

REFERENCIA: Iniesta Valcárcel, J. & Martínez Lirola, M. (2020). Objetivos de desarrollo sostenible y educación para el desarrollo sostenible: aplicaciones a la enseñanza de la asignatura Cinética Química del Grado en Química. *ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 35(2). Enlace web: <http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos> - Consultada en fecha (dd-mm-aaaa)

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE: APLICACIONES A LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA CINÉTICA QUÍMICA DEL GRADO EN QUÍMICA

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: APPLICATIONS TO THE TEACHING OF THE CHEMICAL KINETICS SUBJECT OF THE DEGREE IN CHEMISTRY

Jesús Iniesta Valcárcel

Jesus.Iniesta@ua.es

Universidad de Alicante

María Martínez Lirola

Maria.Lirola@ua.es

Universidad de Alicante y Universidad de South África (UNISA)

Recibido: 21/01/2020

Aceptado: 18/09/2020

Resumen:

El objetivo de este artículo es presentar una propuesta didáctica enmarcada en la educación para el desarrollo sostenible (EDS) que incorpore los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para permitir al alumnado profundizar en temas globales en la asignatura Cinética Química (CQ) en la enseñanza universitaria. Se describirán las actividades de CQ y se establecerán las relaciones entre los ODS y la adquisición de las competencias y los contenidos, prestando especial atención a la sostenibilidad como tema transversal. Se presentará el análisis de una encuesta anónima con el fin de obtener datos cuantitativos y así valorar la eficacia de las actividades enmarcadas en la EDS que el alumnado realiza en la asignatura. La encuesta revela que el alumnado ha tomado conciencia de que además de adquirir conocimientos, profundiza en los ODS y en competencias sociales útiles tanto para su vida laboral como personal.

Palabras clave: Objetivos de Desarrollo Sostenible, Educación para el Desarrollo Sostenible, educación superior, Educación para la Ciudadanía Global, química, competencias sociales.

Abstract:

The purpose of this article is to present a didactic proposal framed in Education for Sustainable Development (ESD) that incorporates the Sustainable Development Goals (SDGs) to allow students deepen on global issues in the Chemical Kinetics (CK) subject in higher education. The activities of CK will be described and the relationships between the SDGs and the acquisition of competences and contents will be established, with particular attention to sustainability as a cross-cutting theme. The analysis of an anonymous survey will be presented in order to obtain quantitative data and thus to value the effectiveness of the activities framed in the ESD that students carry out in the subject. The survey reveals that students have become aware that in addition to acquiring knowledge, they also deepen on the SDGs, and on social competences that will be useful for both their lives and their professional careers.

Key words: Sustainable Development Goals, Education for Sustainable Development, higher education, Global Citizenship Education, chemistry, social competences.

1. Introducción

La sociedad actual se enfrenta a numerosos y constantes retos de varios tipos, entre los que destacan los sociales, los culturales, los económicos, los tecnológicos y los ambientales. Estos llevan consigo que la educación superior y, en particular, la labor educativa realizada en la Universidad, ha de contribuir a dar respuestas a estos desafíos mediante el uso de diferentes estrategias que contribuyan a fortalecer las relaciones entre lo que se enseña en las aulas y lo que ocurre en la sociedad. De este modo, el alumnado vería en primer lugar una aplicación práctica en los contenidos y, en segundo lugar, una relación directa entre lo que aprende y las demandas sociales y laborales, hecho que contribuye a la formación integral del alumnado.

Dentro de estos retos, este estudio se centra en la importancia de introducir las cuestiones ambientales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior (Tovar-Gálvez, 2013). Esto se justifica por el gran deterioro que el planeta ha experimentado en los últimos años debidos, por ejemplo, al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, a la contaminación medioambiental del aire, del agua y de los suelos, y al uso irracional del agua y de los recursos humanos. En este sentido, concurrimos con Cantú-Martínez (2014, p. 40) en que “La degradación ambiental que actualmente se suscita se ha erguido como uno de los problemas más significativos, particularmente desde las postrimeras décadas del siglo XX”. Se opta, por tanto, por una propuesta educativa en la que la sostenibilidad ocupa un lugar central (Medir, Heras y Magin, 2016).

La educación superior ha de ser crítica con el fin de implicar al estudiantado en los cambios que son necesarios realizar para que se avance en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que las Naciones Unidas proponen para el año 2030 (Naciones Unidas, 2015). En este sentido, el área de química, y más concretamente el campo de la electroquímica, aporta soluciones y alternativas para cumplir con los ODS (Anastas y Zimmerman, 2018). Así pues, entre las competencias que se trabajan en algunas de las asignaturas del grado de química en las universidades españolas, se destaca, por ejemplo, la introducción a la cinética electroquímica, el conocimiento de los principios de la tecnología electroquímica, y sus aplicaciones más importantes implantadas en la vida cotidiana y en la industria.

El cuidado del medio ambiente se encuentra en la agenda internacional desde hace años. En la Agenda 2030, el desarrollo sostenible ocupa un lugar central e incluye diferentes objetivos relacionados con la producción de agua potable y el tratamiento de aguas residuales, la protección y cuidado de los ecosistemas terrestres, la vida submarina, el calentamiento global

del planeta o la producción más limpia, eficiente y barata de energía. El compromiso de los/as docentes por optar por una educación que contribuya a hacer frente a los retos relacionados con el medio ambiente que tiene nuestro planeta nos lleva por apostar por la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), cuyo eje central es contribuir a la creación de sociedades más sostenibles. Tanto la incorporación de la EDS como de los ODS en el aula contribuyen a que el alumnado tome conciencia de la necesidad de participar activamente en una transformación social que lleve consigo una mejora del entorno medioambiental. Tanto la EDS como los ODS son fundamentales a la hora de construir un mundo más sostenible y ecológico, sin duda, uno de los retos de la ciudadanía global en el siglo XXI.

El diseño de actividades relacionadas con la calidad del aire, el uso responsable del agua, el cambio climático y cualquier otro aspecto relacionado con la sostenibilidad contribuye a trabajar con los ODS conectados con estos temas y a enmarcar las prácticas docentes en la EDS al concederle a la ecología un lugar central (Moreno-Fernández, 2015; Murga-Menoyo, 2018; Novo, 2009). Conceder importancia al desarrollo sostenible contribuye a la transformación social, en palabras de Rodrigo-Cano, Picó, y Dimuro (2019, p. 26):

“En definitiva, el «desarrollo sostenible» consiste en una práctica que incluye el impulso de movimientos sociales, la organización de las instituciones, la elaboración de la ciencia y la tecnología, y la negociación de compromisos entre quienes se preocupan por el medio ambiente, la economía y los aspectos sociales”.

En relación a los aspectos medioambientales, el uso e implantación de las tecnologías químicas más sostenibles, y en particular la electroquímica, se presentan como alternativas a las tecnologías más tradicionales, con el objetivo de promover procesos y transformaciones químicas más respetuosas con el medio ambiente. En este sentido, una de las grandes aplicaciones que presenta la utilización de la tecnología electroquímica corresponde al tratamiento de aguas residuales (por ejemplo, oxidación anódica o reducción catódica de contaminantes de diferente naturaleza), la desalinización de aguas salobres o la obtención de agua potable. Por tanto, siendo el agua un bien común del planeta, la implantación de estas tecnologías puede contribuir notablemente en el proceso de erradicación de la pobreza, en avanzar en la seguridad alimentaria, una mejor nutrición y una vida más saludable, entre otros posibles beneficios. En otras palabras, tanto el tratamiento del agua contaminada como la implantación de tecnologías electroquímica para la producción de agua potable ayudarían a la consecución de los ODS comentados anteriormente.

Además, el uso estratégico de las tecnologías electroquímicas puede ayudar a cumplir otro de los ODS relacionado con la garantía, la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento en lugares donde las condiciones de vida son desfavorables, mediante el uso de sistemas de electrodiálisis autónomos acoplados a la energía renovable como la energía solar. Otra de las áreas de trabajo que aborda la tecnología electroquímica está relacionada con el almacenamiento y conversión de energía, cuyos ejemplos típicos hoy en día señalan al desarrollo de baterías, supercondensadores y pilas de combustible. Por lo tanto, las posibilidades de que la electroquímica contribuya a la consecución de los ODS relacionados con la generación de energías más sostenibles es variada. Al mismo tiempo, la tecnología electroquímica podría fomentar la consecución de otros ODS tales como los relacionados con el crecimiento socio-económico, el fomento del empleo, la productividad y el desarrollo de infraestructuras más sostenibles.

Este estudio comparte la experiencia didáctica obtenida de la asignatura Cinética Química (CQ) que se imparte en el grado de Química de la Universidad de Alicante. Los contenidos de la asignatura se relacionan directa o indirectamente con el respeto al medio ambiente y la sostenibilidad, al prestar atención a la electrocatálisis y las aplicaciones de la electroquímica.

Proponemos un modelo de enseñanza que lleve consigo ayudar al alumnado a desarrollar valores y actitudes de respeto con el medio ambiente (Marles, Peña y Gómez, 2017).

El objetivo de este estudio es abordar cómo la asignatura CQ, y en particular la electroquímica, puede integrarse en la EDS y, en definitiva, en distintos sectores sociales con el fin de mejorar el tratamiento, la gestión y la sostenibilidad del medio ambiente. Consideramos que una educación que apueste por la consecución de los ODS debe al mismo tiempo comprometer al estudiantado en la justicia ambiental, más allá de los aspectos socio-ecológicos y sostenibles.

2. Marco teórico

La enseñanza de las ciencias desde la EDS está enmarcada en líneas internacionales en educación como las cuestiones sociocientíficas (CSC). Estas consideran fundamental trabajar con temas sociales de actualidad, como son los temas ambientales (Duso y Bialvo Hoffmann, 2016; Solber, 2013). En este sentido, se lleva años está realizando un gran esfuerzo en desarrollar nuevas estrategias didácticas para el profesorado en lo que respecta a cómo las cuestiones sociocientíficas conectan la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente (Torres Merchán, 2011). Concurrimos con esta autora en que si se introducen las cuestiones sociocientíficas en el proceso de enseñanza-aprendizaje es posible promover una educación para la sostenibilidad. En el área de química se ha demostrado que la introducción de las cuestiones sociocientíficas en la enseñanza de la química favorecen la argumentación del alumnado (Ruíz, Solbes y Furió, 2013). En este sentido, la argumentación, junto con el razonamiento, la comprobación, la discusión y la conclusión deben contribuir a potenciar las actitudes críticas de todos los procesos químicos que nos rodean, así como la importancia que tienen en la sociedad. Además, la enseñanza y aprendizaje de la química tiene numerosos retos en la sociedad del siglo XXI, entre los que se encuentra los relacionados con la implantación de procesos y metodologías que se dirijan a un desarrollo más sostenible (Parra 2011; Vilches y Gil Pérez, 2011; Severiche-Sierra, Gómez-Bustamante y Jaime-Morales, 2016; Anastas y Zimmerman, 2018).

En la EDS ocupa un lugar central la defensa de la vida, el cuidado del medio ambiente, la importancia de la biodiversidad, la reducción de la pobreza, el consumo sostenible, entre otros aspectos. Se trata por tanto de una propuesta educativa centrada en valores que potencia el pensamiento crítico y el desarrollo integral de la persona. Recientemente, Moliní Fernández y Sánchez-González (2019) reflexionan sobre cómo mejorar el pensamiento crítico de los/as estudiantes en el aula mediante el fomento de la participación, pero de forma reflexiva confrontando diferentes temas de actualidad y fomentando el debate. En este sentido, la introducción de la EDS en el aula puede ser beneficiosa ya que los principios fundamentales sobre los que se sustenta son los siguientes: la protección del medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y la creación de sociedades que velen por la sostenibilidad y el consumo responsable (Bajaj y Chiu, 2009; Elizalde, 2009; Esteves, Paola, Humphreys y Maruschak, 2013; Martínez, 2010; Molano, 2012; Mora Penagos, 2009; Novo, 2006, 2009).

Optar por la EDS favorece que el alumnado sea capaz de realizar actividades que beneficien la integridad del medio ambiente, y que además lleven consigo avances en la justicia social que enriquezcan tanto a la población actual como a las generaciones futuras (UNESCO, 2015). Nos encontramos ante una propuesta pedagógica que lleva consigo la adquisición de competencias y actitudes que contribuyen a la sostenibilidad (UNESCO, 2014a, 2014b, 2014c). Se relaciona la sostenibilidad con la mejora de las condiciones de vida de las personas al establecerse relaciones entre la calidad del aire y el agua, por ejemplo, y fundamentalmente su relación con la calidad de vida.

En los últimos años, son muchos los estudios que se han llevado a cabo relacionados con la sostenibilidad y el medio ambiente, aunque hemos de matizar que algunos de los/as autores/as que se señalan a continuación no hablan o apoyan directamente la EDS a pesar de tratar de temáticas relacionadas con este enfoque educativo (Alfalla-Luque, Medina-López y Arenas-Márquez, 2011; Aramburuzabala, Cerrillo y Tello, 2015; Azcárate, Salvador y García, 2012; Aznar, Martínez-Agut, Palacios, Piñero y Ull 2011; Lambrechts, Mulà, Ceulemans, Molderez y Gaeremynck, 2013; Lansu, Boon, Sloep y Van Dam-Mieras, 2013; Lozano, 2010; Macedo y Salgado, 2007; Mayor Zaragoza, 2009; Medir, Heras y Magin, 2016; Mogensen, Mayer, Breiting y Varga, 2009; Murga-Menoyo, 2009; Queirugaa, González Benitob, Amira Rocha Valenciac y Lannelongue Nietob, 2015; Vilches y Gil Pérez, 2015, 2016). Dichos estudios coinciden en que la educación ha de ser un proceso integral que lleve consigo la adquisición de habilidades y actitudes para la sostenibilidad y la justicia ambiental. En este sentido, concurrimos con Boni y Gasper (2012) y Boni, Lopez-Fogues y Walker (2016) en que la sostenibilidad, que es fundamental para los ODS, debe ir acompañada de otros valores como la equidad, la diversidad, la autonomía, la participación y el empoderamiento.

Se busca tanto el desarrollo de competencias que contribuyan a favorecer la sostenibilidad como la participación activa del alumnado, siguiendo a Rojano Ramos y Jiménez López (2017, p. 67): “Por lo tanto, la educación ambiental en la actualidad quiere estar fundamentada en la acción, en la participación, en la intervención de los ciudadanos en la toma de decisiones sobre todo aquello que pueda afectar a nuestro medio ambiente”.

3. Contexto, participantes y metodología

Las actividades que se describen en el apartado que sigue se realizaron en la asignatura obligatoria CQ, que se imparte en el tercer curso de grado en Química en la Universidad de Alicante. La signatura consta de 6,00 créditos ECTS, de los cuales 1,08 se dedican a prácticas y 1,32 a la teoría, con una carga no presencial de 3.60. El número total de alumnos/as matriculados/as en el curso 2018-2019 fue de 51 con edades comprendidas entre los 21 y los 23 años.

El profesor diseñó diferentes actividades para trabajar los contenidos de la asignatura CQ e integrarlos con los ODS y la EDS. Partiendo de la base de que la química es vital en un alto número de áreas que incluyen, por ejemplo, la salud, el bienestar, el agua limpia, la producción de alimentos y la preservación de ecosistemas, el diseño de las prácticas de laboratorio se fundamenta en una serie de normas que llevan a las prácticas de CQ a convertirse en más sostenibles posibles, debido a que: (i) la CQ desarrolla y hace uso de procesos alternativos a los convencionales existentes, (ii) se hace uso de productos menos tóxicos, (iii) se reduce el impacto de los residuos, y (iv) se contribuye a la conservación de los recursos. Por ello, las prácticas diseñadas en CQ apoyan el cumplimiento de los ODS. Además, se pretendía que el alumnado tuviera un papel activo en el aula y trabajara de manera cooperativa. Por esta razón, las prácticas de laboratorio se realizaron por parejas para fomentar la cooperación entre el alumnado, hecho que va unido a la adquisición de competencias sociales, entre las que destacan la comunicación, la cooperación y el liderazgo.

De las siete prácticas de laboratorio de una duración de tres horas presenciales cada una, seis de ellas se realizaron en el laboratorio, mientras que la restante correspondió a una práctica con carácter teórico. Esta práctica teórica estuvo dedicada a la búsqueda de un artículo de investigación relacionado con la CQ conforme a los intereses o motivaciones del grupo de laboratorio. La temática del artículo estaba relacionada con los ODS y la EDS al tratar de cuestiones relacionadas con el cambio climático, la calidad del aire o la biodiversidad, entre otros. Para dicha práctica, cada pareja tenía que entregar un informe impreso en el que constase

fundamentalmente un breve comentario del artículo (máximo una página) describiendo el objetivo del artículo, las técnicas instrumentales y los métodos teóricos utilizados, los principales resultados obtenidos, la relación con el temario de la asignatura y las aplicaciones.

Al final del proceso de enseñanza-aprendizaje, el coordinador de la asignatura CQ preparó una encuesta de catorce preguntas (véase anexo I), con el fin de que el alumnado expresara su opinión de manera anónima sobre diferentes aspectos, entre los que destacaron la metodología de la asignatura y el grado de consecución de las competencias de CQ. La encuesta tuvo un enfoque mixto con el objetivo de analizar los datos de forma cualitativa y cuantitativa. Desde el punto de vista cualitativo la encuesta ofrece información acerca de la opinión del alumnado de CQ sobre cómo dicha asignatura les orienta hacia un desarrollo educativo, humano y social (ver la sección de resultados). 35 alumnos/as de los 51 matriculados/as participaron voluntariamente en responder la encuesta. Del alumnado que participó, 18 fueron hombres (51.4%), 12 mujeres (34.2%) y el resto de los/as encuestados/as (5 alumnos/as), no especificaron su sexo (14.3 %). Los datos obtenidos de la encuesta fueron analizados estadísticamente mediante el software Excel (Microsoft office), con el objeto de obtener parámetros estadísticos univariados.

4. Resultados

La incorporación de la EDS en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha de llevar consigo el diseño de actividades concretas que permitan al alumnado tomar conciencia de su aplicabilidad en el aula. Esto justifica que hayamos preparado esta sección en la que se presentan las principales actividades que se llevaron a cabo en la asignatura CQ durante el curso académico 2018-2019 junto con los principales resultados de la encuesta que el alumnado completó al final del cuatrimestre.

Todas las actividades contribuyen a potenciar competencias específicas de conocimiento como (i) conocer las leyes de la cinética del cambio químico y sus aplicaciones, incluyendo la catálisis y los mecanismos de reacción y (ii) conocer los principios de la electroquímica y sus aplicaciones, de modo que el alumnado pueda aplicarlas en sus actividades profesionales con enfoques en la protección medioambiental, sostenibilidad de los procesos químicos más eficientes y verdes, conservación de los recursos naturales, la reutilización de las aguas contaminadas y residuales, etc. La Tabla 1 resume las actividades planteadas en las clases teóricas, así como en el laboratorio de prácticas de la asignatura CQ.

Cada práctica de laboratorio está relacionada con al menos uno de los temas de los contenidos de la asignatura CQ, como se describe en la Tabla 1. Partimos de la premisa de que las prácticas de laboratorio están muy centradas en practicar los contenidos de la asignatura CQ. Dichas prácticas de laboratorio fueron las siguientes:

- Variación de una constante de velocidad con la temperatura.
- Determinación de una constante de velocidad por medidas de conductividad.
- Catálisis ácida. Medida de la inversión de la sacarosa.
- Estudio espectrofotométrico de la influencia de la fuerza iónica y de la constante dieléctrica sobre la velocidad de una reacción entre iones.
- Obtención de las curvas intensidad de corriente-potencial para el proceso de electrodeposición y electrodisolución de cobre.
- Cinética de la descomposición del peróxido de hidrógeno catalizada por óxidos de manganeso.

Cada práctica de laboratorio se inicia con una serie de preguntas apropiadas para evaluar la comprensión del estudiante durante cada fase de las que consta la práctica de laboratorio. Por ejemplo, se incluye una pregunta al comienzo de la práctica para determinar lo que los/as alumnos/as saben o no, se sondea con preguntas durante la práctica para guiar su aprendizaje y finalizar con preguntas de cierre para evaluar lo que han aprendido, con el objetivo de extrapolarlo a la vida real o cotidiana sobre los procesos químicos que nos rodean, proporcionando una visión en el ámbito sociocultural, medioambiente y sostenibilidad. En este sentido, las prácticas de laboratorio se presentan como un instrumento útil frente a los cambios presentados en la sociedad y frente a la necesidad de implementar una educación acorde con las necesidades sociales. El profesor promueve con cada práctica reflexiones sobre los contenidos teóricos y sobre sus aplicaciones industriales y a la investigación. También se promueven las discusiones en clase sobre las prácticas y la autocrítica y autorreflexión del estudiantado por medio de preguntas concretas, que contribuyen a que el alumnado tome conciencia de su responsabilidad social como ciudadanía.

La actividad relacionada con “Temas actuales en el área de la asignatura de CQ. (Práctica número 7 de laboratorio), como se presenta en la Tabla 1, pretende dar una visión más realista de las prácticas de laboratorio. La realización de la práctica 7 requiere de una contextualización amplia por parte de la pareja de laboratorio. En este sentido, se ha fomentado la argumentación sobre la elección del artículo, no solo dentro de la propia pareja de laboratorio, sino también entre los /as alumnos/as y el profesor. Todo ello ha permitido salir del ámbito más conceptual de la asignatura y aterrizar en las aplicaciones de la CQ y su relación con los aspectos socio-económicos, como se describe en la Tabla 1. La argumentación de la pareja mejora el discurso científico, ofreciendo al mismo tiempo vías del desarrollo del pensamiento crítico, conciencia de los problemas reales, y en definitiva, un desarrollo del estudiantado como ciudadanía global.

La química como disciplina permite aplicar buena parte de los ODS en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De los 17 ODS, la química trabaja para garantizar el bienestar de la sociedad (ODS 3), buscar soluciones para que todas las personas tengan acceso a agua limpia (ODS 6), buscar alternativas energéticas no contaminantes (ODS 7), diseñar ciudades sostenibles (ODS 11), así como para cuidar de la vida submarina y de los ecosistemas terrestres (ODS 14 y 15 respectivamente) (Anastas y Zimmerman, 2018). Además, la química también participa, junto con otros muchos sectores en el cumplimiento del objetivo 13 (acción por el clima), cuya meta es, entre otras, mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana (Anastas y Zimmerman, 2018).

Tabla 1. Actividades y temáticas seleccionadas de la asignatura CQ para fomentar la ciudadanía global.

| Actividad | Temática | Relaciones con el desarrollo de la CG y la EDS |
|--|---|--|
| (A) Examen teórico escrito (1º parcial). | Examen de dos horas que engloba la CQ formal y reacciones en cadena. | Establecer los fundamentos de la CQ y sus aplicaciones. |
| (B) Examen teórico escrito (2º parcial). | Examen de tres horas que engloba las teorías y modelos cinéticos, catálisis homogénea y heterogénea, cinética electródica y electrocatálisis. | Establecer los fundamentos de la CQ y su relación con sostenibilidad y el desarrollo de la ciudadanía. |

| Actividad | Temática | Relaciones con el desarrollo de la CG y la EDS |
|--|---|--|
| (C) Prácticas de laboratorio basadas en el estudio de la cinética formal, experimentos de catálisis homogénea y heterogénea, e introducción a la cinética electroquímica (seis prácticas de laboratorio número 1-6). | Análisis y discusión de los resultados de las prácticas de laboratorio. Presentación por escrito de un informe de las prácticas. | Reflexionar sobre cómo contribuye la asignatura CQ al desarrollo de la ciudadanía. Reconocer los aspectos que vinculan los objetivos de las prácticas de laboratorio y la EDS. |
| (D) Temas actuales en el área de la asignatura de CQ. (Práctica número 7 de laboratorio). | Búsqueda de un artículo de investigación, análisis y resumen de los resultados de dicho artículo. | Analizar las aplicaciones de la CQ y su relación con los aspectos socio-económicos y el desarrollo de la ciudadanía en general. |

La asignatura CQ pretende simultáneamente proporcionar conocimientos y contribuir a la formación integral del alumnado. De la respuesta a la primera pregunta de la encuesta se pone de manifiesto que se han alcanzado unos valores medios de 75% y 73% correspondientes a la adquisición positiva de conocimientos para hombres y mujeres, respectivamente, mientras que la contribución a la consecución de la formación integral del alumnado decae a unos valores medios de 42% y 57% para los hombres y las mujeres encuestados/as, respectivamente.

Los objetivos de la asignatura CQ que se establecieron están descritos en la pregunta 2, del anexo I. La figura 1 resume cuál es la percepción del alumnado en lo concerniente a la consecución de dichos objetivos por orden creciente (un punto y cuatro puntos para el valor mínimo y máximo de consecución de los objetivos, respectivamente). Los valores de la mediana corresponden a 2 para los objetivos a, b y c, respectivamente, mientras que el objetivo d alcanza un valor de la mediana de 3. En relación del valor estadístico de la moda, se observa que la consecución de los objetivos más importantes de la asignatura CQ corresponden al b y al c, seguidos del a y d, respectivamente.

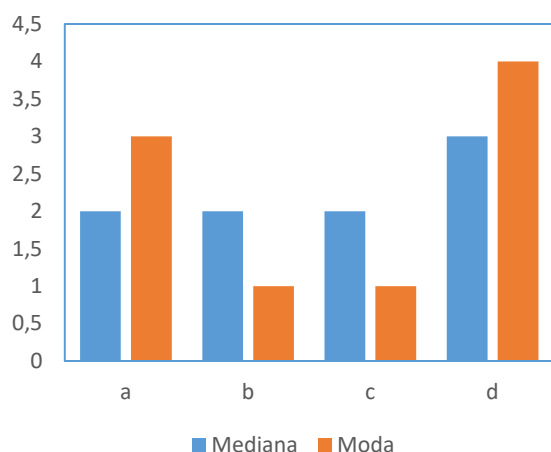


Figura 1. Mediana y moda obtenidas por la clasificación por orden de importancia de los objetivos de la asignatura CQ.

La asignatura tiene dos competencias fundamentales: (1) Conocer las leyes de la cinética del cambio químico y sus aplicaciones, incluyendo la catálisis y los mecanismos de reacción, y (2) conocer los principios de la electroquímica y sus aplicaciones en la asignatura CQ. Ambas

competencias se han adquirido en el proceso de enseñanza-aprendizaje de CQ, y así lo refleja casi la totalidad del alumnado encuestado: 29 respuestas afirmativas (82,9%) frente a seis respuestas “no contestan” (17,1%) sobre la primera competencia (pregunta 3 del anexo I). Cuando se pregunta cuál ha sido la importancia concedida a la segunda competencia (pregunta 4 del anexo I) resultó que un 48.57% del alumnado respondió “mucho”, un 48.57% manifestó “media” y 2.86% se decantó por “poca”.

Conviene señalar que el 20% del alumnado conocía los ODS, el 34,3% no los conocía, el 37,1% los conocía en cierta medida y un 8,6% no contestó (resultados derivados de la pregunta 5 en el anexo I). No obstante, la Tabla 2 recopila la impresión del alumnado sobre la relación que existe entre algunos de los ODS y los temas de CQ (preguntas 6-8 de la encuesta en el anexo I). Además, se pregunta al alumnado qué otras relaciones pueden existir entre el temario de la asignatura y los ODS 8 y 9, los cuales apuntan al desarrollo más sostenible de procesos industriales, la mejora de la empleabilidad y crecimiento de la economía (preguntas 9 y 10 en el anexo I).

Tabla 2. Relación de los ODS con el temario de CQ.

| ODS | Relación con el temario de la asignatura* | Temática de la asignatura** |
|---|---|------------------------------------|
| Relacionado con la consecución de una vida saludable. (ODS 3) | SI: 23% | Desarrollo de catalizadores. |
| | NO: 63% | Catálisis heterogénea. |
| | Nc: 14% | Fotocatálisis. |
| Relacionado con la disponibilidad y gestión del agua. (ODS 6) | SI: 31% | Catálisis: homogénea y |
| | NO: 51% | heterogénea. |
| | Nc: 17% | Electroquímica (electrocatalisis). |
| Relacionado con el acceso a energías accesibles y renovables. (ODS 7) | SI: 43% | Desarrollo de catalizadores. |
| | NO: 40% | Catálisis heterogénea. |
| | Nc: 17% | Fotocatálisis. |
| Relacionado con una producción y utilización sostenible. (ODS 8) | SI: 46% | Catálisis y electrocatálisis. |
| | NO: 43% | |
| | Nc: 11% | |
| Relacionado con el desarrollo económico. (ODS 9) | SI: 20% | Fabricación y desarrollo de |
| | NO: 63% | catalizadores. |
| | Nc: 17% | |

*Nc= No sabe no contesta. **en caso afirmativo.

Se puede inferir de la Tabla 2 que la mayoría del alumnado no encuentra relación entre dichos ODS y los diferentes temas tratados en la clase de teoría o en la sesión de prácticas. Sin embargo, los datos de la Tabla 2 pueden entrar en entredicho ya que la mayoría del alumnado encuestado afirma positivamente en las preguntas 11 y 12 que los conocimientos y las competencias adquiridos han contribuido a mejorar tanto su pensamiento crítico (66% frente al 17% que afirma que no) como su curiosidad (69% frente al 20% que sostiene que no).

Al pedir al alumnado que haga referencia a los aspectos positivos o negativos de la adquisición de conocimientos y competencias sobre la mejora de la curiosidad, pensamiento crítico y formación integral como persona, un análisis más detallado de las respuestas del alumnado nos lleva a opiniones muy diversas que en este trabajo se han clasificado y resumido en la Tabla 3 dividida entre contribuciones “positivas” y “negativas” cuando se relaciona la curiosidad y el pensamiento crítico con los conocimientos y competencias adquiridos por el alumnado en la asignatura CQ.

Tabla 3. Aspectos positivos o negativos de la adquisición de conocimientos y competencias sobre el fomento de la curiosidad, pensamiento crítico y formación integral como persona.

| Curiosidad | | Pensamiento crítico | | Formación integral como persona | |
|--|--|---|--|--|--|
| Positivos | Negativos | Positivos | Negativos | Positivas | Negativas |
| Interés por la protección y mejora del medioambiente. | No interesa la asignatura. | Prácticas útiles | Nada que evaluar. Muchos temas eran obvios. | La CQ me ha servido para entender mejor otras asignaturas. | Es una asignatura más. |
| Las prácticas de laboratorio y en particular la práctica número 7 ha servido para prestar más interés por la asignatura. | Falta de interés por la CQ. | Búsqueda de una nueva metodología. | Falta de interés. No se ha aprendido nada. | Al menos como estudiante de química. | No sé qué es formación integral como persona. |
| Interés por el desarrollo sostenible. | La CQ es muy importante pero no me apasiona. | Comprensión de la utilidad de la asignatura CQ. | Falta de tiempo. | He aprendido en general, no solo para el examen. | No ha cambiado nada. |
| Interés por un conocimiento global de la química. | | La práctica de laboratorio relacionado con la cinética electroquímica fue interesante | Ningún interés por las prácticas de laboratorio. | Ha cambiado mi pensamiento crítico. | ¿Qué tiene que ver esto con la formación integral de la persona? |
| Se plantean nuevas cuestiones interesantes. | | | No lo recuerdo | | |
| Motivación por el área de la fotoquímica. | | | | | |

La EDS es reconocida como elemento importante en la formación integral de la ciudadanía. En este sentido, la Tabla 3 recoge también algunas de las razones más significativas por las cuales el estudiantado ha detectado que la adquisición de los conocimientos y competencias de la asignatura CQ es positiva o negativa para su formación integral como persona, de acuerdo con la pregunta 13 de la encuesta (ver anexo I).

Aunque los conocimientos y las siguientes competencias (1) Conocer las leyes de la cinética del cambio químico y sus aplicaciones, incluyendo la catálisis y los mecanismos de reacción, y (2) Conocer los principios de la electroquímica y sus aplicaciones en la asignatura CQ) se han evaluado de forma cognitiva, sí que es cierto que el aprendizaje de dichas competencias se ha realizado a través de las prácticas de laboratorio y fundamentalmente durante el desarrollo de la práctica número 7. Dichas pruebas están soportadas por la realización de los informes de prácticas donde básicamente, los datos y/o resultados son argumentados de forma escrita. Obviamente, dichas competencias, si queremos denominarlas cognitivas, son individuales y de cada uno de los/as estudiantes, por lo que su desarrollo depende de ellos y de ellas. Esto lleva consigo la adquisición de nuevos aprendizajes cercanos a la cotidianeidad o a la vida profesional a través de habilidades más estratégicas.

Los contenidos de la asignatura CQ y sus competencias se han diseñado con el objeto de fomentar el futuro profesional como personal del alumnado. Destaca que más de las tres cuartas partes del alumnado encuestado, concretamente el 85%, considera que las competencias establecidas en la asignatura CQ podrán contribuir positivamente o en cierta medida para sus carreras profesionales, hecho que queda reflejado en la Figura 2 (pregunta 14 de la encuesta del anexo I). Sin embargo, el porcentaje del 85% ofrecido en la pregunta anterior contrasta con la respuesta del alumnado a la pregunta 13 pues, menos del 50% del alumnado encuestado, en concreto el 46%, no ve claro cómo la adquisición de las competencias de la asignatura puede contribuir a su formación integral como persona. Este dato nos invita a reflexionar sobre la necesidad de incidir más en una formación que vaya más allá de la adquisición de conocimientos.

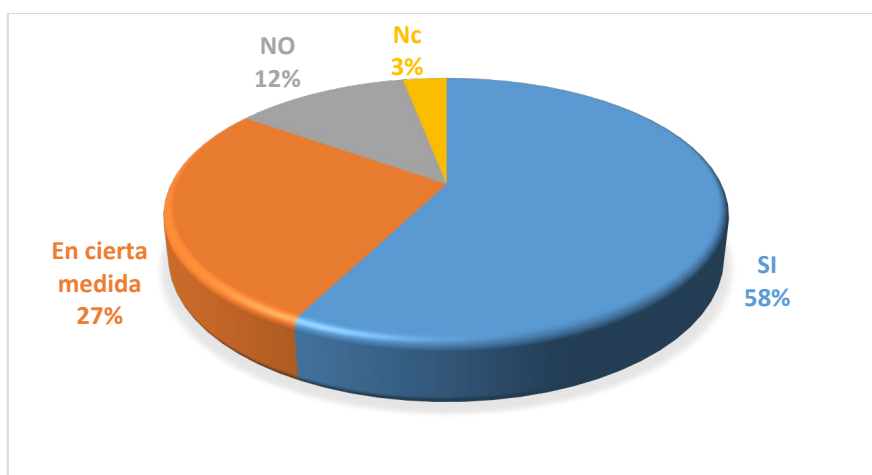


Figura 2. Competencias adquiridas durante la asignatura CQ hacia una mejora de la carrera profesional del alumnado.

La Tabla 4 presenta un resumen de los diferentes comentarios recogidos en la pregunta 14 de la encuesta que justifican las respuestas del alumnado sobre si las competencias de la asignatura le ayudarán o no en su futuro profesional.

Tabla 4. Comentarios del alumnado sobre los aspectos positivos o negativos de la aplicación de las competencias de CQ para su futuro profesional.

| Positivos | Negativos |
|--|---|
| Aplicación de la CQ a los procesos químicos. | En cierta medida, parte del alumnado está dudoso. |
| Control en el diseño y realización de una reacción química. | No existe utilidad de la asignatura. No existe una clara utilidad de la CQ. |
| Utilidad de la teoría de la asignatura en el análisis de los procesos químicos y sus mecanismos. | El alumnado no desea dedicarse a la CQ. |
| Ofrece una visión más global de la química. | La química física y en particular la CQ no son áreas afines por una parte del alumnado. No existe interés por el alumnado. |
| Proporciona una visión general de la química. | |
| Todo conocimiento aprendido es necesario. | |
| Se resalta la importancia hoy en día del área de la electroquímica. | |

5. Discusión

Las actividades empleadas en CQ y en especial las prácticas de laboratorio, resumidas en la Tabla 1, pretenden que el alumnado no solo adquiriera conocimientos sino también competencias que favorezcan su formación integral al “aprender haciendo”. Todo ello, se facilita gracias a la incorporación de los ODS más conectados con la asignatura, como los ODS 3, 6, 7, 8 y 9. Particularmente, la realización de la práctica de laboratorio número 7 no solo ha permitido al alumnado fomentar el trabajo autónomo, el trabajo cooperativo y el liderazgo dentro del grupo, sino que también ha contribuido a abrir el abanico de aplicaciones que presenta la asignatura y sus relaciones con los ODS, donde los grupos de prácticas se han decantado mayoritariamente por temas medioambientales.

Se destaca de la Tabla 2 que el alumnado no encuentre mayoritariamente ninguna relación entre los ODS 3, 6, 7, 8 y 9 con los contenidos de la asignatura. Este resultado no es sorprendente para los autores de este artículo ya que los contenidos presentados en las prácticas de laboratorio son demasiados teóricos y muy ajustados a los contenidos de las clases de teoría. A nuestro juicio, la asignatura CQ presenta una relación entre sus contenidos y los ODS y la EDS. Sin embargo, a raíz de los resultados de la encuesta (preguntas 6-10 del anexo I) consideramos que la visión del alumnado encuestado podría estar distorsionada por un desarrollo de las prácticas de laboratorio muy centrada en la adquisición de los contenidos, la baja argumentación oral de los resultados y su conexión con la industria química, y el tiempo limitado de la sesión de prácticas. En otras palabras, una causa general que justifica las respuestas ofrecidas por el alumnado podría estar asociada a una enseñanza más enfocada en el aprendizaje de los contenidos teóricos y prácticos en el laboratorio, dejando poco espacio para conectar la asignatura con las aplicaciones reales que favorecen el desarrollo de la ciudadanía. No obstante,

entre el 20% y 50% del alumnado encuestado identificó temáticas comunes de la asignatura CQ relacionadas con los ODS mencionados anteriormente pertenecientes a campos tan importantes como la catálisis, la electrocatálisis y fotocatalisis, sin duda aspectos fundamentales en la asignatura. Hoy en día, se pueden encontrar dichas temáticas en el uso de catalizadores y electrocatalizadores en la industria química para la síntesis de combustibles, productos farmacéuticos, procesos de remediación de aguas contaminadas, mitigación y eliminación de gases de efecto invernadero, entre otros, o el uso de fotocatalisis en áreas como el desarrollo de paneles fotovoltaicos, o la remediación de aguas/aire contaminado, por citar los ejemplos más representativos.

Las actividades teóricas y prácticas de la asignatura CQ se diseñaron para que el alumnado desarrollara el pensamiento crítico y la curiosidad conforme se avanzaba en el temario de la asignatura (vid. Tabla 3). En lo que respecta a la adquisición del pensamiento crítico, el alumnado manifestó un gran interés sobre cómo utilizar los conocimientos adquiridos en la asignatura para la mejora del medio ambiente, sobre cómo diseñar nuevas reacciones química catalizadas o sobre cómo resolver nuevos problemas para conseguir procesos más sostenibles.

Además, como se deriva de la Tabla 3, la introducción de la EDS en la asignatura CQ, fundamentalmente en las sesiones de prácticas de laboratorio, especialmente durante el desarrollo de la práctica número 7, podría contribuir positivamente al desarrollo integral del alumnado pues se ha observado que mejora las relaciones interpersonales y desarrolla el respeto por la naturaleza. A la vista de los resultados de la Tabla 3, la mayor dificultad que se ha encontrado es que una parte del alumnado no conoce o ha malinterpretado el término “formación integral de una persona”. De acuerdo con Martínez Lirola (2019) la formación integral del alumnado es un proceso que contribuye a mejorar el aprendizaje debido a que se potencia trabajar con temas globales en el aula, se fomenta la interdisciplinariedad y el desarrollo del pensamiento crítico, así como el desarrollo distintos tipos de competencias, entre las que se incluyen las emocionales.

Desafortunadamente, las opiniones del alumnado solo se han centrado en una sola dimensión muy acotada que corresponde al aprendizaje pues muy pocos/as estudiantes han argumentado la mejora del pensamiento crítico o la interrelación con otras materias como valor añadido para su formación. En este sentido, es desalentador recibir afirmaciones tan tajantes como “La CQ es una asignatura más” o “No ha cambiado nada”, aunque estas opiniones fueron minoritarias, lo que nos lleva a replantearnos el diseño y enfoque de las prácticas de laboratorio con el objetivo de mejorar la actitud del alumnado y la metodología seguida por el profesor. En este último punto, sugerimos que el profesorado debe tener un rol más relevante con el fin de facilitar la incorporación de valores, conocimientos y habilidades al proceso de enseñanza-aprendizaje que potencien el desarrollo sostenible. En consecuencia, la conservación del medio ambiente será entendido por el alumnado como un bien común de la sociedad y esencial para una mejor calidad de vida de todas las especies a nivel planetario.

Trabajar con los ODS en el proceso de enseñanza-aprendizaje permite al alumnado conocer tanto algunos de los retos globales de la sociedad del siglo XXI como realidades sociales distintas a la propia. Enmarcar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los ODS contribuye a que el alumnado amplíe su conciencia social, la empatía y la solidaridad para profundizar en realidades sociales distintas de la propia.

Los ODS seleccionados y las actividades llevadas a cabo permiten al alumnado reflexionar sobre las necesidades de otras personas y desarrollar su sensibilidad y su conciencia social al concederles la oportunidad de ponerse en su lugar y entender sus situaciones. Sin embargo, los resultados de la Tabla 2 nos llevan a observar que no se alcanza mayoritariamente una relación clara de los ODS con el temario de la asignatura CQ por parte del alumnado. Consideramos que la incorporación de los ODS en las actividades de CQ debe estar ligada a la aplicación de las

competencias de la asignatura a su futuro profesional. Los resultados de la Tabla 4 en cierta medida todavía no son lo suficientemente esperanzadores en relación a cómo enfocar la vida profesional por parte de la mayoría del alumnado encuestado. En cualquier caso, cada rama de la química debe converger directa o indirectamente al conjunto de los ODS, de modo que el alumnado los tenga presente en su carrera profesional.

6. Conclusiones

El diseño de las prácticas de laboratorio de la asignatura CQ donde se han incorporado aspectos relacionados con la EDS, los ODS y las cuestiones sociocientíficas relacionadas con la química han fomentado el pensamiento crítico y la curiosidad del alumnado para relacionar los contenidos de la asignatura con los ODS y temas de actualidad en los que el respeto al medio ambiente ocupa un lugar central. Además, el desarrollo de la práctica número 7 ha permitido un acercamiento de la asignatura CQ a temas cotidianos y a los procesos industriales. Esta práctica también ha contribuido a mostrar al alumnado cómo la química, en general, y la asignatura CQ, en particular, pueden afrontar los retos de la sociedad del siglo XXI, entre los que la construcción de un mundo más sostenible ocupa un lugar central.

Las actividades descritas en la asignatura CQ están dirigidas a fomentar la adquisición de valores relacionados con la sostenibilidad o el respeto a los recursos del planeta. Esto favorece que el alumnado desarrolle su responsabilidad social y, por lo tanto, contribuye a la educación para la ciudadanía global, siguiendo las demandas del siglo XXI. Además, las actividades diseñadas en la asignatura CQ pretenden ir más allá de los contenidos al relacionar temas globales conectados con los ODS y con la EDS.

Involucrar al alumnado activamente mientras aprende y trabajar con los ODS en el aula contribuye a aumentar la conciencia social del alumnado universitario y a ampliar su mirada sobre temas fundamentales para que la sociedad sea más sostenible en la actualidad. Así, en este artículo hemos ofrecido un ejemplo de cómo la educación se involucra en el proceso de transformación social y en el fomento de la ética y educación de valores relacionados con la sostenibilidad y el medio ambiente.

Agradecimientos

El autor y la autora agradecen al Servicio de Relaciones Internacionales de la Universidad de Alicante por el proyecto concedido para la aplicación de los ODS a la docencia universitaria.

Referencias bibliográficas

- Alfalla-Luque, R., Medina-López, C. y Arenas-Márquez, F.J. (2011). Mejorando la formación en Dirección de Operaciones: la visión del estudiante y su respuesta ante diferentes metodologías docentes. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 14, 40-52.
- Anastas, P.T. y Zimmerman, J.B. (2018). The United Nations sustainability goals: How can sustainable chemistry contribute? *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13, 150-153.
- Aramburuzabala, P., Cerrillo, R. y Tello, I. (2015) Aprendizaje-servicio: una propuesta metodológica para la introducción de la sostenibilidad curricular en la universidad. *Profesorado*, 19(1), 78-95.

- Azcárate, P., Salvador, A. N. y García, E. (2012). Aproximación al nivel de inclusión de la sostenibilidad en los currícula universitarios. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 16(2), 105-119.
- Aznar, P., Martínez-Agut, M.P., Palacios, B., Piñero A. y Ull, A. (2011). Introducing sustainability into university curricula: an indicator and baseline survey of the views of university teachers at the University of Valencia. *Environmental Education Research*, 17(2), 145-166.
- Bajaj, M. y Chiu, B. (2009). Education for sustainable development as peace education. *Peace and Change*, 34(4), 441-455.
- Boni, A., y D. Gasper. (2012). Rethinking the Quality of Universities – How Can Human Development Thinking Contribute? *Journal of Human Development and Capabilities*, 13(3), 451-470.
- Boni, A., Lopez-Fogues, A. y Walker, M. (2016). Higher education and the post-2015 agenda: a contribution from the human development approach *Journal of Global Ethics*, 12(1), 17-28.
- Cantú-Martínez, P. C. (2014). Educación ambiental y la escuela como espacio educativo para la promoción de la sustentabilidad. *Revista Electrónica Educare*, 18(3), 39-52. doi: [10.15359/ree.18-3.3](https://doi.org/10.15359/ree.18-3.3)
- Duso, L. y Bialvo Hoffmann, M. (2016). Discutiendo controversias socio científicas en la enseñanza de las ciencias por medio de una actividad lúdica. *Revista Electrónica Universitaria de Formación del Profesorado*, 19(2), 185-193.
- Elizalde, M.A. (2009). ¿Qué desarrollo puede llamarse sostenible en el siglo XXI?: la cuestión de los límites y las necesidades humanas. *Revista de Educación. Educar para el desarrollo sostenible*, Número extra, 53-57.
- Esteves, M.J., Paola, M., Humphreys, C. y Maruschak, L. (2013). La educación ambiental: una herramienta clave para la gestión ambiental. *AUGMDOMUS*, 5, 60-74.
- Lambrechts, W., Mulà, I., Ceulemans, K., Molderez, I. y Gaeremynck, V. (2013). The integration of competences for sustainable development in higher education: an analysis of bachelor programs in management. *Journal of Cleaner Production*, 48, 65-73.
- Lansu, A., Boon, J., Sloep, P.B. y Van Dam-Mieras, R. (2013). Changing professional demands in sustain-able regional development: a curriculum design process to meet transboundary competence. *Journal of Cleaner Production*, 49, 123-133.
- Lozano, R. (2010). Diffusion of sustainable development in universities' curricula: an empirical example from Cardiff University. *Journal of Cleaner Production*, 18, 637-644.
- Macedo, B. y Salgado, C. (2007). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina. *Fórum de Sostenibilidad*, 1, 29-37. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/211782560/file-php>
- Marles, C., Peña, P. y Gómez, C. (2017). La lúdica como estrategia para la educación y cultura ambiental en el contexto universitario. *Revista UNIMAR*, 35(2), 283-292.
- Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 97-111. Recuperado de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/1513>

- Martínez Lirola, M. (2019). Una propuesta didáctica para introducir la educación para la ciudadanía global en la enseñanza universitaria. *Educare* 23(2): 1-20. doi: 10.15359/ree.23-2.15
- Mayor Zaragoza, F. (2009). La problemática de la sostenibilidad en un mundo globalizado. *Revista de Educación*, Número Extraordinario 2009, 25-52.
- Medir, R. M., Heras, R. y Magin, C. (2016). Una propuesta evaluativa para actividades de educación ambiental para la sostenibilidad. *Educación XX1*, 19(1), 331-355. doi: 10.5944/educXX1.14226
- Mogensen, F., Mayer, M., Breiting, S. y Varga, A. (2009). *Educación para el desarrollo sostenible*. Barcelona: Graó.
- Molano, A. B. (2012). La complejidad de la educación ambiental: Una mirada desde los siete saberes necesarios para la educación del futuro de Morin. *Revista de Didáctica Ambiental*, 8(11), 1-9.
- Moliní Fernández, F. y Sánchez-González, D. (2019). Fomentar la participación en clase de los estudiantes universitarios y evaluarla. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 211-227.
- Mora Penagos, W. M. (2009) Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible ante la crisis planetaria: demandas a los procesos formativos del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 26, 7-35.
- Moreno-Fernández, O. (2015). Problemáticas socioambientales desde un enfoque de ciudadanía planetaria en las aulas. *Revista de Humanidades*, 24, 169-192.
- Murga-Menoyo, M^a. A. (2009). La Carta de la Tierra: un referente de la Década por la Educación para el Desarrollo Sostenible. *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, 239-262.
- Murga-Menoyo, M^a. A. (2018). La Formación de la Ciudadanía en el Marco de la Agenda 2030 y la Justicia Ambiental. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 7(1), 37-52. doi: [10.15366/riejs2018.7.1.002](https://doi.org/10.15366/riejs2018.7.1.002)
- Naciones Unidas, Asamblea General (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. A/69/L.85. 12 agosto 2015. Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: Unesco, Pearson.
- Novo, M. (2009). La educación ambiental una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, 195–217.
- Ortega Sánchez, D. y Pagés Blanch, J. (2017). Literacidad crítica, invisibilidad social y género en la formación del profesorado de Educación Primaria. *Revista de Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales (REIDICS)*, 1, 102-117.
- Parra, Y.J. (2011). La enseñanza de la química en pro del desarrollo sostenible: una propuesta instruccional para la educación universitaria. *Omnia*, 17(3), 68-85.
- Queirugaa, D., González Benitob, J, Amira Rocha Valenciac, L. y Lannelongue Nietob, G. (2015). Educación para el desarrollo sostenible en asignaturas de dirección de operaciones. El caso del banco de alimentos de La Rioja. *Working Papers on Operations Management*, 6(1), 22-37.
- Rodrigo-Cano, D. Picó, M.J. y Dimuro, G. (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. *Retos Revista de Ciencias de la*

Administración y Economía, 9(17), 25-36. doi: 10.17163/ret.n17.2019.02

- Rojano Ramos, S. y Jiménez López, M.A (2017). Propuesta didáctica de espacios ambientales en las aulas de Educación Infantil. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 3(1), 66-74. doi: 10.24310/innoeduca.2017.v3i1.2039
- Ruiz, J.J., Solbes, J. y Furió, C. (2013). Debates sobre cuestiones socio científicas. Una herramienta para aprender física y química. *Dialéctica de la Lengua y de la Literatura*, 64, 32-39.
- Severiche-Sierra, C., Gómez-Bustamante, E. y Jaime-Morales, J. (2016). La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 18(2), 266-281.
- Solber, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico II: Ejemplos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(2), 171-181.
- Torres Merchán, N.Y. (2011). Las cuestiones socio-científicas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Revista Luna Azul*, 32, 45-51.
- Tovar-Gálvez, J.C. (2013). Pedagogía ambiental y didáctica ambiental como fundamentos del currículo para la formación ambiental. *Revista Brasileira de Educação*, 18(55), 877-1061.
- UNESCO. (2014a). Declaración de Aichi-Nagoya sobre la educación para el desarrollo sostenible. Aichi-Nagoya, del 10 al 12 de noviembre. París: UNESCO. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf>
- UNESCO (2014b). Página web principal de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/es/our-priorities/sustainable-development/>
- UNESCO (2014c). *Global Citizenship Education. Preparing learners for the challenges of the 21st century*. París: UNESCO.
- UNESCO (2015). *Educación para la ciudadanía mundial. Temas y objetivos de aprendizaje*. París: UNESCO.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible. *Educación Química*, 22(7), 103-116.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2015). Ciencia de la Sostenibilidad: ¿Una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas? *Revista Iberoamericana de Educación*, 69(1), 39-60.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2016). La transición a la sostenibilidad como objetivo urgente para la superación de la crisis sistémica actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 395-407.