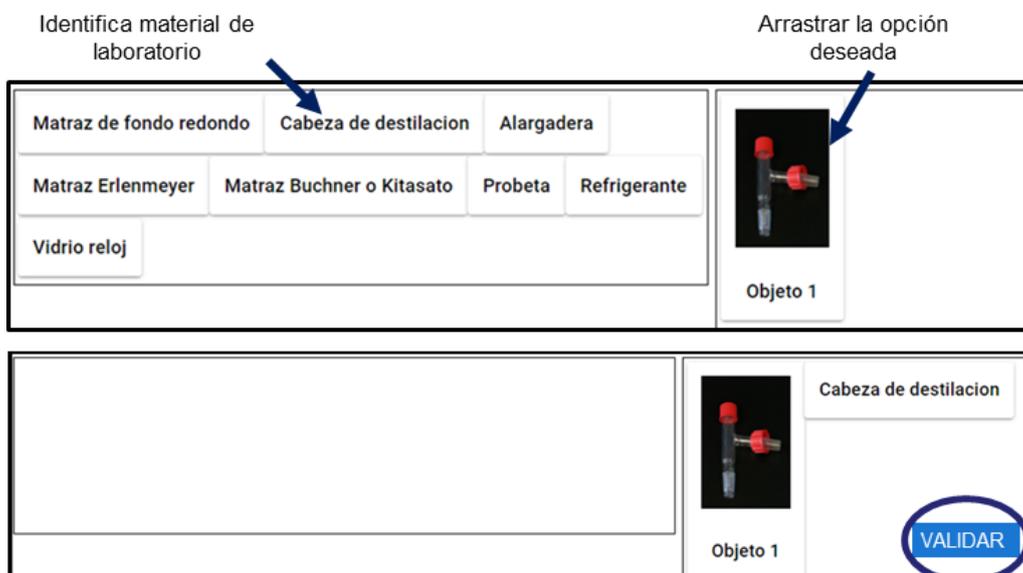
En este apartado se describe el contenido de la herramienta online desarrollada, así como los resultados de la evaluación de la experiencia docente mediante un cuestionario preparado con *Google Forms*. Con respecto al contenido de la herramienta, como ya se ha comentado anteriormente, tiene 4 actividades: 3 actividades que simulan la preparación de montajes experimentales de laboratorio (destilación, calentamiento a reflujo y filtración a vacío) y 1 actividad que consiste en nombrar correctamente material de laboratorio. Con respecto a las 3 primeras actividades, pueden llevarse a cabo realizando las siguientes etapas (ver Figura 1): a) seleccionar la actividad a realizar, b) seleccionar los objetos adecuados para el montaje, c) pulsar el botón “VALIDAR”.

Figura 1. Descripción del contenido de la actividad correspondiente al calentamiento a reflujo.



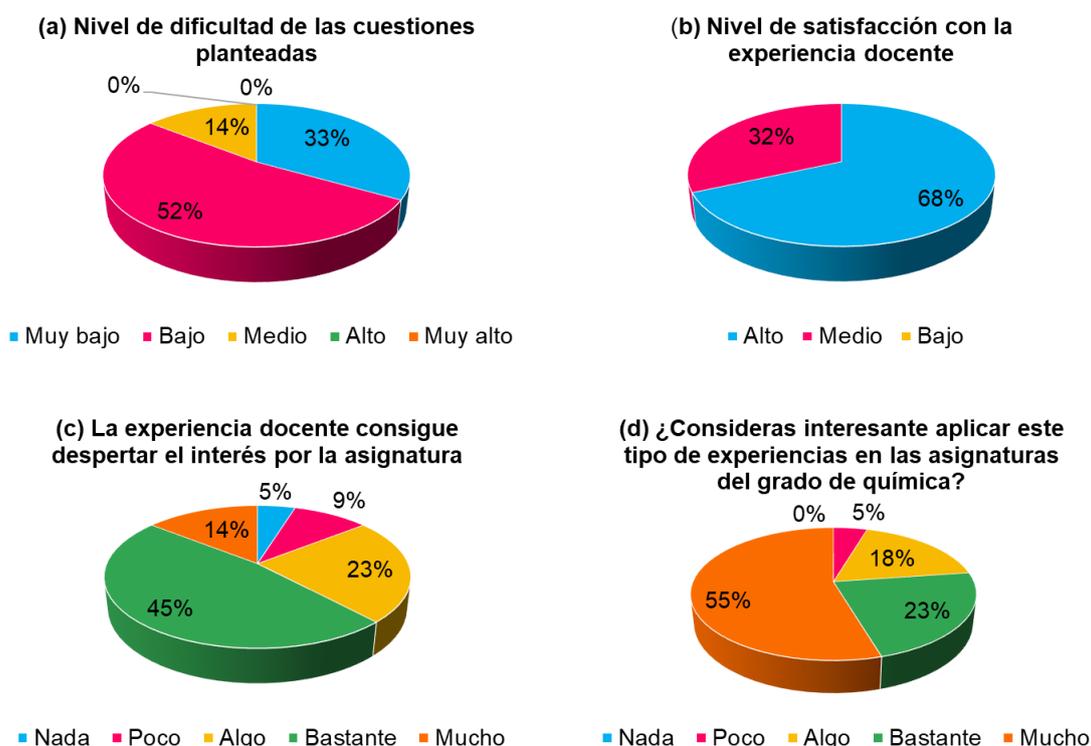
Con respecto a la cuarta actividad (nombrar material de laboratorio), los pasos a realizar son los siguientes (ver Figura 2): a) Iniciar la actividad, b) emparejar cada elemento con su nombre, c) pulsar el botón “VALIDAR”.

Figura 2. Descripción del contenido de la actividad correspondiente a la asignación del nombre del material de laboratorio.



Con respecto a los resultados de la encuesta, las respuestas de los/las alumnos/as pusieron de manifiesto el alto grado de satisfacción con la herramienta online desarrollada, así como la gran motivación por el empleo de herramientas para el empleo de entornos de aprendizaje online. La Figura 3 recoge un análisis de las respuestas a las preguntas más significativas del cuestionario.

Figura 3. Análisis de las respuestas a algunas de las preguntas más significativas incluidas en el cuestionario de evaluación de la experiencia docente.



Como se observa en los resultados recogidos en la Figura 3, el alumnado se mostró bastante satisfecho con la experiencia docente y, la gran mayoría de ellos/as, considera que sería muy interesante aplicar este tipo de experiencias en las asignaturas del Grado de Química.

5. CONCLUSIONES

La presente Red de Investigación docente se ha centrado en el diseño y preparación de una herramienta online que recoge actividades empleadas en el laboratorio de Química Inorgánica. En el contexto social actual, en el que todos empleamos las nuevas tecnologías en nuestra vida diaria, la implementación de las mismas en el entorno académico resulta bastante limitada. Además de los recursos usados en el aula, la creación de un elenco de herramientas interactivas, basadas en los principios del *e-learning*, constituye una importante novedad en la docencia universitaria en el área de la Química Inorgánica, permitiendo que el alumnado adquiera conocimientos de forma lúdica. La importancia de este tipo de herramientas es aún más destacable en el presente contexto educativo, en el cual la docencia no presencial ha adquirido gran importancia. Los resultados de la evaluación de esta experiencia docente han puesto de manifiesto que el alumnado muestra gran motivación por el empleo de entornos de aprendizaje online y que considera que el uso de dichas herramientas en otras asignaturas del Grado de Química podría ser también muy útil.

6. TAREAS DESARROLLADAS EN LA RED

PARTICIPANTE DE LA RED	TAREAS QUE DESARROLLA
1. Miriam Navlani García	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación de la red - Concepción y diseño de la experiencia docente - Preparación del material gráfico incluido en la herramienta online - Elaboración de los informes y memoria de justificación - Elaboración del instrumento de recogida de información para evaluar la experiencia educativa - Elaboración del material presentado en REDES-INNOVAESTIC 2020
2. David Salinas Torres	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de la experiencia docente - Elaboración del instrumento de recogida de información para evaluar la experiencia educativa - Elaboración del material presentado en REDES-INNOVAESTIC 2020
3. Ángel Berenguer Murcia	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de la experiencia docente - Implementación de la experiencia docente en la asignatura de Experimentación en Química Inorgánica - Elaboración del material presentado en REDES-INNOVAESTIC 2020
4. Javier Fernández Catalá	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de la experiencia docente - Preparación del material gráfico incluido en la herramienta online -Elaboración del material presentado en REDES-INNOVAESTIC 2020

5. Javier Quílez Bermejo	-Preparación del material gráfico incluido en la herramienta online -Elaboración del material presentado en REDES-INNOVAESTIC 2020
6. Eduardo María Vilaplana Ortego	-Preparación del material gráfico incluido en la herramienta online -Gestión del material de laboratorio empleado en las prácticas de la asignatura de Experimentación en Química Inorgánica
7. Andrés Vallés Botella	- Creación de la herramienta online
8. Olga Cornejo Navarro	-Gestión del material de laboratorio empleado en las prácticas de la asignatura de Experimentación en Química Inorgánica
9. Isidro Martínez Mira	-Gestión del material de laboratorio empleado en las prácticas de la asignatura de Experimentación en Química Inorgánica
10. Rosa Torregrosa Maciá	-Supervisión y asesoramiento
11. Miguel Molina Sabio	-Implementación de la experiencia docente en la asignatura de Experimentación en Química Inorgánica
12. Gabriel Alemany Molina	-Evaluación de la experiencia docente como “sujeto cero” -Elaboración del material presentado en REDES-INNOVAESTIC 2020

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bayir, E. (2014). Developing and Playing Chemistry Games To Learn about Elements, Compounds, and the Periodic Table: Elemental Periodica, Compoundica, and Groupica. *Journal of Chemical Education*, 91, pp. 531-535.
- Gawlik-Kobylińska, M., Walkowiak, & W., Maciejewski, P. (2020). Improvement of a Sustainable World through the Application of Innovative Didactic Tools in Green Chemistry Teaching: A Review. *Journal of Chemical Education*, 97, pp. 916-924.
- Littlejohn, A., Falconer, I., & McGill, L. (2008). Characterising effective eLearning resources, *Computers & Education*, 50, pp. 757-771.