IX BUENAS PRÁCTICAS DE INNOVACIÓN DOCENTE EN EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

UNIVERSIDAD SAN JORGE | DANIEL JIMÉNEZ SÁNCHEZ (COORD.)

COLECCIÓN INNOVACIÓN DOCENTE

IX BUENAS PRÁCTICAS DE INNOVACIÓN DOCENTE EN EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

UNIVERSIDAD SAN JORGE

universidad
SANJORGE
GRUPO SANVALERO

CULTURA

© de los textos: Isabel Antón, Benjamin A. Jerue, Benjamín Gaya, Berta Sáez, Fiona Crean, Ana C. Romea, Lindsey Bruton, Marina Aguareles, M.ª Luisa Sierra, Raquel Borges, Alejandra Consejo, Pascual Sevillano, Cristina de Diego, Estela Sangüesa, M.ª Pilar Ribate, Cristina B. García, Julia Concha, Luisa Lesage, Loreto Carmen Mate, Verónica Franco, Raquel Gutiérrez, Diego Vergara, Fernando Martín, Estrella Ramírez, Pablo Fernández, Javier García, Ana Isabel Gómez, Eva Ordóñez

© del prólogo: Daniel Jiménez

© de las imágenes: sus autores

© de la presente edición: Ediciones Universidad San Jorge

Colección Innovación Docente, n.º 9

1.ª edición, 2022

Diseño de portada: Enrique Salvo Lizalde

Diseño interior: Distopic Studio

Imprime: Copy Center Digital

Impreso en España - *Printed in Spain*

Depósito legal: Z 507-2022

Ediciones Universidad San Jorge

Campus universitario Villanueva de Gállego

Autovía A-23 Zaragoza-Huesca, km 299

50830 Villanueva de Gállego (Zaragoza) Tel.: 976 060 100

ediciones@usj.es cultura.usj.es www.usj.es

Ediciones Universidad San Jorge garantiza un riguroso proceso de selección y evaluación de los trabajos que publica.

une Unión de Editoriales Universitarias Españolas Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional.

Ediciones USJ no se responsabiliza de la selección y uso de las imágenes incluidas en la presente edición.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

IX BUENAS PRÁCTICAS DE INNOVACIÓN DOCENTE EN EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

UNIVERSIDAD SAN JORGE | DANIEL JIMÉNEZ SÁNCHEZ (COORD.)

COLECCIÓN INNOVACIÓN DOCENTE

ÍNDICE

Prólogo 7
Daniel Jiménez

PONENCIAS

Transcultural Nursing: An innovative approach to teaching the importance of culturally safe care 13
Isabel Antón, Benjamin A. Jerue, Benjamín Gaya, Berta Sáez y Fiona Crean

Proyecto europeo "Schools as a learning organizations": primeros resultados desde el contexto español 23
Ana C. Romea, Lindsey Bruton, Marina Aguareles y M.ª Luisa Sierra

Formación de las competencias blandas en la educación superior: proyecto europeo CATCH21ST 33
M.ª Luisa Sierra y Marina Aguareles

Datos de los autores 39

CATEGORÍA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

Docencia con perspectiva de género: un *must* en la sociedad actual 45
Raquel Borges

PowerPoint como herramienta gamificadora en grados científico-técnicos 55
Alejandra Consejo y Pascual Sevillano

Análisis de la docencia virtual en prácticas de Fisiología: reflexión sobre la percepción de los alumnos 65
Cristina de Diego, Estela Sangüesa y M.ª Pilar Ribate

La farmacogenética: la llave para salir del aula 81
Cristina B. García, Estela Sangüesa, Julia Concha y M.ª Pilar Ribate

Recursos digitales en la enseñanza de las clásicas: una experiencia con Nearpod 93
Luisa Lesage

La adquisición de conocimientos jurídicos a través del análisis jurisprudencial
Loreto Carmen Mate **105**

Estímulo del análisis crítico en prácticas de física mediante la introducción de muestras discrepantes
Pascual Sevillano y Alejandra Consejo **115**

Datos de los autores **125**

CATEGORÍA EDUCACIÓN NO UNIVERSITARIA

«Tú también puedes ser un *booktuber*»: desarrollo de la competencia comunicativa oral e invitación a la lectura a través de las TIC **131**
Verónica Franco

Mejora de la satisfacción del alumnado en la ESO: una experiencia educativa en el aula de Tecnología **143**
Raquel Gutiérrez, Diego Vergara y Fernando Martín

Un ejemplo de aplicación del pensamiento de diseño en Lengua Castellana y Literatura **155**
Estrella Ramírez

Enseñanza de elementos tridimensionales mediante diseño 3D **163**
Diego Vergara, Fernando Martín, Pablo Fernández, Javier García, Ana Isabel Gómez y Eva Ordóñez

Datos de los autores **177**

Enseñanza de elementos tridimensionales mediante diseño 3D

Diego Vergara Rodríguez
Fernando Martín Herráez
Pablo Fernández Arias
Javier García Ajates
Ana Isabel Gómez Vallecillo
Eva Ordóñez Olmedo
Grupo ETUCAV
Universidad Católica de Ávila

1. Introducción

Muchas personas presentan dificultades a la hora de resolver problemas espaciales, una capacidad relacionada con la inteligencia espacial. Este hecho supone una gran barrera para determinados alumnos, que acaban frustrados con asignaturas como Dibujo Técnico, Tecnología o Matemáticas en las que la visión espacial juega un papel fundamental.

En este estudio se van a comparar diferentes metodologías utilizadas para explicar una serie de conceptos fundamentales que los alumnos deben conocer antes de comenzar cualquier enseñanza superior relacionada con muchas carreras técnicas o ingenierías, como son las redes cristalográficas que forman los materiales metálicos –que son a su vez la base de muchos materiales cerámicos–, así como la disposición de los átomos dentro de estas (Shackelford, 1998; Mangonon, 1999; Callister, 2007; Smith y Hashemi, 2009; Ashby y Jones, 2013). Para comprender bien estos conceptos, la visión espacial juega un papel fundamental.

Esta comparación entre metodologías se ha llevado a cabo en el IES Lucía de Medrano, ubicado en Salamanca, en el curso de 2.º de bachillerato en la modalidad de ciencias, concretamente en la asignatura Tecnología Industrial II. El número de alumnos de dicha asignatura era de 22. Las metodologías empleadas fueron tres: (i) libro de texto; (ii) uso de maquetas reales; y (iii) diseño 3D.

Para el diseño 3D se ha utilizado una herramienta TIC: SolidWorks, que es un *software* de diseño 3D útil para que alumnos con dificultad en la visión espacial sean capaces de comprender y resolver mentalmente elementos tridimensionales. Gracias a estas herramientas los estudiantes pueden interactuar con los elementos y comprenden mejor

la distribución espacial de los mismos. Así se consigue que mejoren su inteligencia espacial y superen los posibles obstáculos creados por una visión espacial menos desarrollada, además de generar un mayor interés. Por último, se realizará una comparativa entre la metodología objeto de estudio y otras metodologías tradicionalmente utilizadas.

2. Marco teórico

El concepto de inteligencia espacial surge a finales de los 70 cuando Howard Gardner presenta su teoría de inteligencias múltiples (Gardner, 1983). Las personas poseen varios tipos de inteligencia en contraposición a lo que entonces se entendía como inteligencia única. Cada ser humano está dotado de una inteligencia formada por una combinación de las diferentes inteligencias que varían en amplitud y profundidad dependiendo de cada sujeto (Gardner, 1993). Las personas poseen, al menos, ocho tipos de inteligencia: lingüística, lógica y matemática, espacial, musical, corporal y cinestésica, interpersonal, intrapersonal y naturalista (Gardner, 1999).

La inteligencia espacial es la capacidad o habilidad de las personas para resolver problemas espaciales, visualizar objetos desde diferentes ángulos y perspectivas o reconocer caras y escenas. Ligada a este tipo de inteligencia se encuentra la visión espacial, que es la capacidad de gestionar mentalmente formas geométricas. Esta capacidad resulta de gran importancia para profesiones como arquitecto o ingeniero (Hsi, Linn y Bell, 1997).

Diferentes estudios (Crown, 2001; Prieto y Velasco, 2010) señalan que la visualización espacial es una habilidad que se puede mejorar por la práctica y el entrenamiento. Una de las mejores formas de trabajar esta capacidad es mediante herramientas virtuales basadas en las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), principalmente por dos razones: (i) los alumnos muestran una actitud positiva hacia ellas (Bullón *et al*., 2008; Vergara y Rubio, 2013), y (ii) aportan ventajas respecto a otros métodos (Oz, Serttas, Ayar y Findik, 2015; Vergara, Lorenzo y Rubio, 2015).

Las TIC son esenciales en nuestra sociedad y afectan tanto a la forma en que los individuos afrontan lo cotidiano como al modo de actuación y gestión de organizaciones y empresas (Zhang y Aikman, 2007). A medida que la sociedad evoluciona también debe hacerlo la educación, y en este sentido el uso de las TIC en las aulas se ha difundido bastante (Vergara, 2019). De hecho, hoy se trabaja en un escenario donde se

amplían en gran medida las posibilidades didácticas: en la búsqueda de información, el autoaprendizaje, la posibilidad de trabajo cooperativo a distancia, la comunicación profesor-alumno, etc. (Dawes, 2001).

Actualmente, es difícil concebir la educación sin la presencia de TIC. Sin embargo, lo importante de estas herramientas no es la innovación tecnológica, sino lograr una metodología centrada en el alumno (Salinas, 2004). De este modo, se han realizado cambios en los modelos educativos incluyendo nuevas estrategias pedagógicas y modelos de aprendizaje para incluir las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Del Moral y Villalustre, 2010).

3. Desarrollo

3.1. Enfoque metodológico

Este estudio pretende dilucidar cuál es la mejor metodología para usar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las redes cristalográficas. Los conceptos básicos que debe conocer el alumnado antes de profundizar en las conocidas redes de Bravais son: (i) qué es una red cristalina, (ii) qué es una celda unitaria y (iii) cuáles son los parámetros característicos de cada tipo de red (índice de coordinación, factor de empaquetamiento, constante reticular y número de átomos que componen la celdilla unidad).

Los métodos que van a ser objeto de estudio son tres (Figura 1): (i) la metodología tradicional: los alumnos disponen del libro de texto donde se muestran imágenes de las redes cristalinas (Figura 2); (ii) material didáctico auxiliar: maquetas pertenecientes al Departamento de Biología y Geología del centro (Figura 3); y (iii) uso de TIC: *software* de diseño 3D SolidWorks. Posteriormente al proceso de enseñanza-aprendizaje, se envió a los alumnos un cuestionario de Google Forms por correo electrónico, con el que se obtuvieron los datos para realizar el análisis y sacar las conclusiones ofrecidas en este trabajo.

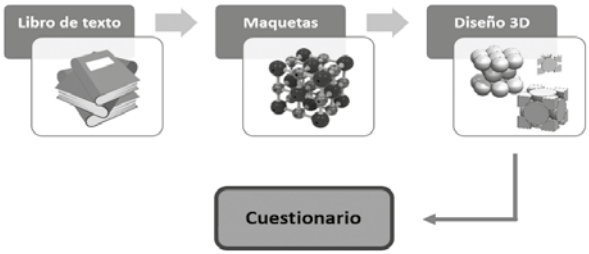

Figura 1. Esquema de la metodología aplicada en el aula.

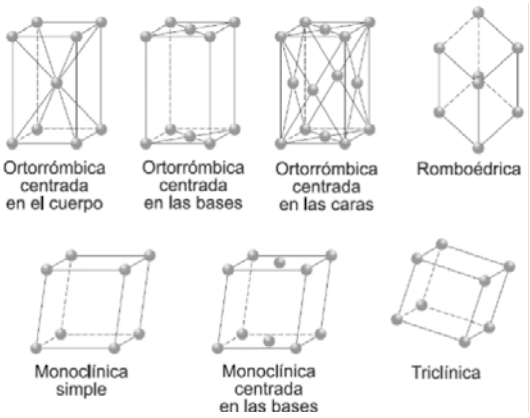

Figura 2. Imagen del libro de texto de los alumnos donde se muestran los 14 tipos de redes de Bravais. Fuente: Gómez, Parramón y Sánchez-Seco, 2018.

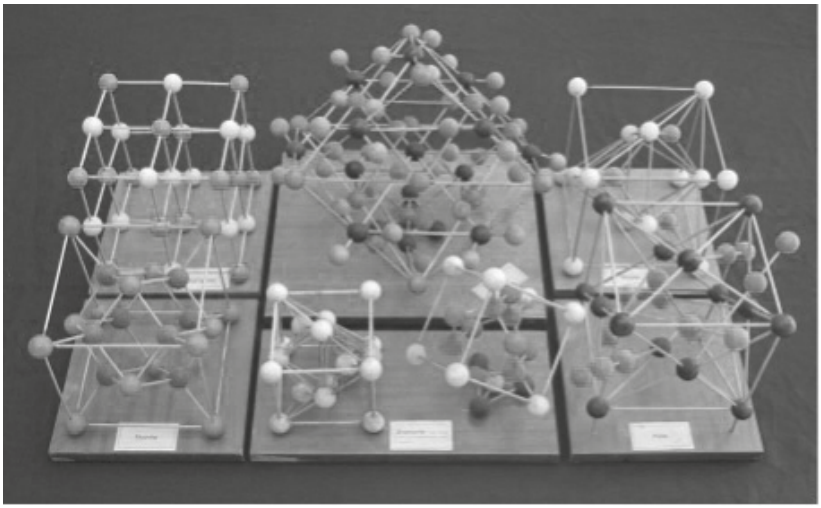

Figura 3. Maquetas de la estructura cristalina que presentan diferentes rocas y minerales. Fuente: <www.museocnlluisvives.blogspot.com>.

3.2. Desarrollo de la experiencia

Durante la primera metodología (tradicional), la transmisión de los conocimientos fue realizada de manera verbal, como clase magistral; los alumnos eran meros receptores y no participaban en el desarrollo de los

conceptos. Dado que con esta metodología los conceptos tridimensionales se enseñan en un plano 2D (imágenes del libro de texto o explicaciones en una pizarra), únicamente los alumnos con mayor inteligencia espacial pueden llegar a alcanzar una comprensión espacial completa de las diferentes geometrías de las estructuras cristalinas, así como sus principales parámetros. En cambio, los educandos con una visión espacial menos desarrollada no serán capaces de visualizar las posiciones de ciertos átomos y/o presentarán serias dificultades para calcular algunos de los parámetros.

El conocimiento divulgado durante esta inicial clase magistral se refuerza con la segunda metodología, basada en el uso de maquetas didácticas (Figura 3). Dichas maquetas presentan la estructura cristalina en la que se forman ciertos minerales como fluorita, pirita, blenda, halita (sal común), etc. Estas maquetas no exhiben las principales redes cristalinas, sino que muestran cómo están ubicados los átomos de los distintos elementos. Observando las estructuras de la Figura 3 vemos que están compuestas por esferas de diferentes colores (cada color representa un elemento); cada color forma una estructura perfectamente reconocible dentro de las 14 redes de Bravais.

Por último, la tercera metodología se apoya en el uso de TIC. El hecho de utilizar este tipo de recursos hace que los alumnos muestren una actitud positiva en su proceso de aprendizaje (Vergara, Rubio y Lorenzo, 2018). En este caso, es necesario el uso de un programa de diseño 3D como SolidWorks. Se presentaron las cuatro redes cristalinas más relevantes: cúbica simple (CS), cúbica centrada en el cuerpo (*body centered cubic*, BCC), cúbica centrada en las caras (*face centered cubic*, FCC) y hexagonal compacta (*hexagonal close-packed,* HCP). De cada una de estas estructuras se mostraron tres diseños complementarios que ayudan tanto a la comprensión espacial como a la obtención de los parámetros de red.

Con el programa SolidWorks se pueden obtener diferentes aspectos de las redes cristalográficas: posiciones atómicas (Figura 4) y esferas rígidas en cada posición de red (Figura 5).

En todos estos casos, el alumno puede interactuar directamente con las imágenes. Además, el programa permite diversas opciones que favorecen la comprensión espacial de este tipo de elementos 3D: rotación, cambio del punto de vista, modificar el color de cada átomo, realizar secciones, etc. Asimismo, permite determinar la celdilla unidad aislada (Figura 6) e incluso, en algunos casos, ayuda a realizar una sección a la celdilla unidad para facilitar el cálculo de la constante reticular, que

representa la relación entre la longitud de la arista de la celdilla y el radio de los átomos (Figura 7).

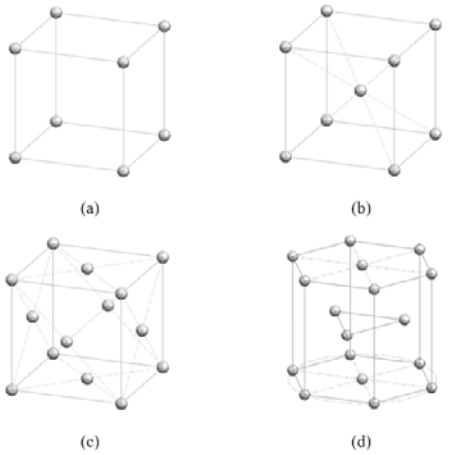

Figura 4. Posiciones atómicas de redes cristalográficas: (a) CS, (b) BCC, (c) FCC y (d) HCP.

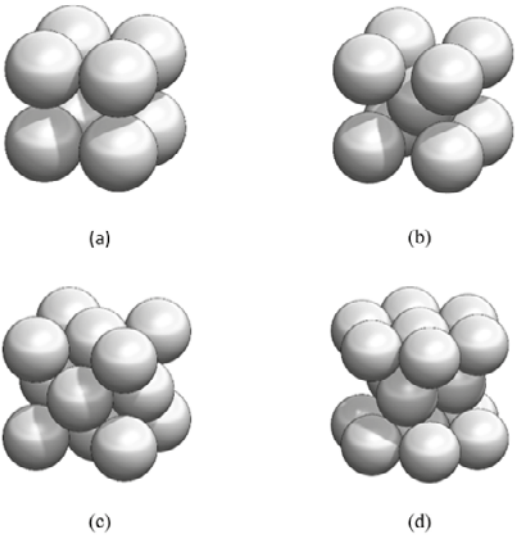

Figura 5. Estructuras cristalinas con esferas rígidas: (a) CS, (b) BCC, (c) FCC y (d) HCP.

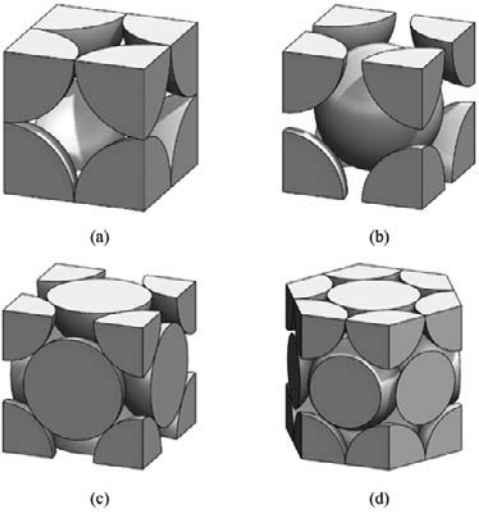

Figura 6. Celda unitaria de cada estructura cristalina: (a) CS, (b) BCC, (c) FCC y (d) HCP.

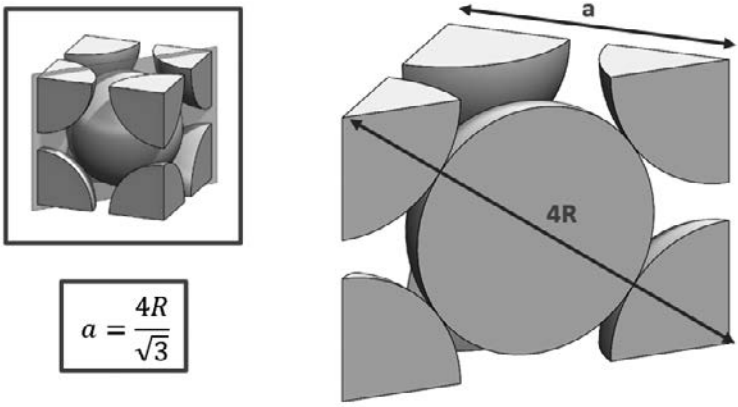

Figura 7. Sección de la celda unitaria de la red cristalina BCC.

4. Resultados

Para evaluar la eficacia de las diferentes metodologías empleadas en este estudio, los alumnos contestaron a un cuestionario que se les envió por correo electrónico mediante la aplicación Google Forms. Dicho cuestionario consta de varios tipos de preguntas:

- Bloque I: sobre formación y capacidades.

- Bloque II: sobre cuestiones técnicas, para comprobar la comprensión de los conceptos aprendidos.
- Bloque III: sobre la percepción de los alumnos de cada metodología.

Aunque la población del estudio fueron 22 alumnos de 2.º de bachillerato, finalmente la muestra de análisis es de los 18 que respondieron. Aunque la muestra es pequeña, este estudio puede utilizarse como embrión de un trabajo más amplio.

En relación con el Bloque I, en la Figura 8 se muestra el nivel de visión espacial que los alumnos pensaban que tenían. Solamente el 33,3 % considera que tiene buena visión espacial. El resto considera que tiene una visión espacial mala o regular. Sin embargo, muchos de ellos cursan Dibujo Técnico en 2.º de bachillerato (Figura 9). Sobre conocimientos previos, la mayoría del alumnado había visto alguna vez este tipo de redes cristalográficas (Figura 10), pero solamente uno de ellos recordaba cómo eran y qué características tenían –lo que implica que la metodología empleada anteriormente no favorecía un aprendizaje significativo (Vergara et al., 2019)–.

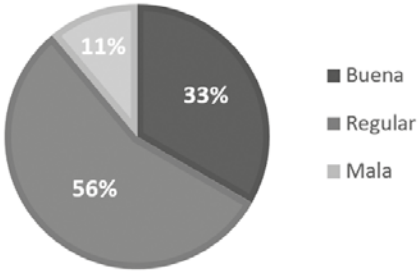

Figura 8. Respuestas de los alumnos sobre cómo consideran su propia visión espacial.

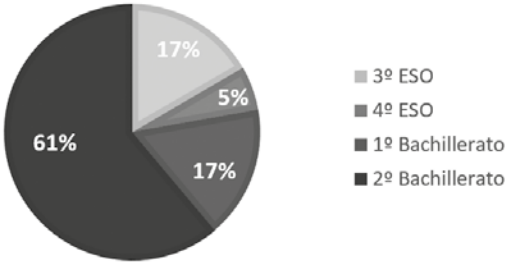

Figura 9. Último curso donde los alumnos han dado dibujo técnico.

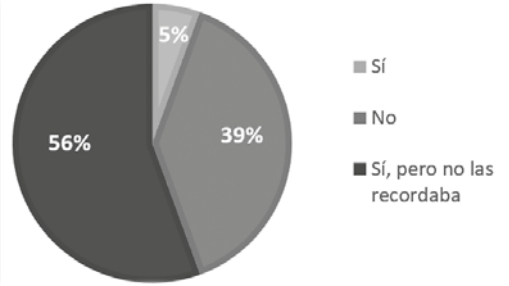

Figura 10. Conocimiento previo sobre las redes cristalográficas.

En el Bloque II, las cuestiones buscaban conocer si el alumnado había entendido las estructuras cristalinas. Se preguntaron cuestiones técnicas acerca del factor de empaquetamiento atómico, sobre la celdilla unidad, sobre la estructura más compacta, etc. Los resultados fueron realmente satisfactorios, con aciertos comprendidos entre el 80 y el 100 % del alumnado. Además, se les preguntó directamente si entendían todos los conceptos o tenían alguna duda (Figura 11). Los resultados son positivos, ya que 14 alumnos (78 %) aseguran haberlo entendido y tres alumnos han entendido casi todo salvo conceptos puntuales como la constante reticular, el factor de empaquetamiento o la vista donde los átomos figuran como esferas rígidas. Por otro lado, se preguntó por la dificultad de comprensión espacial de las diferentes redes estudiadas (Figura 12), viéndose que para el 72 % del alumnado la estructura más difícil de entender fue la HCP.

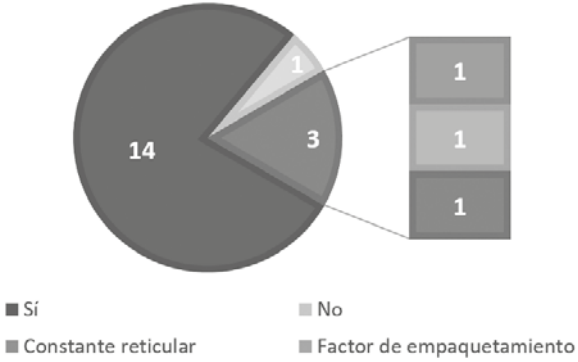

Figura 11. Respuestas de los alumnos a la pregunta sobre las redes y sus conceptos asociados.

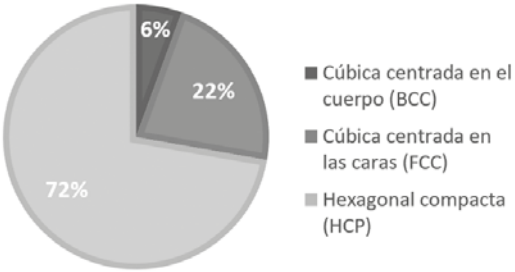

Figura 12. Respuestas de los alumnos a la pregunta sobre la red más difícil de entender.

En la última parte del cuestionario (Bloque III) se indagó en la comparación entre los diferentes métodos. Los resultados muestran que el 67 % de los alumnos consideraba que si solo hubieran usado el libro de texto no habrían sido capaces de comprender espacialmente las redes cristalográficas (Figura 13). Al mismo tiempo, el 83,3 % indicó que la metodología con la que mejor habían entendido las redes cristalinas había sido la metodología basada en el uso de las TIC (Figura 14), a la vez que el 72 % consideró esta metodología la más motivadora de las tres empleadas (Figura 15).

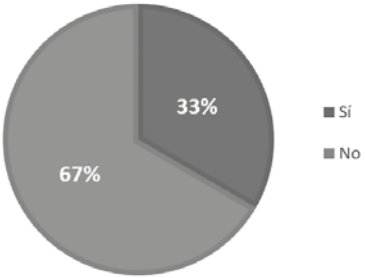

Figura 13. Respuestas de los alumnos a la pregunta sobre si hubiera sido más difícil comprender las redes cristalográficas únicamente con la información del libro de texto.

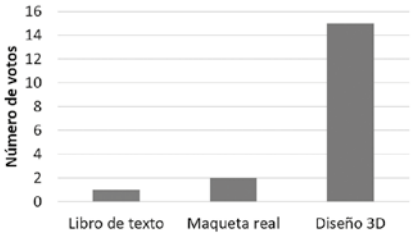

Figura 14. Respuestas de los alumnos a la pregunta sobre el método didáctico más útil.

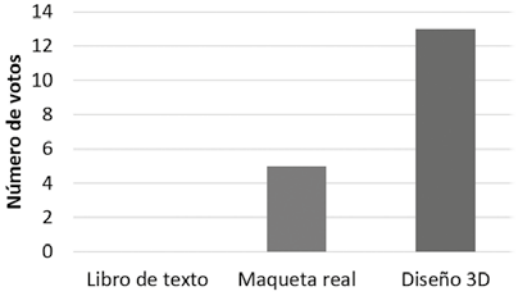

Figura 15. Respuestas de los alumnos a la pregunta sobre el método más motivador.

5. Discusión

Pese a que la mayoría del alumnado cree no tener una buena visión espacial (Figura 8), muchos están cursando Dibujo Técnico (Figura 9) en 2.º de bachillerato. Por tanto, el hecho de cursar asignaturas que potencien la inteligencia espacial no garantiza que los alumnos tengan una buena capacidad de visión espacial. Sin embargo, como demuestran estudios previos (Crown, 2001), esta se puede mejorar a base de entrenamiento. De no haber cursado Dibujo Técnico, muchos alumnos tendrían una visión espacial menos desarrollada.

Es interesante conocer los conceptos previos que tienen los alumnos sobre el tema. Según los datos (Figura 10), a excepción de un alumno, todos parten de un conocimiento nulo. Este aspecto es fundamental de cara a estudiar diferentes metodologías de enseñanza. Si el 50 % hubiera tenido ya unos conocimientos formados sobre las estructuras cristalinas, los resultados obtenidos en el estudio de diferentes metodologías no serían correctos.

Los alumnos, después de haber seguido el proceso metodológico planteado en la Figura 1, han demostrado tener un buen nivel de conocimiento de los conceptos clave de las redes cristalográficas (factor de empaquetamiento atómico, celdilla unidad, volumen ocupado por los átomos, etc.). Esto sugiere que el uso de las tres metodologías es eficaz y que unas refuerzan a otras. No se puede asegurar que ninguna metodología sea eficaz de manera independiente, pero sí que el uso de las tres ordenadas tal como se ha planteado en este estudio puede resultar eficaz. A pesar de ello, los alumnos consideran que la metodología basada en las TIC es la más eficaz y motivadora (Figuras 14 y 15).

Relacionando los datos de las Figuras 8 y 13, se observa que el número de alumnos que consideraban que tenían buena visión espacial coincide con el número de alumnos que creen que hubieran entendido cualquier estructura utilizando únicamente el libro de texto. Para las personas con buena capacidad de visión espacial es suficiente mostrar una imagen en 2D para que comprendan espacialmente las redes tridimensionales, pero para las personas que no tienen tan desarrollada la inteligencia espacial esta nueva metodología, basada en el uso de las TIC, puede resultar de gran ayuda.

Dadas las dificultades que presenta la docencia de conceptos espaciales –tanto al docente que tiene que enfrentarse a dar una explicación en 2D de algo tridimensional, como al discente que tiene la limitación de su propia capacidad de visualización espacial–, la inclusión de un método innovador que favorezca la interactividad con elementos 3D aporta ventajas importantes. Este es el caso de las redes cristalográficas.

6. Conclusiones

El objetivo de este estudio era analizar una metodología novedosa para la enseñanza de conceptos y elementos tridimensionales como las estructuras cristalinas. Para ello se han comparado diferentes metodologías. Para realizar esta comparativa se han utilizado herramientas tanto analógicas o palpables (libro de texto, maquetas) como digitales o basadas en TIC (programa de diseño 3D, cuestionario *online*).

Los alumnos con buena inteligencia espacial son capaces de entender las estructuras cristalinas utilizando únicamente las imágenes que aparecen en el libro de texto. Sin embargo, son minoría respecto a los que no tienen buena visión espacial. La mayoría de los alumnos asegura haber entendido mejor las diferentes redes cristalinas con el método innovador.

Gracias al método que utiliza un programa de diseño 3D para facilitar el aprendizaje y la comprensión de elementos tridimensionales, no solo lo han entendido mejor, sino que también se han sentido más motivados en su aprendizaje. Se debe destacar la importancia que tienen los resultados, ya que gracias a este método alumnos con una inteligencia espacial menos desarrollada pueden entender mejor conceptos dependientes de formas y elementos tridimensionales. Además, los alumnos de Tecnología Industrial II han conocido una herramienta muy extendida en el mundo laboral de la ingeniería y el diseño como es SolidWorks.

Para finalizar, cabe señalar que este estudio puede servir como base para futuras líneas de investigación sobre la enseñanza de elementos

tridimensionales y la importancia de la visualización espacial en la educación incluyendo otro tipo de herramientas TIC como la impresión 3D o las gafas de realidad virtual, que pueden apoyarse en los diseños realizados en este trabajo.

Bibliografía

Ashby, M. F. y Jones, D. R. (2013): *Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing*, Oxford, Butterworth Heinemann-Elsevier.

Bullón, P. *et al.* (2008): *Alfabetización digital de los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Sevilla*, Sevilla, Universidad de Sevilla.

Callister, W. D. (2007): *Materials Science and Engineering: An Introduction*, Nueva York, John Wiley & Sons.

Casas, L. y Estop, E. (2015): «Virtual and printed 3D models for teaching crystal symmetry and point groups». *Journal of Chemical Education*, n.º 92 (8), pp. 1338-1343.

Crown, S. W. (2001): «Improving visualization skills of engineering graphics students using simple JavaScript web based games». *Journal of Engineering Education,* n.º 90 (3), pp. 347-355.

Dawes, L. (2001): «What stops teachers using new technology?». En Leask, M. (ed.), *Issues in Teaching Using ICT,* Londres, Routledge, pp. 61-80.

Del Moral, M. E. y Villalustre, L. (2010): «Formación del Profesor 2.0: desarrollo de competencias tecnológicas para la escuela 2.0». *Magister. Revista Miscelánea de Investigación*, n.º 23, pp. 59-70.

Gardner, H. (1983): *Frames of Mind: The Theory of Multiples Intelligences*, Nueva York, Basic Books.

_____ (1993): *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*, Nueva York, Basic Books.

_____ (1999): *The disciplined mind: What all students should understand*, Nueva York, Simon & Schuster.

Gómez, A.; Parramón, E. y Sánchez-Seco, C. (2018): *Tecnología Industrial II,* San Sebastián, Donostiarra.

Hsi, S.; Linn, M. C. y Bell, J. E. (1997): «The Role of Spatial Reasoning in Engineering and the Design of Spatial Instruction». *Journal of Engineering Education*, n.º 86 (2), pp. 151-158.

Mangonon, P. L. (1999): *The Principles of Materials Selection for Engineering Design*, Upper Saddle River, Prentice Hall.

Oz, C.; Serttas, S.; Ayar, K. y Findik, F. (2015): «Effect of virtual welding simulator on TIG welding training». *Journal of Materials Education*, n.º 37 (5-6), pp. 197-217.
Prieto, G. y Velasco, A. (2010): «Does spatial visualization ability improve after studying technical drawing?». *Quality & Quantity,* n.º 44 (5), pp. 1015--1024.
Salinas, J. (2004): «Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria». *International Journal of Educational Technology in Higher Education* (ETHE), n.º 1 (1), pp. 1-16.
Shackelford, J .F. (1998): *Introduction for Materials Science for Engineers,* Upper Saddle River, Prentice Hall.
Smith, W. F. y Hashemi, J. (2009): *Foundations of Materials Science and Engineering,* Nueva York, Mcgraw-Hill.
Vergara, D. (2019): «Imposición de los laboratorios virtuales en la educación del siglo XXI». *Eduweb,* n.º 13 (2), pp. 119-128.
Vergara, D. y Rubio, M. P. (2013): «Una innovadora metodología para ejercitar la capacidad de visión espacial de los estudiantes de ingeniería». *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, n.º 11 (1), pp. 329-347.
Vergara, D.; Lorenzo, M. y Rubio, M. P. (2015): «Virtual environments in materials science and engineering: The students' opinion». En Lim, H. L. (ed.), *Handbook of Research on Recent Developments in Materials Science and Corrosion Engineering Education,* Hershey, IGI Global, pp. 1465-1483.
Vergara, D.; Rubio, M. P. y Lorenzo, M. (2018). «A virtual resource for enhancing the spatial comprehension of crystal lattices». *Education Sciences,* n.º 8 (4), p. 153.
Vergara, D.; Extremera, J.; Rubio, M. P. y Dávila, L. P. (2019): «Meaningful learning through virtual reality learning environments: A case study in materials engineering». *Applied Sciences*, n.º 9, p. 4625.
Zhang, P. y Aikman, S. (2007): «Attitudes in ICT Acceptance and Use». En Jacko, J. A. (ed.), *Human-Computer Interaction. Interaction Design and Usability,* Heidelberg, Berlin, Springer, pp. 1021-1030.

Este libro se terminó de imprimir en Zaragoza
el 14 de junio de 2022 con motivo de la celebración
de las X Jornadas de Innovación Docente de la
Universidad San Jorge