
Room Escape: una propuesta de gamificación transversal en el Grado en Fisioterapia

Sandra Calvo Carrión

Carolina Jiménez Sánchez

Raquel Lafuente Ureta

Sara Pérez Palomares

M.^a Pilar López Royo

Lindsey Bruton

Facultad de Ciencias de la Salud

Universidad San Jorge

1. Introducción

La actividad *Room Escape* se realizó enmarcada en el 2.º curso del Grado en Fisioterapia de la Universidad San Jorge, dentro de las asignaturas Procedimientos Generales de Fisioterapia 1 (PGF 1) y Valoración en Fisioterapia (VEF) en el primer semestre del curso 2017-2018. La actividad fue valorada muy positivamente en su primera versión durante el curso 2016-2017, cuando se introdujo únicamente en la asignatura de PGF 1. El objetivo principal de la presente buena práctica fue generar una integración de los contenidos de las dos asignaturas (PGF 1 y VEF) trabajando el proceso de razonamiento transversal de los conceptos claves de ambas asignaturas dentro del contexto de resolución de casos clínicos reales que proporciona la actividad *Room Escape*. Las dos asignaturas son complementarias, permitiendo integrar dentro de la realización de la actividad la exposición de casos clínicos cuasirreales sobre valoración, por un lado, y el tratamiento específico del paciente, por otro.

Posteriormente, la actividad fue evaluada cuantitativamente y cualitativamente a través de cuestionarios *online* en los que fueron analizados aspectos relacionados con la preparación previa de la actividad por parte de los estudiantes, con la propia actividad y con su evaluación. Se valoró la percepción de los alumnos de la efectividad de la actividad como manera de integrar contenidos y aplicar conocimientos teóricos como preparación de los exámenes de primera convocatoria.

2. Marco teórico

La integración y el uso de la gamificación como herramienta pedagógica radican en la existencia de una necesidad de cambio en el modo de impartición de la docencia y, sobre todo, de una necesidad intrínseca del

- RUBEN, B. D. (1999): «Simulations, games, and experience-based learning: The quest for a new paradigm for teaching and learning». *SAGE Journal. Simulation & Gaming*, n.º 30, pp. 498-505.
- WERBACH, K. y HUNTER, D. (2015): *The Gamification Toolkit: Dynamics, Mechanics, and Components for the Win*, Filadelfia, Wharton Digital Press.
- ZEPEDA-HERNÁNDEZ, S.; ABASCAL-MENA, R. y LÓPEZ-ORNELAS, E. (2016): «Integración de gamificación y aprendizaje activo en el aula». *Revista Ra Ximhai*, n.º 12 (6), pp. 315-325.

Aprender ciencia replicando ciencia para comprender las propiedades de la materia (en ESO)

Beatriz Carrasquer Álvarez

Adrián Ponz Miranda

Facultad de Ciencias Sociales y Humanas

Universidad de Zaragoza

1. Introducción

En la última década se ha ido haciendo patente la preocupación social por las dificultades para el aprendizaje significativo de contenidos básicos del currículo de ciencias en diversos niveles educativos, así como por la disminución prolongada de las vocaciones científicas entre los jóvenes. Una razón principal es el bajo nivel de formación científica de la ciudadanía, a pesar de que el conocimiento científico y tecnológico se encuentra en constante evolución (Rocard, 2007; OECD, 2016). Autores como Criado y Guzmán (2014) concluyen que este declive puede deberse a la lejanía entre los conocimientos impartidos y las experiencias vitales de los estudiantes. En otros trabajos (Bermúdez, Díaz, Lía y Gavidia, 2014) ello se justifica con una escasa actualización de los libros de texto de educación secundaria. De acuerdo con autores como Neira (2013) u otros trabajos (Raviolo, Moscato y Schnersch, 2005) la razón defendida por los autores es la incompreensión o falta de reflexión conceptual o el inadecuado manejo de razonamientos.

Las ideas que los estudiantes se forman sobre el mundo natural de manera espontánea son preadquiridas y normalmente sin visión científica. No obstante, muchas veces están extendidas entre sus iguales, incorporadas con una cierta lógica en su estructura cognitiva, y perduran y son trabajadas por ellos mismos como base para el desarrollo de ideas con enfoque científico. Para llegar a la comprensión por parte de los estudiantes, se hace entonces necesaria la puesta en práctica en el aula de métodos indagativos que contextualicen los fenómenos. Así, es fundamental la acción física directa, la experiencia con el objeto real, tal y como se defiende en diferentes trabajos (Crujeiras, Gallástegui y Jiménez, 2013; Otero y Crujeiras, 2015), así como la participación activa del alumnado como un factor fundamental para un aprendizaje efectivo, orientada por el docente (Minner, Levy y Century, 2010; Landau, Ricchi y Torres, 2014). La implantación de este

tipo de metodologías en el aula no es sencilla, debido a la resistencia al cambio por parte del profesorado y del alumnado en ocasiones, a la incertidumbre por percepción de falta de formación por parte del propio profesorado y a la necesidad de organización en clases numerosas, tal y como concluye Abel (2012). Sin embargo, es eficaz, tanto en lo relativo al proceso de enseñanza-aprendizaje, como en relación al alto nivel de inteligencia emocional demostrado en actividades de este tipo basadas en la reflexión y la resolución. Así, son varios los autores (Doménech, 2012; Megascini y Mordeglia, 2014) que opinan que deberían ponerse en práctica con mayor frecuencia en los centros educativos españoles actividades prácticas en las que los alumnos sean partícipes y protagonistas, y no únicamente prácticas con conclusión prefijada sin conexión con la vida real. Algunos autores como Andriessen, Phalet y Lens (2006) o Lavonen y Laaksonen (2009) afirman que el rendimiento de los estudiantes y su motivación aumentan cuando están convencidos de la utilidad de lo que están aprendiendo. Otros estudios (Di Giusto, Martín y Arnaiz, 2014; Hinojosa y Sanmartí, 2015) han demostrado la vinculación de los aspectos emocionales con la indagación y el alto grado de compromiso del docente percibido por los estudiantes.

Se presenta una buena práctica en innovación docente integrada por programas de actividades enfocados hacia el uso de la indagación. Se pretende la adquisición de competencias, con base en contenidos del Bloque 2 de la asignatura Física y Química de 2.º de ESO («La materia»; en concreto, sistemas materiales, sustancias puras y mezclas, y fuerzas intermoleculares) de acuerdo a los contenidos descritos en la Corrección de errores de la Orden ECD/1361/2015 (Gobierno de España, 2015), y la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón (Gobierno de Aragón, 2016). En concreto:

Conceptuales:

1. Justificar las propiedades y aplicaciones de una sustancia a partir de la naturaleza de su enlace químico.
2. Reconocer la influencia de las fuerzas intermoleculares en el estado de agregación y propiedades de sustancias de interés.
3. Describir el procedimiento seguido y el material utilizado en la preparación de disoluciones.
4. Determinar valores de concentración y expresarla correctamente.

Procedimentales:

5. Realizar experiencias sencillas de preparación de disoluciones.
6. Interpretar y analizar datos.

Actitudinales:

7. Identificar y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.
8. Adquirir actitudes positivas hacia la ciencia y el aprendizaje de las ciencias.

Por otra parte, los objetivos marcados en relación a la mejora del aprendizaje del alumnado son los siguientes:

Conceptuales:

1. Conseguir el aprendizaje significativo de contenidos básicos del currículo de ciencias.

Procedimentales:

2. Acercar los conocimientos impartidos a los estudiantes a través de experiencias vitales contextualizadas.
3. Mejorar la reflexión conceptual y el manejo de razonamientos en relación a determinados contenidos de ciencias.

Actitudinales:

4. Hacer a los alumnos partícipes y protagonistas de su aprendizaje, mediante la acción física directa, y la experiencia con el objeto real, aumentando su rendimiento y su motivación.

Las actividades presentadas se han desarrollado durante el curso 2017-2018, en el Colegio Sansueña (Zaragoza) y en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad de Zaragoza. El trabajo se ha realizado gracias a la colaboración del alumnado de dichos niveles formativos, tanto el alumnado de las dos vías de 2.º de ESO del Colegio Sansueña (50 alumnas en total) como 54 alumnos del Grado en Magisterio de Educación Primaria de la citada facultad. El profesorado implicado ha sido el del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la facultad, con la colaboración del profesorado encargado de la docencia de Física y Química en 2.º de ESO en el Colegio Sansueña.

2. Marco teórico

En la última década se ha demostrado el papel relevante en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la indagación, haciendo uso del conocimiento para resolver cuestiones, en coordinación con la recogida de datos y pruebas y su análisis, el uso de recursos materiales, y la evaluación y discusión acerca de los resultados y la extracción de conclusiones, fomentando el interés y favoreciendo el desarrollo de la competencia científica. Ello se ha visto reflejado tanto en informes y evaluaciones a nivel europeo (Rocard, 2007; Gobierno de España, 2009; OECD, 2016) como internacional (IAP, 2010).

Los estudiantes usan y desarrollan habilidades de investigación científica que deben completarse con pruebas y fuentes de información, y con un proceso de discusión para generar nuevas ideas que pueden ser comprobadas por los estudiantes, así como sus propias ideas (Harlen, 2006, 2010), buscando, con ayuda del profesorado, explicación a determinados fenómenos y haciendo predicciones basadas en hipótesis. La aplicación de estrategias didácticas mediante actividades prácticas próximas a la realidad cotidiana del estudiante presentadas por diversos autores (Raviolo, Moschato y Schnersch, 2005; Mazzitelli *et al.*, 2006; Palacios y Criado, 2014) pone de manifiesto la necesidad de este tipo de actividades para disminuir las dificultades que presentan los alumnos en la comprensión de conceptos de ciencias en relación con la materia.

En la etapa de educación secundaria, Chen y Howard (2010), Fernández, Rodríguez y Martínez (2015) y Vázquez y Manassero (2015) consideran como propuesta innovadora y efectiva en cuanto a la actitud hacia el aprendizaje del alumnado el fomento de la búsqueda y la gestión de la información y el desarrollo de procesos de indagación vinculados a la vida cotidiana. De acuerdo con Vílchez y Bravo (2015), para tener óptimos resultados la investigación debería ser guiada por los docentes y abierta, siendo el alumnado participante tanto de la cuestión que resolver como del método seguido para resolverla.

Mediante la experiencia descrita se ha estudiado el valor didáctico en 2.º de ESO del uso de metodologías indagativas en el aprendizaje de determinadas competencias del bloque ya mencionado, «La materia», así como para cubrir los objetivos ya mencionados. Todo ello se describe en detalle en el siguiente apartado.

3. Desarrollo

Se presentan en este apartado las actividades incorporadas dentro de la unidad didáctica (UD) «Indagando acerca de la materia», realizadas en grupos de 4-5 estudiantes de 2.º de ESO como inicio de este bloque. En la Tabla 1 se detallan las características de la UD, incluyendo, la temporalización (Temp.) y la estructura (Sesiones), así como los instrumentos de evaluación, el bloque de contenidos trabajado, los criterios de evaluación (Crit. Eval.), las competencias básicas (CCBB), los objetivos y los elementos transversales (El. Trans.) trabajados. La tabla se finaliza con metodología (Met.), recursos e instrumentos utilizados. La estructura de las sesiones se resume en la Tabla 2 (lugar de implementación, conceptos trabajados, actividades realizadas y etapas del método científico implementadas).

En la Figura 1 se muestran fotografías tomadas durante la implementación de la propuesta presentada.



Figura 1. Fotografías tomadas durante la implementación de las actividades en 2.º de ESO.

A los estudiantes de Magisterio se les pidió que rellenaran un cuestionario por grupos de 3-4 personas (durante 15 minutos) con preguntas similares a las cuestiones planteadas al alumnado de 2.º de ESO en la lluvia de ideas inicial basadas en los objetivos de aprendizaje

trabajados en la unidad didáctica. Posteriormente (durante otros 15 minutos) se pusieron en común las respuestas. Sin duda el origen de los alumnos del grado es diverso, así como su formación a nivel de secundaria obligatoria. No obstante, y dado que van a tener que enfrentarse a su faceta docente en el aula, como futuros formadores su nivel ideas previas acerca de conceptos básicos de ciencias se considera de interés, así como su percepción acerca de la utilidad del tipo de metodologías utilizadas en la experiencia.

TÍTULO	
Indagando acerca de la materia	
Ciclo y curso	2.º de ESO.
Temp.	Primer trimestre curso 2017-2018 (semanas del 16-20 al 23-27 de octubre y última semana se noviembre).
Sesiones	4 sesiones de 50 minutos en dos vías A y B (8 sesiones en total).
Bloque	Bloque 2: La materia.
Crit. Eval.	Crit. FQ. 2.1, Crit. FQ. 3.3, Crit. FQ. 4.1, Crit. FQ. 4.2.
Inst. eval.	Rúbricas de evaluación (cualitativas, con rangos de evaluación holgados), guiones y trabajos de los programas de actividades. Lluvia de ideas pre y post.
CCBB	Lingüística, matemática, ciencia y tecnología, aprender a aprender, iniciativa y espíritu emprendedor.
Objetivos	Especificados en el apartado 1.
El. Transv.	1, 2 y 3: Comprensión lectora, expresión oral y escrita, comunicación audiovisual, TIC, emprendimiento y educación cívica y constitucional, creatividad, autonomía, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
Contenidos	Propiedades de la materia, estados de agregación, cambios de estado, modelo cinético-molecular, sustancias puras y mezclas, mezclas de especial interés: disoluciones acuosas, aleaciones y coloides.
Met.	Enfoque globalizador, activo, desarrollando su individualidad y su espíritu creador (constructivismo), cooperativo, heurístico.
Recursos	Materiales: TIC, material de laboratorio. Instalaciones: sala ordenadores, laboratorio.

Tabla 1. Descripción de la unidad didáctica «Indagando acerca de la materia».

ESTRUCTURA	
Indagando acerca de la materia	
Sesiones 1 y 2	
Lugar	Aula habitual donde se imparten las clases, con ordenador, cañón y conexión a Internet.
Conceptos	Concepto de materia y cómo influyen la distancia entre las partículas, su cantidad de movimiento y sus interacciones y las fuerzas que existen entre ellas en el estado de agregación de la materia.
Actividades	Lluvia de ideas-debate inicial, primero por grupos de 4-5, y puesta en común (15 minutos). Visionado de experiencias mostrando diversos tipos de sustancias cotidianas en diversos estados de agregación sufriendo cambios físicos (20 minutos) ¹ . Lluvia de ideas y debate final (10 minutos).
Sesiones 3 y 4	
Lugar	Laboratorio de química.
Conceptos	Diferencia entre sustancias puras y mezclas, mezclas de especial interés: disoluciones acuosas.
Actividades	Lluvia de ideas-debate inicial, por grupos de 3-4 personas, y puesta en común (15 minutos). Planear el desarrollo e implementar experiencias de preparación de disoluciones acuosas (etapas, materiales, cálculos) para resolver problemas concretos planteados (20 minutos). Lluvia de ideas y debate final (10 minutos). Etapas de método científico implementadas: planteamiento de problema, desarrollo de hipótesis, toma de datos, comprobación de resultados y contraste con hipótesis planteadas.

Tabla 2. Estructura de las sesiones de la unidad didáctica «Indagando acerca de la materia».

La evaluación de la unidad didáctica «Indagando acerca de la materia» se ha llevado a cabo del modo siguiente:

Como instrumentos de evaluación se han utilizado rúbricas de evaluación (cualitativas, con rangos de evaluación holgados) para cada estándar de cada uno de los criterios de los contenidos trabajados. Se detallan en el Anexo 2. Se utilizan para evaluar las respuestas de la lluvia de ideas inicial y final (se presentan en el Anexo 1 las cuestiones planteadas y las respuestas dadas en porcentaje) y los informes de laboratorio (se han valorado además la predicción y la comprobación de hipótesis, el procedimiento planteado para realizar la experiencia,

¹ Tras cada pausa destinada al debate sobre cada una de las cuestiones, por orden, una por una, se continuaba el audiovisual (Wegener, 2013), para contrastar y poner en común las diferencias y similitudes entre las respuestas que la clase había ido dando y el desenlace real de la experiencia mostrado en el vídeo, reorientando la pregunta en caso de desconcierto.

la recogida de datos, la presentación de resultados y las conclusiones) para comprobar si han adquirido las competencias deseadas.

Se acabó con una autoevaluación para detectar en su caso puntos débiles y posibles mejoras en la implementación de la unidad didáctica.

4. Resultados

En relación al grado de consecución de los objetivos de enseñanza-aprendizaje en 2.º de ESO, se muestra un resumen de los resultados en la Figura 2, con base en las rúbricas diseñadas para los distintos estándares que se evalúan (Anexo 2). Se observa una mejora en el porcentaje de alumnado competente-muy competente antes y después de desarrollar la actividad, llegando a porcentajes muy cercanos al 100 % en varios de los estándares evaluados. Estudios como los de French y Russell (2002) afirman que con la puesta en práctica de los diferentes procedimientos propios de la ciencia, tal y como sucede en la experiencia presentada, el alumnado adquiere nuevos aprendizajes de manera significativa. Lo resultados confirman, además, que los objetivos marcados en relación a la mejora del aprendizaje del alumnado también se alcanzan, consiguiendo un aprendizaje significativo de contenidos básicos del currículo de ciencias y mejorando la reflexión conceptual mediante experiencias en contacto/cercanas al objeto real y contextualizadas, así como la argumentación/justificación de lo aprendido, lo cual se corrobora con los resultados obtenidos de otros autores (Garriz, Espinosa, Labastida y Padilla, 2009).

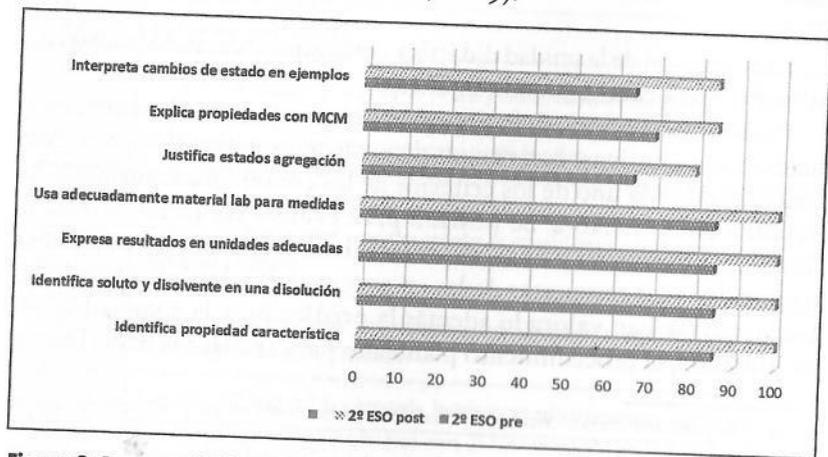


Figura 2. Porcentaje de alumnado competente-muy competente.

Se demuestran las afirmaciones que, desde hace décadas, autores como Vygotsky (1978, 2009) o Postman y Weingartner (1981) vienen haciendo acerca de la utilidad de la adquisición de capacidades de base y la investigación activa como herramienta útil para un aprendizaje significativo, así como la resolución de problemas con unas pautas previas, es decir, aprendizaje guiado cooperativo.

En cuanto a la opinión del alumnado de 2.º de ESO acerca de la experiencia presentada, se resume en la Figura 3. Se puede observar que es positiva en lo relativo a la percepción de utilidad tanto para la adquisición de competencias de manera significativa como para la adquisición de una imagen positiva de la ciencia. La opinión del alumnado del Grado en Magisterio acerca de este tipo de metodologías se incluye en la Figura 4. Las opciones de respuesta han sido cerradas (nada, poco, bastante, mucho).

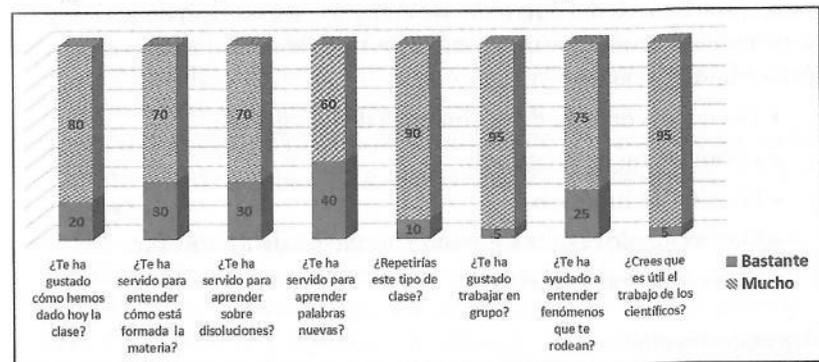


Figura 3. Opinión del alumnado de 2.º de ESO acerca de la experiencia.

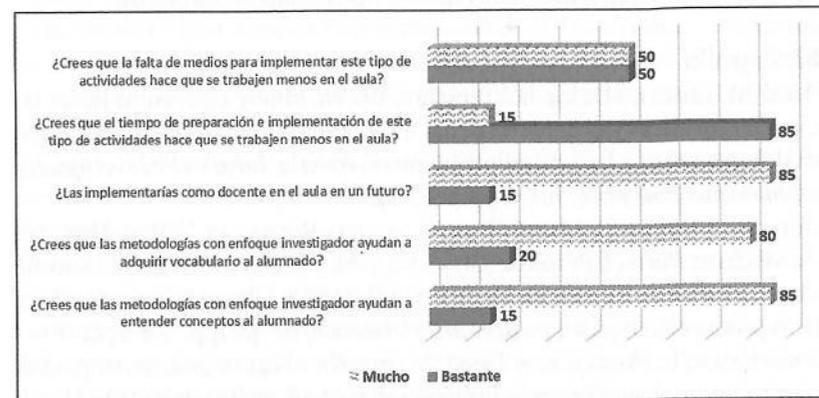


Figura 4. Opinión del alumnado de 2.º de ESO acerca de la experiencia.

5. Conclusiones

Los currículos y los planes de estudio más recientes impulsan el cambio hacia el tipo de metodologías utilizadas en la experiencia presentada. Sin embargo, la realidad es que en la mayoría de las aulas es diferente (Aguilera-Morales *et al.*, 2018), a pesar de la buena opinión y la utilidad percibida por el alumnado y demostrada con la evaluación, tal y como se pone de manifiesto en el trabajo presentado.

En cuanto a limitaciones observadas en la implementación, están relacionadas principalmente con una falta de hábito hacia el tipo de metodologías implementadas por parte del alumnado y al tiempo demandado en su preparación e implementación, tal y como manifiestan autores como Abel (2012) y Aguilera-Morales *et al.* (2018).

Se considera positivo ampliar la muestra de estudio y/o incluir otros conceptos básicos del currículo de ciencias en este tipo de actividades y, de manera general, utilizar más este tipo de metodologías en el aula para adquirir práctica en:

- Ejecución correcta de la dinámica de indagación.
- Formulación de preguntas.
- Emisión de hipótesis.
- Extracción de resultados e interpretación de los mismos.
- Expresión oral y escrita.

Agradecimientos

Adrián Ponz pertenece al grupo Beagle del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Zaragoza.

Bibliografía

ABEL, M. (2012): «Desde la literatura, ópera, cine y televisión hasta las ciencias jurídicas y el derecho penal mediante la nueva técnica pedagógica del aprendizaje basado en problemas». *Revista Jurídica de Investigación e Innovación Educativa*, n.º 5, pp. 87-104.

AGUILERA-MORALES, D.; MARTÍN-PÁEZ, T.; VALVIDIA-RODRÍGUEZ, V.; RUIZ-DELGADO, A.; WILLIAMS-PINTO, L.; VÍLchez-GONZÁLEZ, J. M. y PERALES-PALACIOS, F. J. (2018): «La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española». *Revista de Educación*, n.º 381, pp. 259-274.

ANDRIESSEN, I.; PHALET, K. y LENS, W. (2006): «Future goal setting, task motivation and learning of minority and non-minority students in Dutch schools». *British Journal of Educational Psychology*, n.º 76, pp. 827-850.

BERMÚDEZ, G.; DÍAZ, S.; LÍA, A. y GAVIDIA, V. (2014): «La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria obligatoria española». *Enseñanza de las Ciencias*, n.º 32 (3), pp. 285-302.

CHEN, C. H. y HOWARD, B. (2010): «Effect of live simulation on middle school students attitudes and learning toward science». *Educational Technology & Society*, n.º 13 (1), pp. 133-139.

CRiado, A. M. y GUZMÁN, M. C. (2014): «¿Cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial? Sugerencias a partir de un análisis curricular comparativo en torno a las finalidades y contenidos de la ciencia escolar». *Enseñanza de las Ciencias*, n.º 32 (3), pp. 249-266.

CRUJEIRAS, B.; GALLÁSTEGUI, J. R. y JIMÉNEZ, M. P. (2013): «Indagación en el laboratorio de Química». *Alambique*, n.º 74, pp. 49-56.

DI GIUSTO, C.; MARTÍN, M. A.; ARNAIZ, A. y GUERRA, P. (2014): «Competencias personales y sociales en adolescentes». *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 66, pp. 89-104.

DOMÉNECH, F. (2012): «Análisis de los estilos de pensamiento que utilizan los profesores españoles en el aula». *Revista de Educación*, n.º 358, pp. 497-522.

FERNÁNDEZ, M. J.; RODRÍGUEZ, J. M. y MARTÍNEZ, A. (2015): «Práctica docente del profesorado de educación secundaria obligatoria en España según TALIS 2013». *Revista Española de Pedagogía*, n.º 261, pp. 219-224.

FERRÉS, C.; MARBÀ, A. y SANMARTÍ, N. (2014): «Evaluación de la competencia de indagación científica de los bachilleres». Grup LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona. [Soporte digital, Internet]. Recuperado el 31 de agosto de 2018 de: <<http://www.uhu.es/26edce/actas/docs/comunicaciones/posteres/pdf/110.3-Ferres-3-P.pdf>>.

FRENCH, D. y RUSSELL, C. (2002): «Do graduate teaching assistants benefit from teaching inquiry-based laboratories?». *Bioscience*, n.º 52 (11), pp. 1036-1041.

GARRITZ, A.; ESPINOSA, J. S.; LABASTIDA, D. V. y PADILLA, K. (2009): «El conocimiento didáctico del contenido de la indagación. Un instrumento de captura». X Congreso Mexicano de Investigación Educativa, Veracruz (México), 21-25 de septiembre de 2009. Recuperado de: <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_05/ponencias/0411-F.pdf>.

GOBIERNO DE ARAGÓN (2016): *Informe 2016 sobre la situación del Sistema Educativo en Aragón*. Consejo Escolar de Aragón y Gobierno de Aragón. Zaragoza. ISSN: 2340-1907. [Soporte digital, Internet]. Recuperado el 31 de agosto de 2018 de: http://www.educaragon.org/files/informe_2016_curso_14-15.pdf.

GOBIERNO DE ESPAÑA (2015): «Corrección de errores de la Orden ECD/1361/2015, de 3 de julio, por la que se establece el currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato para el ámbito de gestión del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, y se regula su implantación, así como la evaluación continua y determinados aspectos organizativos de las etapas». Boletín Oficial del Estado, n.º 173, pp. 60369-61544. BOE-A-2015-8149.

HARLEN, W. (2006): *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12*, Londres, Sage.

_____ (2010): *Principles and Big ideas of Science Education*, Hatfield, Association for Science Education.

HINOJOSA, J. y SANMARTÍ, A. (2015): «La autorregulación metacognitiva como medio para facilitar la transferencia en mecánica». *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, n.º 12 (2), pp. 249-263.

HOFSTEIN, A. (2004): «El laboratorio en la educación de la química: Treinta años de experiencia con desarrollos, implementación e investigación». *Chemistry Education Research and Practice*, n.º 5 (3), pp. 247-264.

IAP (INTERACADEMY PANEL ON INTERNATIONAL ISSUES) (2010): *International Conference: Taking Inquiry-Based Science Education into the Secondary School*. [Soporte digital, Internet]. Recuperado el 10 de junio de 2018 de: www.interacademies.net/File.aspx?id=15174.

LANDAU, L.; RICCHI, G. y TORRES, N. (2014): «Disoluciones: ¿Contribuye la experimentación a un aprendizaje significativo?». *Educación Química*, n.º 25 (1), pp. 21-29.

LAVONEN, J. y LAAKSONEN, S. (2009): «Context of Teaching and Learning School Science in Finland: Reflections on PISA 2006 Results». *Journal of Research in Science Teaching*, n.º 46 (8), pp. 922-944.

MAZZITELLI, C.; MATURANO, C.; NÚÑEZ, G. y PEREIRA, R. (2006): «Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos». *Eureka. Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, n.º 3 (1), pp. 33-50.

MENGASCINI, A. y MORDEGLIA, C. (2014): «Caracterización de las prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria». *Enseñanza de las Ciencias*, n.º 32 (2), pp. 71-89.

MINNER, D. D.; LEVY, A. J. y CENTURY, J. (2010): «Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984-2002». *Journal of Research in Science Teaching*, n.º 47 (4), pp. 474-496.

NEIRA, G. I. (2013): «Dificultades detectadas al pasar del álgebra al cálculo en educación matemática». *Revista Infancias Imágenes*, n.º 12 (1), pp. 44-50.

OCDE (2016): *Pisa 2015. Resultados clave*. [Soporte digital, Internet]. Recuperado el 31 de agosto de 2018 de: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>.

OTERO, S. y CRUJEIRAS, B. (2016): «Indagación en el laboratorio de física de secundaria: ¿cuáles serían las mejores condiciones para hacer kayak?». *ReiDoCrea*, n.º 5, pp. 235-246.

PALACIOS-DÍAZ, R. y CRIADO GARCÍA-LEGAZ, A. M. (2014): *Concepto de volumen de agua desplazada en estudiantes de secundaria*. [Soporte digital, Internet]. Recuperado el 31 de agosto de 2018 de: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/32891>.

POSTMAN, N. y WEINGARTNER, C. (1981): *La enseñanza como actividad crítica*, Barcelona, Fontanella.

RAVIOLO, A.; MOSCATO, M. y SCHNERSCH, A. (2005): «Enseñanza del concepto de densidad a través de un modelo analógico». *Revista de Enseñanza de la Física*, n.º 18 (2), pp. 93-103.

ROCARD, M. (2007): *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. [Soporte digital, Internet]. European Commission. Recuperado el 10 de junio de 2018 de: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

VÁZQUEZ, A. y MASSANERO, M. A. (2015): «Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación». *Revista Española de Pedagogía*, n.º 261, pp. 343-363.

VÍLCHEZ, J. M. y BRAVO, B. (2015): «Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar». *Enseñanza de las Ciencias*, n.º 33 (1), pp. 185-202.

VYGOTSKI, L. S. (1978): *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*, Cambridge, Harvard University Press.

_____ (2009): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Barcelona, Crítica.

WEGENER, T. (2013): *La materia y la teoría cinético molecular*. [Video en soporte digital, Internet]. Recuperado el 3 de septiembre de 2018 de: <https://www.youtube.com/watch?v=nyvOTTapLeI>.

Anexo 1. Cuestiones planteadas y respuestas dadas por el alumnado

Las experiencias que se han mostrado provienen del documental de Wegener (2013). Se incluyen, en las Figuras 5 y 6 determinadas cuestiones previas y posteriores al visionado de las distintas experiencias planteadas al alumnado de secundaria, así como las respuestas dadas en porcentaje por medio de una lluvia de ideas con cuestiones de respuesta abierta.

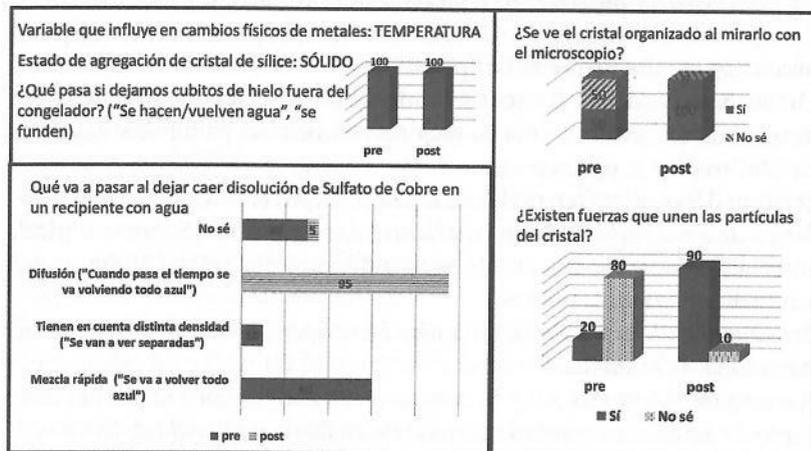


Figura 5. Respuestas implementación UD (1).

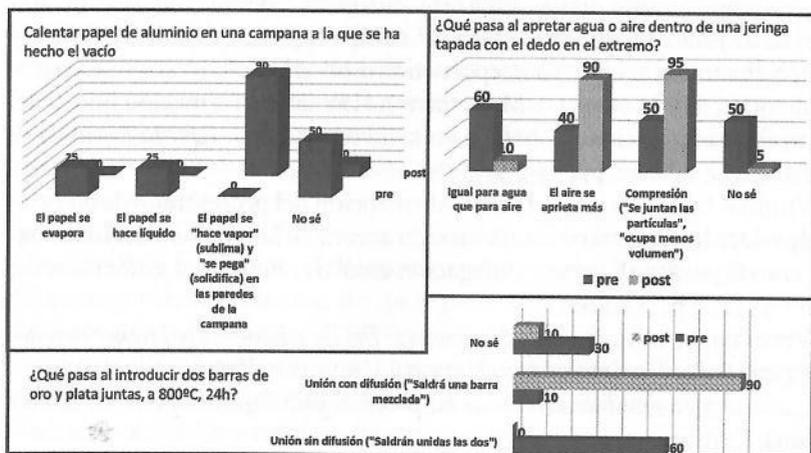


Figura 6. Respuestas implementación UD (2).

Anexo 2. Rúbricas de evaluación

BLOQUE II. LA MATERIA (2º ESO)				
Contenido: Propiedades de la materia. Estados de agregación. Cambios de estado. Modelo Cinético-Molecular				
Criterio 2. Manejar convenientemente el material de laboratorio para medir magnitudes y expresarlas en las unidades adecuadas.				
Criterio 3. Justificar las propiedades de los diferentes estados de agregación de la materia y sus cambios de estado, a través del modelo cinético-molecular.				
ESTÁNDAR	Muy competente	Competente	Aceptable	Aún no competente
2.1. Utiliza los instrumentos para medir y expresa los resultados en las unidades adecuadas.	Utiliza correctamente con precaución, precisión, y de manera rigurosa los instrumentos para realizar medidas y expresa los resultados en unidades correctas	Utiliza correctamente los instrumentos y expresa los resultados en unidades correctas pero le falta precisión y/o rigurosidad en las medidas.	Utiliza los instrumentos y expresa los resultados en unidades correctas pero con fallos importantes en la precisión y/o rigurosidad en las medidas.	No es capaz de utilizar los instrumentos para realizar medidas y expresar los resultados.
3.3. Describe e interpreta los cambios de estado de la materia utilizando el modelo cinético-molecular y lo aplica a la interpretación de fenómenos cotidianos.	Es capaz de describir e interpretar los cambios de estado en base al MCM en los distintos ejemplos cotidianos trabajados.	Es capaz de describir e interpretar los cambios de estado en base al MCM alguno de los ejemplos cotidianos trabajados, y con dificultades en otros.	Es capaz entender los cambios de estado en base al MCM en alguno de los ejemplos trabajados, con dificultades.	No es capaz entender los cambios de estado en base al MCM por medio de los distintos ejemplos trabajados.
BLOQUE II. LA MATERIA (2º ESO)				
Contenido: Sustancias puras y mezclas. Mezclas de especial interés: disoluciones acuosas, aleaciones y coloides.				
Criterio 4. Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.				
ESTÁNDAR	Muy competente Sobresaliente	Competente Notable	Aceptable Aprobado	Aún no competente Suspenso
4.1. Distingue y clasifica sistemas materiales de uso cotidiano en sustancias puras y mezclas,	Distingue sin problema entre sustancia pura y mezcla, e identifica mezclas homogéneas y heterogéneas.	Distingue sin problema entre propiedad general y característica. Expone ejemplos de cada una de ellas pero comete algún fallo.	Distingue sustancia pura y mezcla, e identifica mezclas homogéneas y heterogéneas, con dificultades.	No distingue sustancia pura y mezcla, ni identifica mezclas homogéneas y heterogéneas.
4.2. Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés.	Identifica el disolvente y el soluto sin problema en varios ejemplos de mezclas.	Identifica el disolvente y el soluto en distintos ejemplos, con algún fallo.	Identifica el disolvente y el soluto sin problema en varios ejemplos de mezclas, con grandes dificultades.	No identifica el disolvente y el soluto sin problema en ejemplos de mezclas trabajados.

Tabla 3. Rúbricas de evaluación.