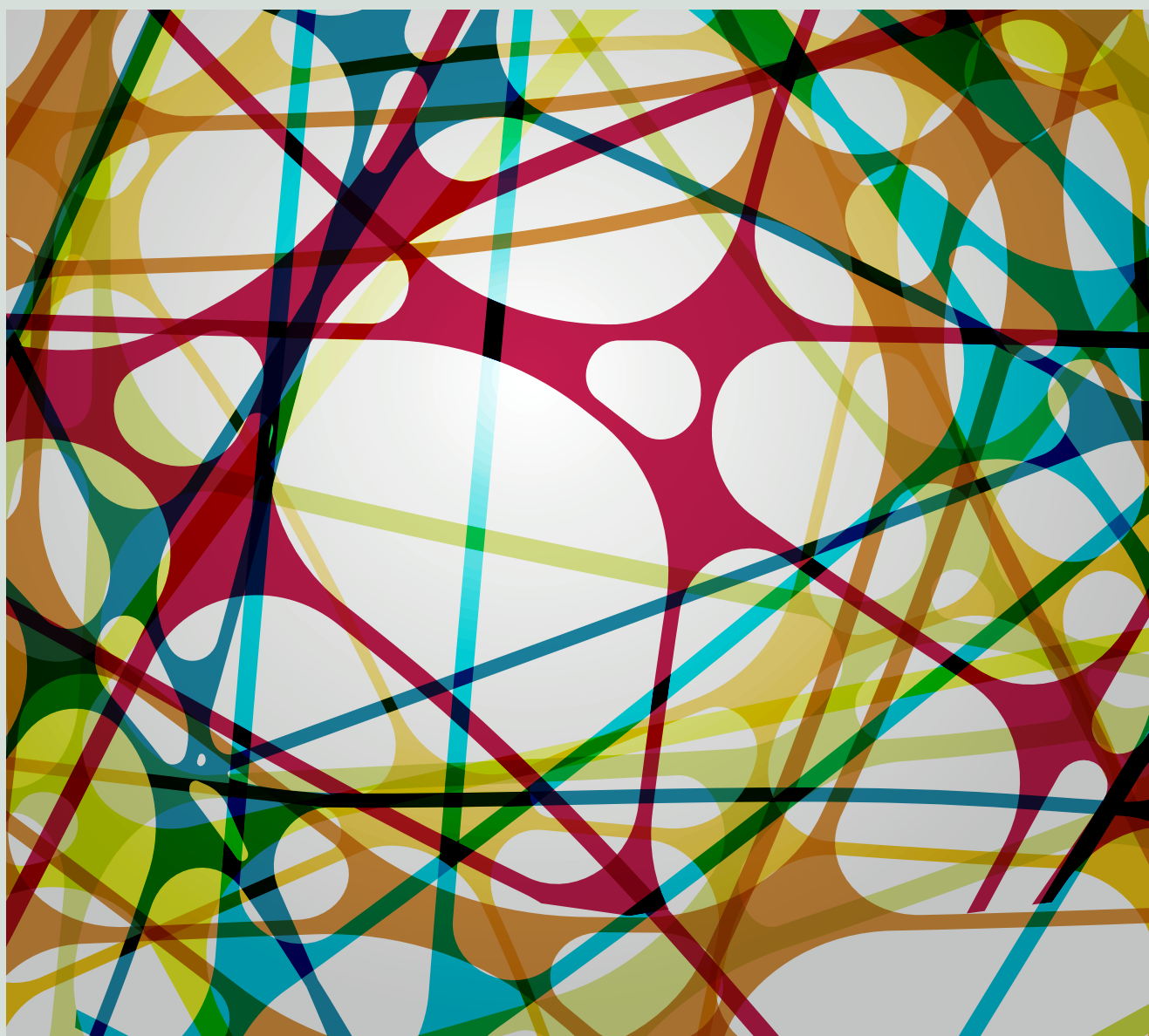




Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de qualitat,
innovació i investigació en docència universitària.
Convocatòria 2019-20

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.*

78. INTERMAT IX (RED DE INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINAR EN MATERIALES)

L.P. Maiorano Lauría ¹; M.J. Caturla Terol ²; E. Louis Cereceda ³; M. Martínez Escandell ⁴; M.T. Parra Santos ⁵; J.A. Pons Botella ⁶; M.S. Sánchez Adsuar ⁷; C. Sabater Piqueres ⁸; J.M. Molina Jordá ⁹

¹ lpml@alu.ua.es; ² maria.caturla@gmail.com; ³ enrique.louis@ua.es; ⁴ manolo.m@ua.es; ⁵ terpar@eii.uva.es; ⁶ jose.pons@ua.es; ⁷ dori@ua.es; ⁸ carlos.sabater@ua.es; ⁹ jmmj@ua.es

^{1,2,3,4,7,8,9} Instituto Universitario de Materiales de Alicante, Universidad de Alicante

^{2,3,6,8} Departamento de Física Aplicada, Universidad de Alicante

⁵ Departamento de Ingeniería Energética y Fluidomecánica, Universidad de Valladolid

^{1,4,7,9} Departamento de Química Inorgánica, Universidad de Alicante

RESUMEN (ABSTRACT)

Esta memoria constituye el resumen de actividades de la red INTERMAT IX (red de investigación INTERdisciplinar en MATERiales). En su novena edición, la red INTERMAT se ha focalizado en desarrollar dos experiencias educativas con los estudiantes de la asignatura “Sólidos Inorgánicos” del Grado en Química. Por un lado, se han desarrollado con profundidad conceptos relativos a las tipologías de enlace atómico, así como a la dimensión (tamaño) de los iones de especies químicas, que determinan las estructuras cristalinas de los sólidos inorgánicos y sus propiedades, mediante la utilización de herramientas TIC y de impresión 3D. La utilización de dichas herramientas ha permitido mejorar sustancialmente el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, quienes manifestaron después de la experiencia profundos conocimientos del enlace atómico. Por otro lado, y de forma complementaria, se ha trabajado también en la integración del formato de presentaciones PechaKucha en una metodología docente de aprendizaje basado en proyectos (ABP). Con esta experiencia se ha conseguido mejorar la organización de tiempos y espacios durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, el modo y el canal en el que se suministra la información, así como la orientación y gestión de las actividades de aprendizaje y las relaciones interpersonales.

Palabras clave:

Enlace atómico, impresión 3D, TIC, PechaKucha, docencia universitaria, sólidos inorgánicos.

1. INTRODUCCIÓN

Desde los niveles pre-universitarios, los estudiantes entran en contacto con conceptos relativos a la química y la física. En los primeros aprendizajes el concepto de enlace se trata para explicar la unión entre átomos para formar entidades mayores llamadas moléculas, sus características energéticas y sus posibilidades de formación y rotura. Así mismo, se establece que el enlace atómico se puede clasificar en una de las tres tipologías básicas: iónico, covalente y metálico. Esta clasificación resulta útil, operativa y funcional durante los primeros cursos de química. Dado su potencial instructivo, dicha concepción dividida del enlace en sus tres tipologías básicas se mantiene durante los siguientes cursos académicos hasta el nivel universitario. Sin embargo, ya en la etapa universitaria resulta necesario ampliar y modificar el concepto de enlace atómico, y es entonces cuando surge una primera dificultad durante el proceso de aprendizaje: la restricción tipológica del enlace a tres naturalezas limita enormemente que los estudiantes incorporen nuevas formas de enlace, como el enlace de coordinación, o incluso que modifiquen su estructura conceptual para aceptar cualquier enlace como un híbrido conceptual de varias de las tipologías básicas (Weller & Rourke, 2018; Petrucci, Herring, Madura & Bissonnette, 2016). Esto implica la aparición de complicaciones severas en el proceso de aprendizaje universitario desde asignaturas que se imparten en los primeros cursos de grado (Luxford & Bretz, 2014; Vrabec & Prokša, 2016). Es por ello que la red consideró la necesidad de desarrollar nuevas herramientas que sirvieran de apoyo a la docencia en asignaturas fuertemente ligadas a la correcta comprensión de estos conceptos.

Sin embargo, fomentar el aprendizaje de los estudiantes en el aula depende de muchos factores, entre los cuales se identifica el clima educativo. En concreto, es fundamental un entorno proactivo, motivador y libre de amenazas en el que el estudiante pueda sentirse partícipe de la actividad académica para promover así la adecuada adquisición de competencias y prolongar su atención durante la mayor parte del tiempo que dura la actividad docente. La atención, no sólo como capacidad sino también como proceso cognitivo, cobra especial importancia en cualquier proceso de aprendizaje. Es por ello que una labor muy importante del docente consiste en utilizar metodologías y generar entornos de aprendizaje que resulten atractivos al estudiante y fomenten el mantenimiento de la atención en el aula (Molina, Casanova y Sánchez, 2015). En este contexto, la red puso un segundo foco de actividad en el desarrollo de una experiencia educativa de adaptación del formato de presentaciones PechaKucha (formato de presentaciones cortas y directas) en una metodología docente de aprendizaje basado en proyectos (ABP). Esta metodología ha permitido la mejora de la organización de tiempos y espacios, el modo y el canal en el que se suministró la información, así como la orientación y gestión de las actividades de aprendizaje y las relaciones interpersonales de alumnos de la Asignatura “Sólidos Inorgánicos” del Grado en Química de la Universidad de Alicante.

2. OBJETIVOS

La red INTERMAT IX ha focalizado sus esfuerzos en desarrollar y aplicar diversas herramientas y metodologías con el fin de conseguir un exitoso proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura “Sólidos Inorgánicos” del Grado en Química (Universidad de Alicante). El objetivo general de la red ha sido el siguiente: aumentar el aprendizaje y por tanto el rendimiento académico en el alumnado de la asignatura “Sólidos Inorgánicos” en lo referente a los conceptos relativos a la dimensionalidad de especies iónicas. Para conseguir este objetivo general, se persiguieron los siguientes objetivos específicos:

1. Fabricar mediante impresión 3D modelos de especies iónicas con tamaño de escalado constante.
2. Desarrollar una herramienta TIC interactiva que permita visualizar las dimensiones comparadas de especies iónicas.

3. Diseñar estrategias de actuación en el aula que permitan el uso de las herramientas a que se refieren los objetivos 1 y 2.
4. Implementar en el aula dichas estrategias.
5. Experimentar nuevas metodologías docentes complementarias, como la integración del formato de presentaciones PechaKucha en una metodología docente de aprendizaje basado en proyectos (ABP).
6. Evaluar la efectividad de las estrategias diseñadas.

3. MÉTODO

3.1. Descripción del contexto y de los participantes

La red INTERMAT IX ha estado conformada por participantes pertenecientes a diferentes departamentos relacionados con la química y la física, lo que le otorga un carácter multidisciplinar, ayudando así a la adquisición de diversas visiones y experiencias en el aula sobre la situación que se pretende abordar. De este modo, la red cuenta con: una estudiante de doctorado del programa “Ciencia de los Materiales” de la Universidad de Alicante (L.P. Maiorano), una profesora de fluidodinámica computacional de la Universidad de Valladolid (M.T. Parras Santos), cuatro profesores del departamento de Física Aplicada de la Universidad de Alicante (M.J. Caturla, E. Louis, J.A. Pons y C. Sabater) y tres profesores del departamento de Química Inorgánica de la Universidad de Alicante (M.S. Sanchez, M. Martínez y J.M. Molina). Los estudios realizados en el presente proyecto contaron además con la participación de los estudiantes de la asignatura “Sólidos Inorgánicos” del Grado en Química, impartida durante el segundo cuatrimestre del curso lectivo por el profesor J.M. Molina. El estudio completo acerca de la implementación del formato de presentaciones PechaKucha se llevó a cabo con 38 estudiantes del curso 2018-2019 y se prologó a los estudiantes de 2019-2020. El estudio de la utilización de herramientas TIC y 3D se desarrolló con los 51 alumnos del curso 2019-2020.

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

Los resultados obtenidos en el presente proyecto se evaluaron mediante la utilización de diversos instrumentos, los cuales se detallan a continuación en función de la experiencia educativa llevada a cabo:

i. Implementación de herramientas de impresión 3D y herramientas TIC en el aula

Para este desarrollo se recurrió a cuatro tipos de instrumentos. Por un lado, se diseñaron e implementaron herramientas TIC interactivas y herramientas de impresión 3D en el aula. Por otro lado, se realizaron pruebas de carácter objetivo, donde se incluyen dos test de conocimiento realizados por los estudiantes antes y después de la utilización de las herramientas, así como un control que forma parte del programa de la asignatura. Además, se utilizó un instrumento de carácter subjetivo tipo encuesta digital para valorar la opinión de los estudiantes sobre la implementación de las herramientas desarrolladas.

ii. Implementación del formato de presentaciones PechaKucha en el aula

En el caso de esta experiencia, se recurrió a dos instrumentos. Por un lado, se realizaron controles de carácter objetivo, cuyas calificaciones se utilizaron para compararlas con resultados de los cursos anteriores. Por otro lado, se utilizó un instrumento subjetivo (encuesta de opinión de los estudiantes) con carácter anónimo y en formato papel.

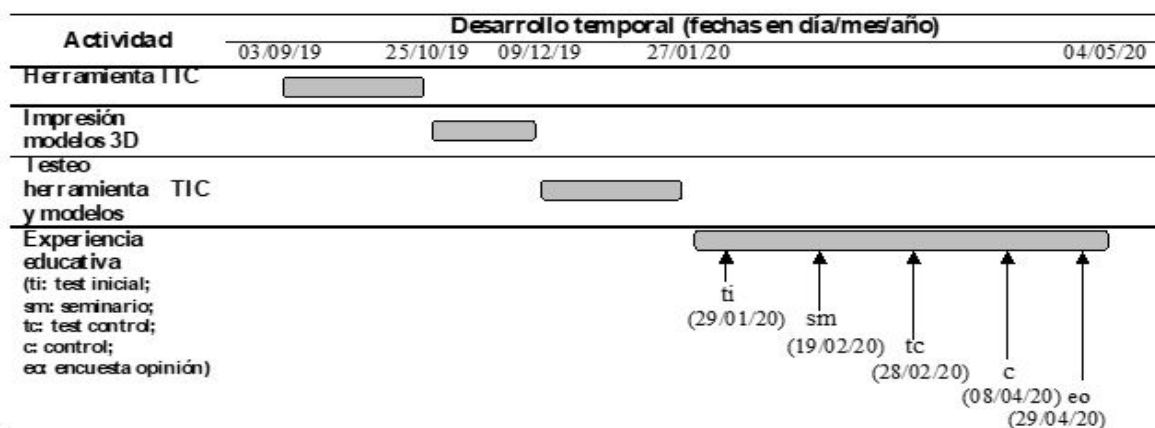
3.3. Procedimiento

Para llevar a cabo la presente investigación con éxito, los participantes de la red se mantuvieron en contacto mediante reuniones mensuales de aproximadamente una hora y media (miembros de la Universidad de Alicante) y virtuales por Skype con la participante miembro de la Universidad de Valladolid. Nuevamente, el carácter multidisciplinar del equipo de la red permitió llevar a cabo el procedimiento que se detalla a continuación:

i. Implementación de herramientas de impresión 3D y herramientas TIC en el aula

El procedimiento seguido durante la presente experiencia educativa queda resumido en el cronograma de actividades de la Tabla 1. Una vez desarrolladas ambas herramientas, se procedió a su implementación en el aula. Durante la ejecución de la experiencia se desarrollaron las siguientes actividades: i) un test inicial (test 1), con la pretensión de determinar los conocimientos previos de los estudiantes; ii) un seminario de 3h de duración orientado a explicar la herramienta TIC y a realizar ejercicios con esta herramienta; iii) un test de control (test 2) 9 días después de la realización del seminario, a fin de contrastar los avances alcanzados; iv) un control o examen, que constituye una prueba objetiva de los conocimientos de los estudiantes y iv) una encuesta de opinión online acerca de la utilización de las nuevas herramientas.

Tabla 1. Cronograma de actividades realizadas durante el desarrollo de las herramientas TIC interactivas y de impresión 3D, así como de la puesta en marcha de la experiencia educativa.



ii. Implementación de PechaKucha en el aula

La presente experiencia se llevó a cabo durante 14 de las 30h destinadas a clases teóricas presenciales de la asignatura “Sólidos Inorgánicos”. Para esta carga lectiva, se programaron las sesiones en el aula de forma que cada sesión presencial de 60 minutos se dividió en dos sesiones de trabajo de 25 minutos cada una más un tiempo de descanso de 5 minutos entre cada sesión y de 5 minutos más al terminar la segunda sesión. Por tanto, se trabajó en un total de 28 sesiones en las que se desarrollaron 5 temas completos de la asignatura. Cada sesión comenzó con una presentación en formato PechaKucha de aproximadamente 7 minutos. La herramienta para la preparación de las presentaciones fue Power Point. Después de cada presentación se plantearon actividades fundamentalmente conceptuales y de cálculo numérico, en las que los estudiantes (formando grupos de 4-5 personas) debían resolver situaciones, problemas, retos o preguntas en base a lo expuesto en la presentación y poniendo en juego sus conocimientos previos, recursos de búsqueda bibliográfica, reflexión y trabajo colaborativo.

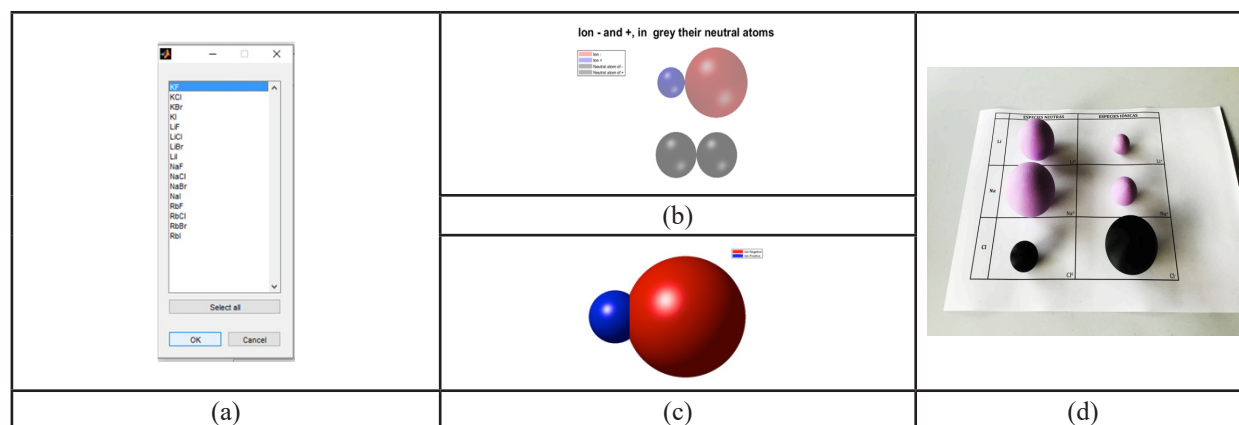
4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente proyecto han podido clasificarse como exitosos, permitiendo la presentación de los mismos en dos contribuciones a las XVIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria (REDES 2020) y IV Workshop Internacional de Innovación en Enseñanza Superior y TIC (INNOVAESTIC 2020). Estos trabajos, titulados “Desarrollo y uso de herramientas TIC interactivas y modelos por impresión 3D en el aprendizaje a nivel universitario del enlace atómico” e “Integración del formato de presentaciones PechaKucha en una metodología docente basada en el aprendizaje por proyectos”, exponen algunos resultados que a continuación se detallan.

i. Resultados derivados de la implementación de herramientas de impresión 3D y herramientas TIC en el aula

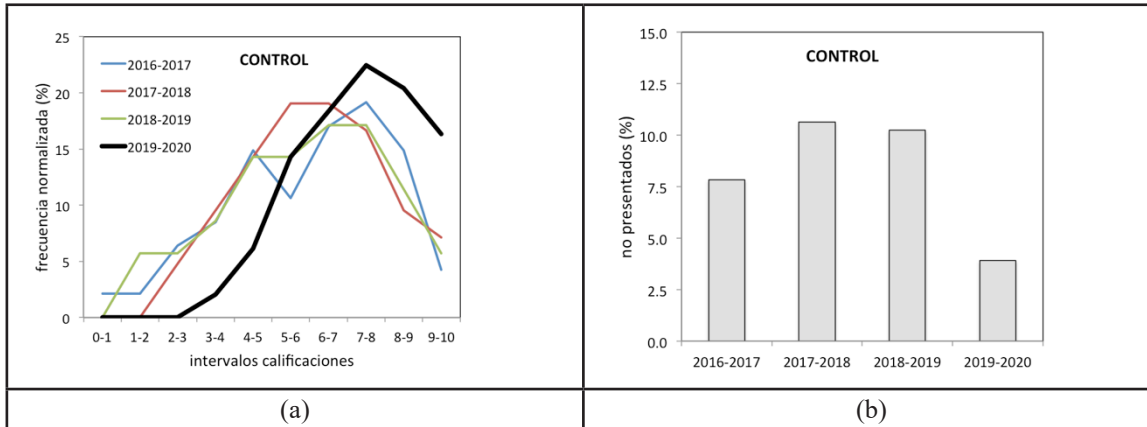
La Figura 1 (a-c) detalla el panel principal de la herramienta TIC interactiva, así como un ejemplo extraído de la misma. Esta información visual ayuda al estudiante a comprender la tipología mixta de los enlaces, la polarización de éstos en función de su ionicidad y los tamaños relativos de los átomos participantes en un determinado enlace. Por otro lado, la Figura 1d detalla los modelos desarrollados por impresión 3D, así como los cambios dimensionales inherentes a un proceso de transferencia electrónica de algunas especies químicas en sus formas neutras e ionizadas.

Figura 1. a) Imagen del panel principal del programa; b) ejemplo que ilustra el tamaño de especies iónicas, en concreto un anión en rojo y un catión azul, así como el tamaño de dichas especies en estado neutro -gris-; c) detalla el tamaño de los iones descritos en b) para la molécula LiI; d) modelos tridimensionales impresos en el presente proyecto: especies neutras (izquierda) y especies iónicas (derecha).



Tras la utilización de ambas herramientas, consideradas complementarias, pudieron registrarse los resultados reflejados en la Figura 3. En la gráfica 3a se representa la frecuencia normalizada en función las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el control, junto con una comparativa con cursos anteriores. Así mismo, la gráfica 3b permite comparar los resultados relativos al porcentaje de estudiantes que no se presentaron a la prueba evaluativa del control en los distintos cursos académicos analizados.

Figura 3. (a) Frecuencia normalizada en función de las calificaciones obtenidas por los estudiantes y (b) tasa de alumnos no presentados al control durante el curso 2019-2020 y comparación con datos de cursos anteriores.

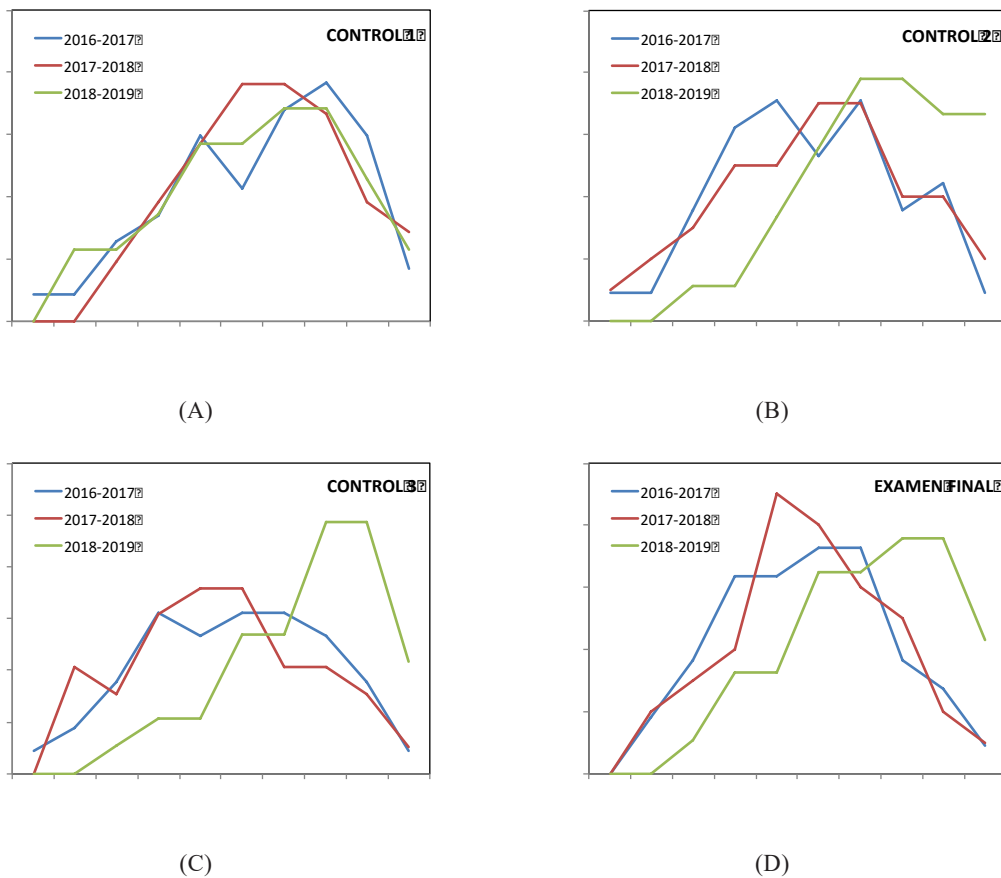


La Figura 3a señala que la utilización de las herramientas TIC interactivas y de impresión 3D permitieron una mejora considerable en las notas medias de los estudiantes, así como un desplazamiento de la curva a valores de calificación más elevados y disminuyendo, a su vez, el número de alumnos no presentados a la evaluación mediante el control. Respecto a los resultados obtenidos de la encuesta de valoración por parte de los estudiantes, estos reflejan un alto grado de satisfacción (el 91% de los estudiantes valoraron de manera muy positiva la utilización de las herramientas).

iii. Resultados derivados de la implementación del formato PechaKucha

La experiencia de implementación del formato de presentaciones PechaKucha se realizó de forma completa durante el curso académico 2018-2019. Aunque la idea original era prolongarlo al curso 2019-2020, sólo pudo hacerse en parte, debido a la situación de confinamiento generada por el virus COVID-19. Aunque aquí se presenten solamente los resultados para el curso 2018-2019 por ser resultados de una experiencia educativa completada, la corta experiencia durante el curso 2019-2020 en complementariedad con las herramientas 3D y TIC anteriormente mencionadas, abocó a conclusiones similares a las obtenidas en el curso 2018-2019. La Figura 4 muestra gráficas de frecuencia normalizada para los distintos intervalos de calificaciones obtenidos en 3 pruebas de control y un examen final para el curso académico 2018-2019. Los temas 1-3 se impartieron con la metodología convencional y fueron incluidos en el control 1. El resto de temas se desarrollaron con el formato de presentaciones PechaKucha y se distribuyeron en los controles 2, 3 y el examen final. Las gráficas muestran los resultados obtenidos mediante la metodología convencional seguida en los cursos 2016-2017 y 2017-2018 para los controles 1-3 y para el examen final en cada caso.

Figura 4. Resultados en formato de frecuencia normalizada para los controles 1-3 y examen final de los cursos académicos 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019. Las pruebas que evaluaron temas desarrollados según la nueva metodología discutida en el presente trabajo fueron los controles 2-3 y el examen final correspondientes al curso académico 2018-2019.



5. CONCLUSIONES

La presente memoria describe las actividades realizadas en el marco de la novena edición de la red INTERMAT. El carácter multidisciplinar de la misma ha permitido la obtención de resultados concluyentes con un alto grado de éxito, hecho que queda reflejado en las dos contribuciones aportadas al reciente evento “XVIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria (REDES 2020) y IV Workshop Internacional de Innovación en Enseñanza Superior y TIC (INNOVAESTIC 2020)”. Gracias a la participación de sus integrantes, la red ha desarrollado dos herramientas, una TIC interactiva que permanece a disposición de los estudiantes de la asignatura “Sólidos Inorgánicos” del Grado en Química impartido en la Universidad de Alicante, y los modelos de impresión 3D, disponibles para su utilización en el aula durante los cursos próximos. Así mismo, la presentación de contenidos en formato PechaKucha ha resultado una experiencia favorable que muy probablemente derivará en su continua utilización por parte de los profesores participantes de la presente red.

6. TAREAS DESARROLLADAS EN LA RED

PARTICIPANTE DE LA RED	TAREAS QUE DESARROLLA
Teresa Parra Santos	Colaboradora del trabajo de investigación “Desarrollo y uso de herramientas TIC interactivas y modelos por impresión 3D en el aprendizaje a nivel universitario del enlace atómico”.
María Salvadora Sanchez Adsuar	Miembro activo en las reuniones de seguimiento. Apoyo en los planes estratégicos de intervención con el alumnado.
María José Caturla	Miembro activo en las reuniones de seguimiento. Apoyo en los planes estratégicos de intervención con el alumnado.
Enrique Louis	Miembro activo en las reuniones de seguimiento. Apoyo en los planes estratégicos de intervención con el alumnado.
Lucila Paola Maiorano Lauría	Coautora del trabajo de investigación “Desarrollo y uso de herramientas TIC interactivas y modelos por impresión 3D en el aprendizaje a nivel universitario del enlace atómico”.
José Miguel Molina Jordá	Coordinador de reuniones y trabajos de investigación, elaboración de actas de las reuniones. Principal autor y responsable del trabajo de investigación “Integración del formato de presentaciones PechaKucha en una metodología docente basada en el aprendizaje por proyectos”. Coautor del trabajo de investigación “Desarrollo y uso de herramientas TIC interactivas y modelos por impresión 3D en el aprendizaje a nivel universitario del enlace atómico”.
Manuel Martínez Escandell	Miembro activo en las reuniones de seguimiento y puesta en escena de diversos planes de acción docente en alumnos universitarios.
José Antonio Pons Botella	Miembro activo en las reuniones de seguimiento y puesta en escena de diversos planes de acción docente en alumnos universitarios.
Carlos Sabater Pi-queres	Principal autor y responsable del trabajo de investigación “Desarrollo y uso de herramientas TIC interactivas y modelos por impresión 3D en el aprendizaje a nivel universitario del enlace atómico”.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Luxford, C.J., & Bretz, S. L. (2014). Development of the bonding representations inventory to identify student misconceptions about covalent and ionic bonding representations. *Journal of Chemical Education*, 91(3), pp. 312-320. Recuperado de <https://doi.org/10.1021/ed400700q>.
- Molina Jordá, J.M., Casanova Pastor, G. & Sánchez Adsuar, M.S. (2015). *Propuesta de integración del uso de códigos QR en una metodología docente de aula*. XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria (pp. 2415–2426). Alicante: Universidad de Alicante.
- Petrucci, R.H., Herring F.G., Madura, J.D. & Bissonnette, C. (2016). *General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Londres: Pearson.
- Vrabec, M., & Prokša, M. (2016). Identifying misconceptions related to chemical bonding concepts in the Slovak School System using the bonding representations inventory as a diagnostic tool. *Journal of Chemical Education*, 93(8), pp. 1364-1370. Recuperado de <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00953>.
- Weller, O., Rourke, A. (2018). *Inorganic Chemistry*. Oxford: Oxford University Press.