



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Propuesta de un caso simulado bajo el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente (CTSA) en la enseñanza del primer curso de Bachillerato de Física y Química.

Presentado por: Gemma Conde Rodríguez
Tipo de trabajo: Propuesta de intervención
Directora: Ana Martínez Sáenz

Ciudad: A Coruña
Fecha: 22-07-2017

RESUMEN

La investigación en la enseñanza de las Ciencias ha mostrado la necesidad de (a) superar la visión distorsionada de la Ciencia y (b) de promover en el alumnado la alfabetización científica para la formación de futuros ciudadanos responsables y críticos. En un intento por buscar una solución, se propone en el presente Trabajo de Fin de Máster el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medioambiente (CTSA) como metodología para promover la alfabetización científica en el primer curso de Bachillerato de Física y Química.

El enfoque CTSA influye en los dos aspectos clave anteriores, al compartir características y objetivos con el primero y servir como respuesta al segundo. Ha sido necesario analizar las características, materiales y metodología didáctica del enfoque, así como su presencia y evolución en materia legislativa para justificar la validez del enfoque como posible solución.

En particular, la propuesta didáctica elaborada se basa en un caso simulado CTSA (investigación en equipo, exposición y debate) sobre la tecnología de la fracturación hidráulica, compuesto de 7 actividades (iniciación, motivación, desarrollo y evaluación) en una secuencia de 12 sesiones, para las que se han elaborado pautas de actuación, planes de trabajo, cuestionarios y rúbricas de autoevaluación (intragrupos e intergrupos). Se han explorado algunas limitaciones de la misma (como la cultura científica del docente que permitiría tratar la historia de la ciencia), así como las perspectivas de mejora (como la adaptación a otras materias o el énfasis en la capacidad de aprender a aprender). A modo de conclusión se reconoce que la propuesta promueve la alfabetización científica, pero que para su alcance se requieren actuaciones más prolongadas en el tiempo.

Palabras clave: Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medioambiente (CTSA); alfabetización científica; visión distorsionada de la Ciencia; casos simulados; rúbrica de evaluación; fracturación hidráulica.

ABSTRACT

Research in Science teaching has shown the need to (a) overcome the distorted view of Science and (b) promote scientific literacy to prepare future responsible and critical citizens. In an attempt to find a solution, the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach is proposed as a methodology for promoting scientific literacy in the first year of Senior Secondary School of Physics and Chemistry.

The CTSA approach influences this two important topics, sharing characteristics and objectives with the first of them, and as a response to the second. It was necessary to analyze the characteristics, materials and didactic methodology of the approach, as well as its presence and evolution in education laws in order to validate the STSE approach as a possible solution.

In particular, this didactic proposal, is based on a STSE simulated case (research and teamwork, exposition of arguments and discussion and final negotiation) about fracking technology, with 7 activities (initiation, motivation, development and evaluation) in a sequence of 12 steps. This comprised the development of guidelines, work plans, test and peer/self evaluation.

Some limitations have been explored (such as the scientific culture of the teacher that would allow the treatment of the history of science), and foresight improvement (such as being taught in the context of other disciplines, or emphasis on learning to learn competence). To conclude this abstract, it is recognized that this didactic proposal contributes to promoting scientific literacy, but further specific action is required.

Key words: Science, Technology, Society, Environment (STSE); scientific literacy (SL); distorted view of Science; simulated case strategy; rubric; fracking.

ÍNDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 | Justificación | 2 |
| 1.2 | Planteamiento del problema | 3 |
| 1.3 | Objetivos..... | 5 |
| 2 | MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1 | Marco legislativo | 5 |
| 2.2 | Presencia y evolución legislativa histórica del movimiento CTSA en la educación española..... | 6 |
| 2.3 | Alfabetización científica y enfoque CTSA..... | 11 |
| 2.4 | Visiones distorsionadas de la Ciencia y motivaciones del enfoque CTSA.... | 13 |
| 2.5 | Definición y objetivos del enfoque CTSA | 16 |
| 2.6 | Características curriculares del enfoque CTSA | 17 |
| 2.7 | Materiales didácticos para el desarrollo del enfoque CTSA..... | 19 |
| 2.8 | Metodología didáctica de los casos simulados CTSA..... | 22 |
| 3 | PROPUESTA DE INTERVENCIÓN..... | 24 |
| 3.1 | Introducción | 24 |
| 3.2 | Contexto y destinatarios..... | 24 |
| 3.3 | Marco legal | 25 |
| 3.4 | Objetivos didácticos de la propuesta..... | 26 |
| 3.5 | Contenidos..... | 28 |
| 3.6 | Competencias clave | 29 |
| 3.7 | Planificación de las actividades..... | 32 |
| 3.8 | Actividades de la propuesta..... | 33 |
| 3.8.1 | Fase 0. Investigación sobre la temática del caso simulado. | 33 |
| 3.8.2 | Fase 1: Presentación del caso simulado | 34 |
| 3.8.3 | Fase 2. Investigación y trabajo en equipo..... | 39 |
| 3.8.4 | Fase 3. Exposiciones de los equipos | 43 |
| 3.8.5 | Fase 4. Debate socioambiental y proceso de negociación | 44 |
| 3.8.6 | Fase 5. Proceso de evaluación final..... | 46 |
| 3.9 | Medidas de atención a la diversidad | 49 |
| 3.10 | Características del proceso de evaluación | 50 |
| 3.11 | Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje..... | 51 |

| | | |
|------|--|----|
| 3.12 | Estándares y resultados de aprendizaje: Rúbricas de evaluación..... | 52 |
| 3.13 | Evaluación de los resultados de aprendizaje..... | 53 |
| 3.14 | Evaluación de la propuesta didáctica | 55 |
| 3.15 | Resultados previstos..... | 56 |
| 4 | CONCLUSIONES..... | 56 |
| 5 | LIMITACIONES..... | 59 |
| 6 | PROSPECTIVA..... | 61 |
| 7 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 62 |
| 8 | ANEXOS..... | 71 |
| | Anexo I. Registro inicial/final sobre las relaciones CTSA..... | 71 |
| | Anexo II. Objetivos curriculares del enfoque CTSA con arreglo a la legislación. .. | 73 |
| | Anexo III. Objetivos educativos del caso, de etapa y competencias clave. | 76 |
| | Anexo IV. Cuestionario inicial de indagación sobre las relaciones CTSA..... | 77 |
| | Anexo V. Reflexiona creando preguntas abiertas..... | 78 |
| | Anexo VI. Noticia ficticia origen de la controversia | 79 |
| | Anexo VII. Guion para el alumno del caso simulado. | 80 |
| | Anexo VIII. Plantilla del plan de trabajo..... | 93 |
| | Anexo IX. Rúbricas de autoevaluación de los alumnos. | 94 |
| | Anexo X. Encuesta final de valoración del caso simulado. | 96 |
| | Anexo XI. Rúbrica de evaluación del docente. | 98 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Imagen 1. Dimensiones del primer gran objetivo del enfoque CTSA..... | 18 |
| Imagen 2. Dimensiones del segundo gran objetivo del enfoque CTSA..... | 18 |
| Imagen 3. Distribución del espacio para el trabajo en equipo y el debate. | 48 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Estrategias de enseñanza-aprendizaje bajo el enfoque CTSA. | 20 |
| Tabla 2. Características, ventajas e inconvenientes de los casos CTSA históricos..... | 21 |
| Tabla 3. Características, ventajas e inconvenientes de casos CTSA en tiempo real... 21 | |
| Tabla 4. Características y ventajas de los casos simulados CTSA. | 21 |
| Tabla 5. Contexto educativo y contexto curricular de la propuesta didáctica..... | 25 |
| Tabla 6. Contenidos marcados en el D 86/2015 tratados en el caso simulado..... | 29 |
| Tabla 7. Definición y competencias clave que figuran en el RD 1105/2014..... | 30 |
| Tabla 8. Relación entre los objetivos, contenidos y competencias clave. | 30 |
| Tabla 9. Competencias clave que se desarrollan en las actividades de la propuesta. 31 | |
| Tabla 10. Temporalización de las fases del caso simulado y de las actividades..... | 32 |
| Tabla 11. Ficha resumen de la Actividad 0. | 33 |
| Tabla 12. Ficha resumen de la Actividad 1. | 34 |
| Tabla 13. Ficha resumen de la Actividad 2. | 36 |
| Tabla 14. Ficha resumen de la Actividad 3. | 36 |
| Tabla 15. Ficha resumen de la actividad 4 (Primera sesión)..... | 40 |
| Tabla 16. Ficha resumen de la Actividad 4 (Segunda sesión). | 41 |
| Tabla 17. Ficha resumen de la Actividad 4 (Tercera sesión). | 42 |
| Tabla 18. Ficha resumen de la Actividad 4 (Cuarta sesión). | 42 |
| Tabla 19. Ficha resumen de la Actividad 5. | 43 |
| Tabla 20. Ficha resumen de la Actividad 6 (Primera sesión). | 45 |
| Tabla 21. Ficha resumen de la Actividad 6 (Segunda sesión). | 45 |
| Tabla 22. Ficha resumen de la Actividad 7..... | 46 |
| Tabla 23. Recursos necesarios para llevar a cabo las Actividades. | 49 |
| Tabla 24. Características del proceso de evaluación. | 50 |
| Tabla 25. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje asociados. | 51 |
| Tabla 26. Peso de cada una de las actividades en la valoración final..... | 54 |
| Tabla 27. Validación de la propuesta didáctica bajo las dimensiones del enfoque CTSA. | 55 |

1 INTRODUCCIÓN

La presente propuesta didáctica pertenece al Trabajo de Fin de Máster (TFM) y supone la etapa final del proceso de formación inicial del profesorado del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas impartido en la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR).

Tras el análisis de una recopilación de trabajos de investigación, se muestra la problemática relacionada con la visión distorsionada de la Ciencia, lo que incide en la desmotivación del alumnado y en un aprendizaje no significativo.

En el presente trabajo se presenta el enfoque didáctico Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA) como posible herramienta para contribuir a la alfabetización científica del alumnado junto con la formación en responsabilidad social y en la toma de decisiones, tanto desde un punto de vista teórico como normativo.

Los objetivos del mismo son coherentes con la problemática detectada y la justificación presentada.

La propuesta didáctica que se presenta en este trabajo introduce la naturaleza de la Ciencia, junto con los contenidos científicos adecuados a la etapa educativa del primer curso de Bachillerato, a través de la metodología de los casos simulados dentro del enfoque CTSA. Esta herramienta didáctica permite desarrollar el currículo de Ciencias de una forma integradora con el fin de contribuir a la formación de ciudadanos alfabetizados científica y tecnológicamente y que sean socialmente responsables.

Como hilo conductor del caso simulado se empleará el impacto social y medioambiental de la tecnología de extracción de gas no convencional por fracturación hidráulica, dado que la química y la industria, así como las consecuencias sociales y ambientales de las reacciones químicas de combustión y el petróleo forman parte de los contenidos del currículo de la materia de Física y Química del primer curso de Bachillerato. El análisis de las características del enfoque CTSA realizado en el Marco Teórico servirá como base para diseñar las actividades que se presentan en esta propuesta didáctica teniendo en cuenta la normativa educativa de ámbito nacional en vigor.

Para finalizar el TFM, se presentan las conclusiones que se pueden extraer, y se analizan las limitaciones del mismo, lo que permitirá presentar la prospectiva que

podría derivarse para la elaboración de futuras investigaciones a partir de los análisis y situaciones planteadas.

1.1 Justificación

Martín Gordillo (2006) señala que el término “educar” proviene del verbo latino “duco” (traer, guiar, llevar). Del mismo verbo “duco” derivan "conducir", "inducir", "seducir". Destaca que la educación supone la transferencia de contenidos e información y en el entrenamiento de habilidades, pero que necesariamente debe incluir la adquisición de la capacidad de apreciar, valorar y participar en la sociedad para la emisión de juicios (éticos, estéticos, políticos, etc) y la toma de decisiones (personales y colectivas).

En el ámbito educativo, es necesario educar para que, además de desarrollar las capacidades y alcanzar los objetivos propios de cada etapa educativa, el alumnado desarrolle actitudes, valores y normas de conducta para que sea capaz de tomar decisiones con fundamento y participar de forma responsable, crítica y consciente, tanto individualmente como colectivamente.

Martín-Gordillo (2014) señala que existe un vínculo muy estrecho entre innovación y educación que supone un gran desafío educativo de nuestro tiempo. Con el fin de transmitir a los alumnos las herramientas y actitudes necesarias para su incorporación a la vida activa en la sociedad, se aprecia la importancia del conjunto de saberes, destrezas y valores que se desea transmitir a las nuevas generaciones y que conforman el currículo, pero también una desde una visión de cara al futuro para que sean capaces de afrontar los retos y problemas futuros aún no planteados.

El momento actual exige que los ciudadanos sean capaces de participar e intervenir de forma crítica en la orientación del desarrollo tecnocientífico. La Ciencia y la Tecnología son productos sociales que incorporan valores y cuestiones éticas, y a su vez, la sociedad debe participar en la orientación de desarrollo de la Ciencia y la tecnología.

Existen múltiples definiciones de la alfabetización científica en el sistema escolar, en función de qué se considere relevante en cuanto a los objetivos y finalidades de la enseñanza de las Ciencias. Atendiendo al concepto de alfabetización

científica que se considere, así será reflejada en la planificación, diseño y puesta en práctica del currículo.

La enseñanza de las Ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) es una orientación del currículo recogida en las reformas del sistema educativo que han realizado en diversos países en las últimas décadas como la educación que deben recibir los alumnos como futuros ciudadanos para que puedan participar de forma activa en la sociedad y buscar soluciones a los retos, problemas y desafíos a los que se enfrenta nuestro planeta (Solbes, Vilches y Gil, 2002).

En la actualidad, el enfoque CTS viene a incluir también al medio ambiente, debido a las interacciones que los productos y procesos del desarrollo científico y tecnológico crean en el medio que nos rodea. Por tanto, se hablará de relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA).

Al hilo de lo anterior, se presentan algunas de las preguntas que nos pueden surgir a la hora de analizar cómo se puede orientar la labor educadora del docente de ciencias:

¿Para qué enseñar Ciencia, cuál es su utilidad? ¿La forma en la que aprendimos Ciencia es el mejor modo en que podemos enseñarla? ¿Qué debemos enseñar de la Ciencia: conceptos, sus resultados, los procesos de la Ciencia? ¿Es posible enseñar Ciencia de forma motivadora? ¿Y de una forma colaborativa? ¿Es conveniente enseñar la Ciencia mostrando sus aspectos valorativos (ambientales, éticos, económicos, políticos)? Si es así, ¿podemos decidir mientras enseñamos Ciencias?

En este sentido, el enfoque CTSA bajo el que se elabora la propuesta didáctica de este TFM, revela una preocupación por la motivación de alumnado, por la imagen distorsionada que posee la sociedad de la Ciencia y de los científicos y por mejorar el aprendizaje y el concepto de la Ciencia. A través de este enfoque, se puede dar respuesta y orientar las decisiones a tomar en la futura labor docente.

1.2 Planteamiento del problema

La investigación sobre la didáctica de la enseñanza de las Ciencias ha mostrado la necesidad de superar el obstáculo que supone la visión distorsionada de la Ciencia, así como promover en el alumnado la adquisición de una alfabetización

científica y tecnológica para lograr adecuar el sistema educativo a las demandas de la sociedad.

En enfoque didáctico de CTSA contribuye a aumentar el interés del alumno por la Ciencia, y aunque este objetivo se puede lograr empleando otros recursos (experiencias tecnocientíficas, juguetes, etc), bajo este enfoque se logra alcanzar una visión más completa y contextualizada aumentando la conexión con la realidad de los contenidos y su utilidad (Solbes y Ríos, 2007).

Sin embargo, Oliva y Acevedo (2005) señalan que no se están alcanzando los objetivos de la educación bajo el enfoque de CTSA en la enseñanza de Ciencias. Esto es debido la existencia de un amplio currículo educativo con pocas horas lectivas, por la continuidad de textos educativos que se centran principalmente en los contenidos de tipo conceptual así como en el carácter tradicional de la evaluación de las Ciencias, y muy especialmente, por la falta de formación inicial y permanente del profesorado en la didáctica de las Ciencias.

En consecuencia, es necesario conocer, mostrar y contribuir en la creación y aplicación de propuestas y actividades bajo este enfoque que contribuyan a la formación del profesorado. La propuesta didáctica realizada pretende contribuir en la creación de contenidos bajo este enfoque, contribuyendo en la formación inicial de la autora del presente TFM.

En relación a la etapa educativa en la cual se enmarca la propuesta, cabe señalar que el Bachillerato es una etapa educativa situada en una posición intermedia y que debe estar en equilibrio con la etapa anterior de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y las etapas educativas posteriores. Por tanto, debe existir una coherencia con los planteamientos del currículo de la etapa anterior, donde prevalece la idea de la Ciencia escolar desde una perspectiva de formación científica para la ciudadanía y los planteamientos de las etapas posteriores, que presentan mayor rigor analítico y científico (Oliva y Acevedo, 2005).

La estructura de los contenidos de Bachillerato es claramente disciplinar, por lo que cualquier propuesta didáctica en el mismo sentido corre el peligro de fragmentarse en una serie de compartimentos estancos. Por tanto, es necesario plantear propuestas bajo enfoques como el CTSA que permitan integrar el currículo en dos direcciones. Por un lado, profundizar en los contenidos científicos de la etapa anterior, y, por otro lado, favorecer la reflexión sobre la finalidad, repercusiones y relaciones de la Ciencia y la Tecnología con la sociedad (Oliva y Acevedo, 2005).

1.3 Objetivos

El objetivo general de este Trabajo de Fin de Máster es diseñar una propuesta didáctica bajo un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Medio Ambiente (CTSA) que permita abordar y desarrollar la temática del impacto ambiental y de las relaciones entre la química y la industria del currículo de la asignatura de Física y Química del primer curso de Bachillerato, con el fin último de incrementar el interés de los alumnos por la Ciencia y contribuir en la formación de una ciudadanía alfabetizada científica y tecnológicamente.

Se plantean, por tanto, los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los referentes teóricos y epistemológicos sobre la contribución del enfoque CTSA así como las características de los materiales didácticos elaborados bajo este enfoque.
- Contrastar la presencia y cambios legislativos en el currículo del primer curso de Bachillerato del enfoque CTSA como recurso didáctico para una mejor comprensión por parte de los alumnos de la Ciencia.
- Verificar la pertinencia del enfoque CTSA en la propuesta planteada para la etapa educativa de Bachillerato en la materia de Física y Química.
- Elaborar instrumentos que permitan comprobar la contribución del uso de casos simulados bajo el enfoque CTSA como herramienta para promover la alfabetización científica y mejorar la percepción de la Ciencia.
- Establecer una evaluación de la propuesta didáctica como de los resultados que permita detectar aquellos puntos que se deben mejorar y/o potenciar.
- Diseñar una propuesta didáctica bajo este enfoque utilizando como hilo conductor la crisis energética y el impacto medioambiental enmarcada en el estudio de casos simulados.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Marco legislativo

En el presente marco teórico legislativo se han revisado y tenido en cuenta las siguientes leyes en materia educativa, con el fin de revisar, comparar y analizar las

referencias, cambios y/o evolución en relación a la introducción y presencia del enfoque CTSA y a la promoción de la alfabetización científica:

Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo del año 1990 (LOGSE)

Resolución de 29 de diciembre de 1992, de la Dirección General de Renovación Pedagógica, por la que se regula el currículo de las materias optativas de Bachillerato.

Real Decreto 3473/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifica el real Decreto 1007/91, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria.

Real Decreto 3474/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifican el Real Decreto 1700/1991, de 29 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato, y el Real Decreto 1178/1992, de 2 de octubre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del Bachillerato (Vigente hasta el 07 de Noviembre de 2007).

Ley Orgánica de Educación del año 2006 (LOE)

Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa del año 2013 (LOMCE)

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

2.2 Presencia y evolución legislativa histórica del movimiento CTSA en la educación española

De la misma forma que la lucha contra el analfabetismo y la alfabetización del ciudadano fue sin duda el objetivo educativo de la Ilustración, para la sociedad actual, la generación de una cultura científica y de la alfabetización científica y tecnológica y se ha convertido en un reto fundamental (Díaz y García, 2011, p.5)

El movimiento CTSA surge en la década de los años sesenta y setenta, con un carácter crítico al reclamar la necesaria atención sobre el desarrollo de la tecnología y sus efectos en el medio ambiente, y también respecto al desarrollo tecnológico relacionado con la Guerra Fría entre las superpotencias. Originado de forma pionera en los Estados Unidos, en Europa los países pioneros en este sentido fueron Reino Unido y Holanda. En nuestro país, el movimiento CTSA es introducido por un grupo de investigadores de las universidades de Oviedo, Valencia, Barcelona, y el País

Vasco que crearon el Instituto de investigaciones sobre Ciencia y Tecnología (INVESCIT) en 1987 (Martínez-López, 2006).

En España, las reformas educativas de los currículos escolares de los años noventa suponen un cambio importante en la enseñanza tradicional de las Ciencias, pasando de una pura formación de científicos a la consideración de Ciencia útil para el alumno, alejándose del sentido puramente propedéutico.

La introducción en la aplicación del movimiento CTSA que se produce en la década de los años noventa, mediante la reforma del sistema educativo implantada con la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo en 1990 (LOGSE) facilitó la introducción del enfoque CTSA en varios niveles educativos. Dentro de la educación secundaria, el currículo de Ciencias de la ESO, por tratarse de una etapa obligatoria, fija dentro de sus objetivos la enseñanza de la Ciencia de forma útil para los futuros ciudadanos, independientemente de los estudios a cursar o no posteriormente. Así la introducción del enfoque CTSA, tal y como señala Caamaño (2002), se realiza no sólo a través del área de Ciencias, sino también a través de la nueva área de Tecnología implantada y de los temas transversales (educación para la salud, educación ambiental, educación para la paz). Dentro del nivel educativo de Bachillerato, se incluyeron bloques con contenidos CTSA en las asignaturas del área de Ciencias de Física, Química y Biología, así como en la asignatura de Tecnología Industrial dentro de la nueva modalidad de Bachillerato de Tecnología.

Además, la aplicación del movimiento CTSA se manifiesta con la creación de la materia optativa en Bachillerato “Ciencia Tecnología y Sociedad”, conforme a la Resolución de 29 de diciembre de 1992, de la Dirección General de Renovación Pedagógica, por la que se regula el currículo de las materias optativas de Bachillerato (BOE nº 25, de 29 de enero de 1993).

Esta materia, de carácter optativo (por tanto, no implantada en el sistema educativo en su totalidad) y de corte CTSA puro, se describía como multidisciplinar de acuerdo a la filosofía del movimiento. Se ofertaba en todas las modalidades de Bachillerato, si bien, no en todas las Comunidades Autónomas. Sin embargo, el temario oficial presentaba una serie de bloques temáticos que se podían clasificar en disciplinas separadas (ética, economía, historia, sociología, etc) pero abordadas en una misma asignatura y sin interconexión, lo que se puede comprobar en los temas que presentaban los libros de texto de la época, acordes con los contenidos que la legislación marcaba para esta materia optativa.

Es, pues, una materia con una clara voluntad interdisciplinar, integradora y abierta al tratamiento de cuestiones -el medio ambiente, los modelos de desarrollo económico y social, la responsabilidad política y las formas de control social, etc.- que no están claramente instalados en una disciplina académica concreta, pero que tienen un papel decisivo en la vida social (BOE nº 25, de 29 de enero de 1993, p. 2406)

Caamaño (2002) matiza que a pesar del efecto positivo de la inclusión de temas CTSA en los bloques de contenidos, la creación de nuevas áreas curriculares ha podido suponer un freno de cara a su mayor inclusión en el área de Ciencias de la Naturaleza. Por ejemplo, las materias de Bachillerato de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente respecto de la Química, o la Tecnología Industrial respecto de la Física y la Química.

Sin embargo, este autor (Caamaño, 2002) valora positivamente la aparición de una serie de proyectos para el nivel educativo de la ESO de carácter innovador promovidos en los inicios de la reforma educativa mediante concursos de materiales curriculares (el proyecto Axarquía, el proyecto ACES, el proyecto Ciencia, el proyecto Ciències, el proyecto Ceres, el proyecto Gaia, Investigando/comprendiendo la naturaleza 12/16, etc), o adaptaciones de proyectos extranjeros como el proyecto APQUA (Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones).

A pesar de la importancia del enfoque CTSA para la formación científica de los ciudadanos, la posterior revisión del currículo de secundaria (RD 3473/2000), realizada por las autoridades educativas, se aleja de esta visión al aumentar los contenidos teóricos en la ESO y Bachillerato, y eliminar los contenidos sobre interacciones CTSA en las asignaturas de Ciencias del Bachillerato (RD 3474/2000).

Años después, dentro de los planteamientos básicos de la reforma educativa planteada en la Ley Orgánica de Educación del año 2006 (LOE se contempla la evolución acelerada e impacto de la Ciencia y Tecnología en el desarrollo de la sociedad y el medio ambiente, por lo que se reconoce la necesidad de una educación para vivir en la sociedad del conocimiento con ciudadanos capacitados para afrontar los retos de la sociedad futura.

Dentro del nivel educativo de Bachillerato, se implanta la materia común para todos los estudiantes de primer curso de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC), de cualquier modalidad, que aporta la lista más larga y sistemática de los contenidos de CTSA. Por el contrario, las demás asignaturas de Bachillerato de la modalidad de Ciencias y Tecnología ofrecen el diseño más escueto

de los contenidos comunes, a pesar de que este nivel educativo podría considerarse el más adecuado para profundizar en la comprensión de los conceptos más complejos y epistemológicos de CTSA (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2016).

Se introduce por primera vez bajo el enfoque CTSA la materia optativa para el curso de Bachillerato “Ciencia, Tecnología y Sociedad” según la LOGSE de 1990, para posteriormente, continuar bajo esta línea con la materia de tipo obligatorio de “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” (CMC) según la LOE de 2006, tendencia que cambiará en la siguiente reforma educativa planteada.

En el año 2013, se aprueba la última ley en materia educativa hasta la fecha, la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), una ley de artículo único que modifica la anterior, la LOE.

La anterior ley de educación, la LOE, ha sido alabada por legislar la materia científica obligatoria de CMC (Martín-Díaz, Níeda y Pérez, 2008; Pro, 2008), mientras que los cambios introducidos por la LOMCE han sido objeto de críticas (Tiana, 2014; Torres, 2014) y en particular en el arreglo de la enseñanza de la Ciencia (Bayona, 2013 y Herradón, 2013). Autores como Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2016, p.1028) señalan como “positivo la presencia abundante de temas CTS resultado que puede considerarse una victoria de la investigación CTS que logra introducir sus planteamientos en la política educativa”. Sin embargo, los mismos consideran negativa la “ausencia de una referencia explícita a su denominación didáctica (CTS o naturaleza de la Ciencia y Tecnología), eludiendo con ello su diferenciación, organización y estructuración adecuadas para favorecer una mejor enseñanza” (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas ,2016, p.1028).

Autores como Pérez-Gómez (2014) señalan que introduce cambios amplios y profundos, en lo relativo a la etapa del Bachillerato, junto con en el Real Decreto 1105/2014 que lo desarrolla, al establecer la organización general de Bachillerato. Con esta nueva ley, se incorpora al currículo una nueva materia en el curso de Bachillerato denominada Cultura Científica (CC) que tiene carácter no obligatorio, siendo cursada solo por aquellos que la elijan, y desaparece la anterior materia de CMC, cuyo carácter era obligatorio en la LOE.

En cuanto a la enseñanza de la Ciencia, parte de la oferta en materia de Ciencias en el último curso de ESO tiene carácter optativo, a lo que se añade la eliminación de la materia obligatoria de CMC y su sustitución por la optativa CC. Estos cambios en materia de Ciencias tendrán como consecuencia que la promoción de la alfabetización científica en parte importante del alumnado quede desasistida a partir de 4º de ESO, por lo que será imprescindible incluirlas en otras materias del

currículo de carácter también no obligatorio del currículo (Biología, Física, Química...). Martín-Díaz et al. (2008), Pro (2008) o Ferreira-Gauchía (2013) coinciden al destacar que la materia desaparecida de CMC de Bachillerato impulsaba la alfabetización científica como uno de sus principales objetivos, por lo que gran parte del alumnado no estará alfabetizado científicamente.

Por otra parte, a nivel de la sociedad, los resultados de la 8ª Encuesta Sobre La Percepción Social De La Ciencia (FECYT, 2017) muestran en relación a la percepción de la Ciencia y a la alfabetización científica que:

- Los ciudadanos consideran en general que su nivel de educación científico-técnico es bajo, o al menos más bajo de lo que les gustaría, a lo que se añade un déficit de información científica percibido al existir una diferencia entre el nivel de información (2,79 sobre 5) y el grado de interés (3,12 sobre 5).
- Respecto a 2014, se mantiene estable la percepción que la ciudadanía tiene de su nivel de formación científico-técnica.
- Aunque la percepción de la utilidad de la formación científica sigue la tendencia al incremento desde el año 2008, destaca que ésta no ha resultado especialmente útil en diversos ámbitos de la vida. Aunque ha resultado útil en relación a la conducta del ciudadano como consumidor y usuario y para la comprensión del mundo se considera menos útil en relación a la formación de opiniones políticas y sociales (un 43,8% la considera poco o nada útil) y en la profesión de cada persona entrevistada (un 40,4% la considera poco o nada útil).
- La percepción que tienen los ciudadanos de la Ciencia y Tecnología continúa siendo positiva, ya que la mayoría (54,4%) considera que los beneficios de la Ciencia y Tecnología son mayores que los perjuicios. Los resultados indican además que la relación directa entre interés y nivel de formación sobre el balance beneficios-perjuicios de la Ciencia.

En este contexto, los cambios introducidos con la LOMCE en cuanto a la enseñanza de Ciencias, como la no obligatoriedad de CC en el currículo de Bachillerato, hacen intuir que el futuro esta tendencia disminuya o se invierta, de ahí la necesidad de promover la alfabetización científica del alumnado empleando nuevos enfoques como el CTSA.

Martín-Díaz, Gutiérrez y Gómez (2013) señalan que una de las causas que fallan en la implantación de los contenidos CTSA reside en que “la investigación y la

innovación educativas siguen siendo cuestiones de rango menor, y como consecuencia (...) no han sido objeto de evaluación en las pruebas de acceso a la universidad” (p. 18). Es más, no se han reflejado ni evaluado en los años en que formaban parte del currículo (Caamaño, 2002), ni lo han hecho en los últimos cursos en los que han vuelto a aparecer epígrafes en la LOE (2006) con esa orientación CTSA.

En suma, a nivel legislativo, en las dos últimas décadas, como se ha expuesto, se han desarrollado dos reformas educativas en la formación preuniversitaria, la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE, 1990) en 1990 y la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006) en 2006, que tratan de impulsar la alfabetización científica y tecnológica a través de un enfoque CTSA mediante la inclusión adicional de asignaturas concretas en el currículo escolar (la materia “Ciencia, tecnología y sociedad” en la LOGSE o “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” en el caso de la LOE, con una marcada componente CTSA o por lo menos con esta intención). Pero la última reforma marcada por la LOMCE (LOMCE, 2013) marca un punto de inflexión en esta tendencia, por lo que si se desea promover la alfabetización científica será necesario introducirla en el currículo de las materias de cada etapa de forma transversal.

En esta situación, y de acuerdo con Gavidia (2001), la transversalidad que permiten las relaciones CTSA al aproximar las materias científicas a su contexto social, del cual no se deberían haber alejado, complementa cualquier línea de trabajo y de innovación que se pueda dar en las materias del currículo, por lo que el enfoque CTSA resulta apropiado para la materia de Física y Química del primer curso de Bachillerato en la cual se enmarca la presente propuesta didáctica de este TFM.

2.3 Alfabetización científica y enfoque CTSA

La alfabetización científica y tecnológica del alumnado requiere la incorporación de la perspectiva CTSA en el currículo, como ya han manifestado en numerosas investigaciones y publicaciones autores como Acevedo-Díaz (2004), Solbes et al. (2002), Martín-Gordillo (2009), o Prieto, España y Martín (2012).

De acuerdo con Prieto et al. (2012, p.72), “en la sociedad actual resulta imprescindible contar con una ciudadanía científica y tecnológicamente alfabetizada por razones de diferente tipo: de carácter económico, políticosocial, cultural y funcional”.

La alfabetización científica considera que la finalidad de la enseñanza de las Ciencias es lograr que toda la población tenga unos conocimientos científicos que les permitan comprender las relaciones presentes entre la Ciencia y la Tecnología, para que pueda tomar decisiones y participar activamente en aspectos de la vida individual y social relacionados con temas científico-tecnológicos. Existen múltiples definiciones de la alfabetización científica y tecnológica atendiendo a las visiones sobre el concepto de Ciencia y educación científica que existen. Autores como Sabariego y Manzanares (2006) recogen distintas definiciones sobre este término, e indican que se entiende por alfabetización científica:

la formación necesaria para contribuir a formar ciudadanos (...) que sepan desenvolverse en el mundo actual y que conozcan el importante papel que la ciencia desempeña en sus vidas y en nuestra sociedad; una formación que les permita tomar decisiones apropiadas en temas relacionados con la ciencia y la tecnología (Sabariego y Manzanares, 2006, p. 1)

Conforme a la definición de la alfabetización científica, la sociedad actual necesita que la ciudadanía sea consciente de los problemas socioambientales del planeta (Duarte, 2006; Vilches y Gil-Pérez, 2009), de forma que la educación se lleve a cabo con especial atención a la formación de los ciudadanos, para afrontar la situación de crisis medioambiental actual y futura (Vilches, Gil-Pérez, Toscano y Macías, 2008).

Como respuesta a esta exigencia, se propone el enfoque CTSA, que presta especial atención en la necesidad de formar ciudadanos competentes y responsables, capaces de tomar decisiones críticas y razonadas ante diversos problemas socioambientales (Solbes y Vilches, 2004; Martínez, Villamil y Peña, 2006, Acevedo-Díaz, Vázquez y Manasero, 2003).

Aunque la definición, carácter y significado de la alfabetización científica puede ser compleja, (de ahí la falta de consenso en cuanto a definición), diversos autores, han analizado las diversas acepciones del término (Acevedo-Díaz et al., 2003) y las características básicas del enfoque CTSA (Akçay y Yager, 2010), concluyendo que los objetivos propios del movimiento CTSA incluyen muchas de las características sobre la alfabetización científica y tecnológica, y de entre ellas, pueden destacarse:

- Se incluye la dimensión social de la educación científica.

- El empleo de la tecnología como elemento facilitador para conectar con el mundo real y comprender la naturaleza de la Ciencia y Tecnociencia.
- Importancia en la vida social y personal, con el fin de tomar decisiones responsables a la hora de resolver problemas.
- Los planteamientos democratizadores de la Ciencia y la Tecnología.
- La instrucción en los procedimientos de acceso a la información, así como su utilización y comunicación.
- El carácter filosófico y cultural de la tecnología y la Ciencia.
- Empleo para fines específicos sociales y para la acción cívica.
- El alcance de la ética y los valores de la Ciencia y la Tecnología.
- Importancia del pensamiento crítico.

Destacar, además, citando las palabras de Guinovart (2011) en el prólogo del Informe Enciende presentado por la Confederación de Sociedades Científicas de España, que:

La ciencia es esencial para la democracia (). Solo una sociedad con un adecuado nivel de educación científica puede evitar ser manipulada (..) y es capaz de tomar decisiones basadas en la evidencia sobre temas de la mayor trascendencia para nuestro bienestar e incluso nuestro futuro como especie (Guinovart, 2011, p.7).

Teniendo esto en cuenta, desde un punto de vista educativo, el enfoque CTSA bajo el cual se construye la propuesta didáctica de este TFM, pretende contribuir al establecimiento de una relación entre la participación ciudadana y el conocimiento de la Ciencia.

2.4 Visiones distorsionadas de la Ciencia y motivaciones del enfoque CTSA

Numerosas investigaciones han mostrado que la enseñanza de las Ciencias tradicional proporcionan una visión distorsionada de la Ciencia lo que representa un obstáculo en la renovación de su enseñanza. Se muestran a continuación las distintas deformaciones que contribuyen a crear una visión distorsionada de la Ciencia recogidas por diversos autores como Carrascosa, Cachapuz, Praia, Gil y Fernández (2002), Gil-Pérez, Macedo, Martínez, Sifredo, Valdés y Vilches, (2005) y Solaz-Portolés (2010):

1. Neutralidad: Concepción empírico-inductivista y atórica. Se destaca el papel “neutro” de la observación y la experimentación obviando que pueden estar influidas por las ideas propias, por las hipótesis planteadas que focalizan la investigación, así como los conocimientos y teorías que orientan el proceso científico.
2. Rigidez: Concepción algorítmica, exacta e infalible. Se transmite el conocimiento científico en forma acabada para su simple recepción de forma que los docentes y estudiantes no pueden constatar sus limitaciones. Los estilos de evaluación rígidos también contribuyen a esta visión, al poner énfasis en algoritmos y pasos mecánicos y no en mecanismos metacognitivos.
3. Desvinculada de lo social: concepción aproblemática y ahistórica. Se refuerza por omisión, al presentar los conocimientos ya elaborados y cerrados, sin mostrar las causas de su origen, evolución, limitaciones, perspectivas abiertas, etc.
4. Analítica: concepción exclusivamente analítica. Se muestra la Ciencia desde una visión analítica, de carácter acotado y simplificado como paso inicial de los estudios, olvidándose de los procesos de unificación como característica fundamental de la evolución de los conocimientos científicos.
5. Linealidad: concepción del desarrollo científico de crecimiento lineal y por acumulación. Se interpreta la Ciencia de forma simplista como fruto del conjunto de investigaciones realizadas ignorando las crisis y remodelaciones que han tenido lugar en su construcción.
6. No responsable de su uso: concepción socialmente neutra de la actividad científica. La actividad científica se muestra descontextualizada reafirmando su carácter analítico exaltando a la Ciencia como factor absoluto del progreso, sin tener en cuenta sus interrelaciones y repercusiones.
7. Dominadora de la naturaleza: concepción de la Ciencia como útil para dominar la naturaleza. Visión en la cual se considera al hombre con el derecho de someter a la naturaleza para su propio beneficio (individual o social) no siendo responsable de lo que le ocurra.

La presencia de estas siete visiones distorsionadas de Ciencia con un claro énfasis en lo conceptual de la orientación educativa tradicional son la base para dar lugar a la desmotivación progresiva del alumnado en las Ciencias (lo que conlleva a la deserción en los estudios de Ciencia) y a la creación de un entorno de aprendizaje

no significativo (lo que dará lugar a la no alfabetización científica y tecnológica de los alumnos). Ante la exigencia de un cambio a nivel educativo, el enfoque CTSA trata de llevar la enseñanza de las Ciencias más cerca de las necesidades del alumno, como miembro de una sociedad en constante desarrollo tecnológico dado que su origen puede enmarcarse en las motivaciones que señala Yus Ramos (1997):

- Motivación filosófica: En el origen del movimiento CTSA se encuentran tres postulados que representan la crisis de la filosofía positivista:
 - Se empieza a considerar la Ciencia alejada de una visión de simple relación causa-efecto, negando la observación objetiva y neutral al considerar que el sistema de medida siempre interacciona con el observador.
 - Se considera a la Ciencia como una construcción humana, y como tal, asociada a un contexto social y cultural de una sociedad concreta con un sistema de valores éticos culturales e ideológicos determinados.
 - Se rechaza la clásica división entre Ciencia teórica y Ciencia aplicada superior a la tecnología, dado que la Ciencia está relacionada con el desarrollo de la tecnología y viceversa.
- Motivación psicopedagógica. Las estrategias del enfoque CTSA muestran el interés por la participación del alumnado buscando:
 - Interdisciplinariedad con la Tecnología
 - Prevención para la tecno-sociedad
 - Visión realista de la actividad científica
 - Globalización en lo ético y lo social con una actitud positiva y crítica a la Ciencia
- Motivación sociológica: en enfoque CTSA hace posible que la Ciencia a nivel escolar sirva para la formación de un ciudadano más crítico, participativo y responsable, con el sistema, la humanidad y el planeta, al reclamar:
 - No neutralidad de la Ciencia y su influencia por valores que la sociedad determina.
 - Necesidad de un control social y con responsabilidad en el uso de los recursos naturales y humanos.

- Superar la dicotomía entre Ciencia y ética al mostrar los condicionantes sociales e históricos, tratando de mostrar la determinación política y económica de dichas decisiones.

Llegados a este punto, la orientación educativa bajo el enfoque CTSA empleada en este TFM sirve como respuesta a la exigencia de un cambio en la orientación educativa tradicional para contribuir a un aprendizaje significativo de Ciencia y Tecnología, y evitar la visión distorsionada de la Ciencia.

2.5 Definición y objetivos del enfoque CTSA

Para alcanzar la meta del aprendizaje significativo de Ciencia y Tecnología del alumnado con la incorporación de la actualidad científica y tecnológica a los currículos, es conveniente revisar el significado del enfoque CTSA, así como sus funciones, dimensiones, métodos y características.

En cuanto su significado, el enfoque CTSA se puede aproximar desde dos vertientes (Martínez, Peña y Villamil, 2007):

- por una parte, es una corriente de estudio e investigación que busca que el estudiante comprenda la relación entre la Ciencia con la Tecnología y su contexto socio-ambiental
- por otra parte, es una propuesta educativa innovadora general cuyo fin es alcanzar la alfabetización científica del alumno a través de la formación en conocimientos y valores para favorecer la participación ciudadana en la evaluación y el control de las implicaciones sociales y ambientales, como herramienta para democratizar los impactos de la Ciencia y la Tecnología.

En multitud de trabajos que muestran las líneas generales de este movimiento, se puede recoger la siguiente definición del enfoque CTSA como:

La finalidad principal de la educación CTSA es promover la alfabetización científica en ciencia y tecnología, para que los ciudadanos puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y así promover la acción ciudadana en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad (Solbes et al., 2002, p. 11)

Martín-Gordillo (2004) señala que se pueden destacar principalmente dos finalidades generales u objetivos de la educación CTSA:

1. Mostrar que la Ciencia y la Tecnología son importantes y accesibles para los ciudadanos, de cara a alcanzar su alfabetización tecnocientífica.

2. Favorecer el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones tecnocientíficas, con el objetivo de propiciar una educación para la participación democrática (opinando, contrastando, juzgando alternativas) en Ciencia y Tecnología.

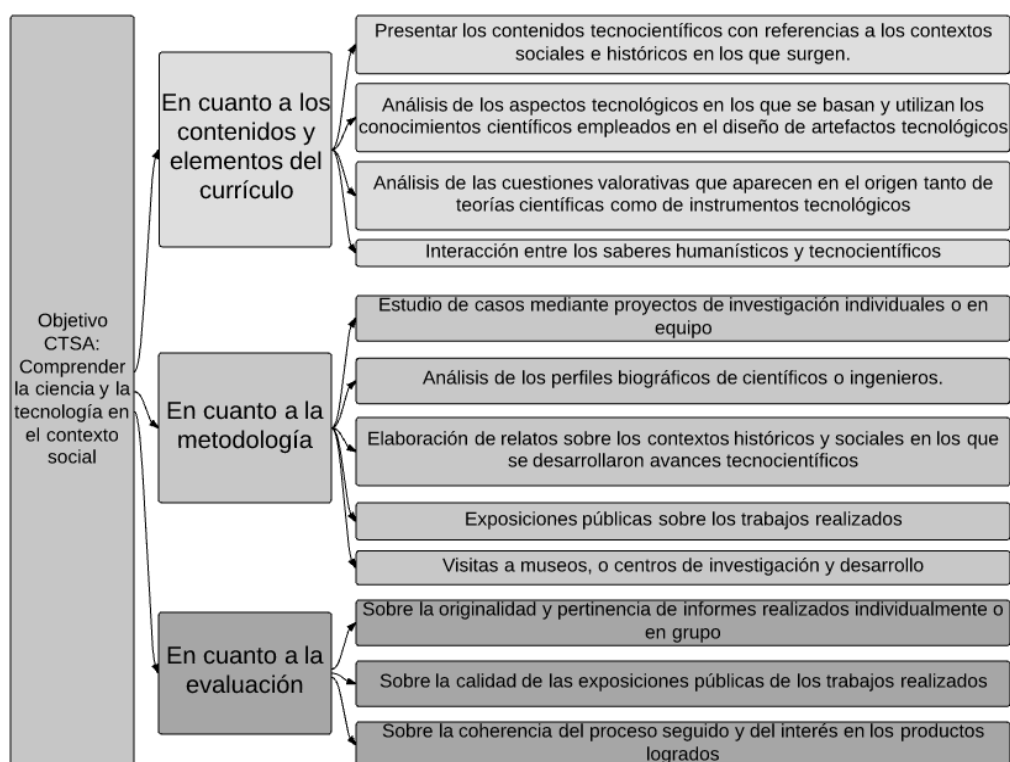
En opinión de Hernández y Zacconi (2010), la investigación didáctica muestra que al introducir los contenidos CTSA en el currículo de ciencias se logra aumentar el interés del estudiante hacia la Ciencia y mejorar su actitud hacia su estudio.

En resumen, dado que la investigación didáctica y gran parte de las recomendaciones internacionales para promover la alfabetización científica y tecnológica incluyen muchas de las propuestas del movimiento CTSA, apoyan la conveniencia de emplear este enfoque en el diseño de la propuesta didáctica de este TFM.

2.6 Características curriculares del enfoque CTSA

Partiendo de los objetivos señalados por Martín-Gordillo (2004), se pueden establecer las características que deben presentarse en el currículo y sus elementos según este enfoque para cada uno de los objetivos señalados en el anterior epígrafe, tal y como se muestra en la Imagen 1 y en la Imagen 2.

A partir de la información de las Imágenes 1 y 2 se puede observar que desde el enfoque CTSA los roles del estudiante y del profesor cambian. El estudiante se convierte en un sujeto crítico en formación que se prepara como ciudadano en una sociedad en constante interacción con la Ciencia y la Tecnología. El estudiante comprende los conceptos y metodologías del conocimiento científico y analiza sus implicaciones sociales y ambientales, construyendo valores y actitudes éticas frente a la Ciencia y la Tecnología (Martínez et al., 2007).



Fuente: Elaboración propia a partir de Martín-Gordillo (2004)

Imagen 1. Dimensiones del primer gran objetivo del enfoque CTSA.



Fuente: Elaboración propia a partir de Martín-Gordillo (2004)

Imagen 2. Dimensiones del segundo gran objetivo del enfoque CTSA.

2.7 Materiales didácticos para el desarrollo del enfoque CTSA

En cuanto a los materiales CTSA, éstos se pueden clasificar según su estructura en tres modalidades CTSA como (Martin-Gordillo, 2009):

1. CTSA como añadido curricular: injerto, inserción ocasional o intencionada o apartado de contenidos CTSA en una materia determinada. Se mantiene la estructura del currículo tradicional, pero se incorporan relaciones CTSA como elemento motivador, unidades cortas CTSA para ser abordados como temas complementarios o actividades CTSA dentro de las unidades didácticas. Cabe destacar aquí los proyectos SATIS¹ (Science and Technology in Society), SAE (Science Across Europe).
2. CTSA como añadido de materias: materia reestructurada o replanteamiento de contenidos con criterios CTSA.

Se incluyen los contenidos de la materia a través de casos o problemas de relevancia social y ambiental como hilo conductor. Pueden ser de carácter disciplinar o presentar una orientación multidisciplinar. Dentro de esta clasificación cabe destacar los proyectos SAU (Salters Advanced Chemistry) y APQUA² (Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones).

3. Ciencia y Tecnología a través de CTSA o CTSA puro: inclusión en el currículo de propuestas materia de CTSA pura. Son materiales didácticos independientes que pueden ser utilizados en contextos curriculares diversos, sin pertenecer a una disciplina en concreto. Destacan en esta clasificación los proyectos SISCON (Science in a Social Context) y ARGO³. Esta tercera modalidad, siendo la más amplia en cuanto a los planteamientos CTSA, es la más costosa en muchos sentidos, dado que supone un cambio total en el currículo rompiendo con la docencia compartimentada actual, a la vez que supone un gran esfuerzo de reciclaje del profesorado (López-Cerezo, 2009).

Ante esta clasificación, se comprende que el tipo de formato CTSA que se desee implantar dependerá del contexto educativo y de sus condiciones y posibilidades particulares. No existe, por tanto, una estrategia única para llevar cabo la enseñanza bajo este enfoque. López-Cerezo (2009) señala que:

1. Proyecto SATIS: <http://www.scienceacross.org>
2. Proyecto APQUA: <http://www.apqua.org.es>
3. Proyecto ARGO: <http://www.grupoargo.es>

cada una de ellas contiene diferentes tipos de materiales docentes, distintas necesidades de formación del profesorado y, en general, diferentes ventajas e inconvenientes. Pero algo muy importante en común: la motivación del alumno y el estímulo de vocaciones en ciencias. (López-Cerezo, 2009, p.28)

Existe un amplio conjunto de estrategias de enseñanza-aprendizaje bajo este enfoque, sintetizadas por investigadores (Acevedo,1996, Membiela,1995 y San Valero ,1995, citados Acevedo-Díaz, 2009), mostradas en la Tabla 1, y dentro de ellas, el estudio de casos simulados se puede enmarcar dentro de la categoría de estrategias de simulación y juegos de rol.

Tabla 1. Estrategias de enseñanza-aprendizaje bajo el enfoque CTSA.

| Estrategias de enseñanza aprendizaje bajo el enfoque CTSA | |
|--|---|
| Resolución de problemas abiertos. | Elaboración de proyectos colaborativos. |
| Elaboración de trabajos prácticos de campo. | Juegos de simulación y de rol (role-playing). |
| Participación en foros y debates. | Visitas de especialistas en el aula. |
| Visitas a fábricas, museos y exposiciones de interés científico. | Períodos de formación en empresas y centros de trabajo. |
| Implicación del alumno de forma activa en la comunidad. | |

Fuente: Acevedo (1996), Membiela (1995) y San Valero (1995), citados en Acevedo-Díaz, (2009).

Martín-Gordillo y Osorio (2003) conceptualizan los estudios de casos CTSA como el planteamiento de situaciones polémicas a través de las cuales se manifiestan las complejas interacciones entre la Ciencia, la Tecnología y la sociedad de forma intencionada a raíz de la situación planteada.

En palabras de Martín-Gordillo (2004):

el estudio de casos plantea controversias en torno a decisiones en las que la ciencia, la tecnología y la sociedad están estrechamente involucradas, permite ir más allá de los análisis conceptuales y promover en las aulas verdaderas experiencias de aprendizaje de los procesos de participación pública que se realizan (o deberían realizarse) en relación a estas decisiones. (Martín-Gordillo, 2004, p.13)

En cuanto a su desarrollo en el aula, la didáctica de los casos CTSA puede llevarse a cabo de varias formas: desde la recreación de casos históricos hasta la simulación, pasando incluso por controversias que se desarrollan en tiempo real. A partir de la lectura de las aportaciones del autor (Martín-Gordillo,2009), se han

elaborado las siguientes tablas que pretenden mostrar las características, ventajas e inconvenientes de cada una de las modalidades de casos CTSA: históricos (Tabla 2), en tiempo real (Tabla 3) y simulados (Tabla 4):

Tabla 2. Características, ventajas e inconvenientes de los casos CTSA históricos.

| Casos CTSA históricos | |
|--|--|
| Controversias que se dieron en algún momento pasado. | |
| Ventajas | Inconvenientes |
| Se abordan controversias bien definidas y cerradas. Casos con estudios previos, por lo que será bastante accesible la información para su desarrollo. | Escasamente motivadores para el alumnado al ser de épocas pasadas. Dificultad para desarrollar procesos participativos en el aula, al conocerse de antemano los resultados. |

Fuente: Elaboración propia a partir de Martín-Gordillo (2004).

Tabla 3. Características, ventajas e inconvenientes de casos CTSA en tiempo real.

| Casos CTSA en tiempo real | |
|---|--|
| Controversias de plena actualidad y máximo interés educativo: desarrollo industrial y medio ambiente, implicaciones económicas y éticas en la investigación biotecnológica, riesgos para la salud de productos artificiales, etc. | |
| Ventajas | Inconvenientes |
| Abiertas y en constante definición. Difícil manejo por sobreabundancia de información. | La intensidad del debate impide cerrar con una resolución clara. |

Fuente: Elaboración propia a partir de Martín-Gordillo (2004).

Tabla 4. Características y ventajas de los casos simulados CTSA.

| Casos CTSA simulados | |
|---|---|
| Pretende combinar las ventajas y esquivar los inconvenientes de los casos CTS históricos y en tiempo real. Controversias ficticias pero verosímiles sobre decisiones tecnocientíficas. | |
| Al igual que los casos CTSA históricos | Al igual que los casos CTSA reales |
| Se plantean polémicas bien definidas. Apropriadados para su manejo en el aula. La realidad no inunda la situación, lo que permite una participación efectiva. | Se plantean polémicas abiertas. Altamente motivadores. No pierde relevancia ya que la información que lo trata es real. |

Fuente: Elaboración propia a partir de Martín-Gordillo (2004).

Tras este estudio sobre las características de los casos CTSA que se pueden desarrollar como recurso didáctico, se hace evidente que la metodología más adecuada para la elaboración de la presente propuesta didáctica sea la del estudio de un caso CTSA simulado. Se empleará este recurso en la propuesta didáctica de este TFM con el objetivo de promover la alfabetización científica junto con el aprendizaje de la participación pública a partir de controversias simuladas en el aula sobre temas orientados a temas relevantes en la educación en tecnología.

2.8 Metodología didáctica de los casos simulados CTSA

Dentro del proceso de desarrollo de este TFM, uno de los obstáculos que surgió fue el de elaborar una propuesta didáctica que se ajustase a las características de los casos simulados CTSA. Para resolverlo, se tomaron en consideración los componentes que deben formar parte de un estudio de caso simulado indicados por Martín y Osorio (2003), así como el desarrollo de otras propuestas didácticas de referencia desarrolladas bajo la misma metodología por investigadores como Cunha (2007), Martínez et al. (2007), o González (2005), como guías para orientar su elaboración.

La resolución de este problema debe empezar por un análisis de los componentes básicos de un caso simulado CTSA. Por ello, y teniendo en cuenta las indicaciones de Martín y Osorio (2003), Cunha (2007) y Martínez et al. (2007) se reconocen los siguientes componentes o procesos para organizar la secuencia de un del caso simulado CTSA:

- a) Indagar sobre las consideraciones sobre las relaciones CTSA de los estudiantes.
- b) Selección del problema socioambiental de interés para los estudiantes.
- c) Seleccionar una noticia real donde se presente el problema socioambiental tras una revisión rigurosa en diversos medios de comunicación (periódicos, blogs, TV, etc) para garantizar el conocimiento del tema tratado, con el fin de facilitar su tratamiento pedagógico.
- d) Relacionar los contenidos de la enseñanza que se relacionan con el problema socioambiental para realizar un registro para el diagnóstico de las ideas, conocimientos y actitudes previos del alumnado.

- e) Presentar las noticias reales o ficticias pero verosímiles que darán inicio al desarrollo de la polémica, con el fin de identificar de forma conjunta (estudiantes y profesor) los problemas ambientales y sociales.
- f) Acordar la organización de los grupos para representar la red de actores sociales y presentar una ficha a cada actor aportando ideas y referencias para la búsqueda de información.
- g) Aportar materiales específicos (pautas para informes, exposiciones, trabajo en equipo), documentos selectos (documentos de información científica seleccionados por su pertinencia y claridad) o documentos ficticios (para dar apoyo a los argumentos de los actores) para que los actores construyan sus argumentos.
- h) Desarrollar el debate donde se presenten las posiciones de cada actor social en relación al problema planteado y elaboración del informe.
- i) Realizar un registro final para valorar los avances de los estudiantes en términos de las relaciones CTSA y de su utilidad para la enseñanza de la química.

Para indagar sobre las consideraciones sobre las relaciones CTSA de los alumnos, diversos autores proponen el empleo de encuestas o test, como por ejemplo, el cuestionario sobre las Visiones sobre la Ciencia, Tecnología y Sociedad (Aikenhead, Fleming y Ryan, 1987, citado por Tedman y Keeves, 2001), conocido por sus siglas en inglés VOSTS (Views on Science, Technology and Society) y el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) (Manassero y Vázquez, 1998; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001; Vázquez y Manassero, 1999, citados por Vázquez, Acevedo y Manassero, 2006). Partiendo de dichos materiales, y teniendo en cuenta también las cuestiones planteadas en la VIII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y Tecnología (2017), se elabora un cuestionario que será empleado en la propuesta didáctica como registro inicial y final de las relaciones CTSA por parte del alumnado. Las principales modificaciones sobre las cuestiones que han propuesto y validado tras diversas investigaciones autores como Tedman y Keeves (2011) o Garritz, Rueda, Robles y Vázquez-Alonso (2011) han sido las de modificar la redacción para adaptar la cuestión al contexto del alumno y el tipo de opciones de respuesta que se ofrecen al alumnado. En este último sentido, se han sustituido las posibles respuestas por una escala con tres opciones similar a una quiniela (1- De acuerdo, X- En duda, 2- En desacuerdo) empleada por autores como Martín-Gordillo (2016).

El cuestionario para el registro inicial y final o quiniela aborda la siguiente temática, y se encuentra en el Anexo I:

- Sobre las relaciones CTSA: preguntas C, D, K, L y P.
- Sobre su percepción de su grado de alfabetización científica: preguntas E, F, H, I, J y N.
- Sobre la influencia, finalidad, y límites de la Ciencia y el papel de los científicos en la sociedad: preguntas A, B, G, O y M.

Teniendo en cuenta las indicaciones anteriores, se ha desarrollado en este TFM la planificación y diseño de las actividades teniendo en cuenta los recursos, materiales y la adecuada evaluación de la misma que se presentan en el epígrafe de la propuesta didáctica de forma más detallada.

3 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

3.1 *Introducción*

Partiendo de la idea de que a participar se aprende participando (Martín y Osorio, 2003), y conforme al objetivo general enunciado en el presente TFM, se aprecia la pertinencia del uso de enfoque CTSA mediante el uso de casos simulados. Para llevar a cabo el caso simulado, es necesario proporcionar una adecuada organización de las condiciones en las que se va a promover la formación en las habilidades para participar de forma activa en la sociedad, a través de la reflexión, análisis crítico y la toma de decisiones con el conocimiento de las relaciones CTSA que se producen tanto a nivel local, nacional o global.

3.2 *Contexto y destinatarios*

En cuanto al contexto en el que se puede enmarcar la presente propuesta, se presenta en la siguiente Tabla 5, el contexto educativo y contexto curricular:

Tabla 5. Contexto educativo y contexto curricular de la propuesta didáctica.

| | | | |
|--|---|---------------------|----------------------------------|
| Título de la Unidad: | La fracturación hidráulica: expertos y ciudadanos en la polémica de la población de Célitica. | | |
| Etapas: | Bachillerato | Curso: | Primer curso |
| Área o Materia: | Física y Química | Tipo: | Troncal de modalidad de Ciencias |
| Temporalización: | Segundo trimestre | Nº sesiones: | 12 sesiones (45-60 min) |
| Grupo de alumnos: | Limitado a 25 alumnos para un desarrollo adecuado. | | |
| Vinculación de la Propuesta Didáctica con el currículo: | | | |
| <p>En relación con otras unidades de la materia, atendiendo a los conocimientos que deben disponer los alumnos según los bloques presentes en el D 86/2015:</p> <p>Bloque 3. Reacciones Químicas, donde se trabaja la escritura y ajuste de reacciones químicas, así como la realización de cálculos estequiométricos para que puedan apoyar sus argumentos.</p> <p>Bloque 4. Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas. Donde se aprende a conocer, interpretar y manejar el concepto de entalpía de una reacción de combustión, para realizar cálculos que puedan apoyar sus argumentos y relacionarlos con el análisis del impacto medioambiental de las reacciones de combustión.</p> <p>Bloque 5. Química del carbono, donde se aprende a formular compuestos orgánicos, así como conocer los fundamentos de la industria del petróleo y del gas natural.</p> | | | |
| Vinculación de la Propuesta Didáctica con otras áreas de la etapa educativa: | | | |
| <p>Cuando se realicen las actividades de la investigación y exposición de los trabajos de los equipos, así como en el debate final, se establecerán relaciones con el área de Lengua Castellana y Literatura (Bloque 1. Comunicación oral: escuchar y hablar y Bloque 2. Comunicación escrita: leer y escribir), con el área de Matemáticas I (Bloque 1. Procesos métodos y actitudes en matemáticas), con el área de Filosofía (Bloque 1. Contenidos transversales) y con el área de Primera Lengua Extranjera (Bloque 3. Comprensión de textos escritos).</p> | | | |

Fuente: Elaboración propia a partir de D 86/2015.

3.3 Marco legal

La propuesta didáctica de este TFM se desarrolla con arreglo a la siguiente normativa vigente en materia educativa:

- Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje. Recomendación de la Unión Europea en relación a la clasificación y denominación de las competencias clave, que será recogida en la reforma educativa de la LOMCE (2013).
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre de 2013, para la Mejora de la Calidad Educativa. Última reforma educativa del Estado Español.

- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Deriva de la entrada en vigor de la reforma implantada a través de la LOMCE, donde se plantea el marco curricular básico de las etapas educativas de forma genérica y abierta, para ser establecido posteriormente por las administraciones autonómicas y complementado por los centros educativos.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el Bachillerato.
- Decreto 86/2015, de 25 de junio, por el que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia. Basado en la potenciación del aprendizaje por competencias, regula la relación entre los objetivos, los contenidos, los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje evaluables y las competencias clave en las diferentes materias.

3.4 *Objetivos didácticos de la propuesta*

A lo largo de este TFM se ha presentado el enfoque CTSA como un enfoque para la enseñanza de Ciencias, considerándolo adecuado para el primer curso de Bachillerato. Para verificar si este enfoque es adecuado y posible dentro de esta etapa, se confrontan los objetivos educativos de la etapa de Bachillerato según la normativa RD 1105/2014 que desarrolla la LOMCE (transcritos en el Anexo II), los objetivos del área de Física y Química para la etapa de Bachillerato según la anterior normativa LOE (transcritos en el Anexo II) frente a los objetivos del enfoque CTSA.

Basándose en la información descrita en las tablas, se ha elaborado la tabla comparativa AII-3 en la que se relacionan los dos grandes objetivos o finalidades del enfoque CTSA ya expuestos en el marco teórico, con los objetivos marcados por la normativa educativa, con el fin de dar validez y consistencia a la presente propuesta didáctica del TFM. En el marco teórico se ha indicado que las finalidades u objetivos del enfoque CTSA se pueden agrupar en torno a dos grandes finalidades (la alfabetización científica y tecnológica y la formación de un ciudadano con espíritu crítico y responsabilidad social), las cuales se han detallado a su vez con las conclusiones de autores como Aikenhead (1987), McFadden (1991), Caamaño

(2002), Solbes y Vilches (2004) con el fin de realizar una comparativa con más detalle en la tabla AII-3 del Anexo II.

Como resultado de esta confrontación de objetivos que se muestra en la tabla AII-3 del Anexo II, se comprende que los objetivos CTSA coincidentes con los objetivos curriculares hacen referencia al saber (conocimiento de los conceptos científicos), saber hacer (conocimientos y habilidades para resolver problemas, investigar, comunicarse) y saber ser (desarrollar espíritu crítico, responsabilidad, etc). Se aprecia, además, tal y como se señalaba en el epígrafe del marco teórico relativo a la evolución y presencia del enfoque CTSA en materia legislativa educativa, que en la nueva reforma implantada con la LOMCE en enfoque CTSA tiene una menor presencia.

Así pues, esta confrontación de objetivos invita a introducir el enfoque CTSA dentro del currículo de Física y Química del primer curso de Bachillerato, tal y como se plantea en este TFM.

Dentro de los objetivos didácticos de la presente propuesta didáctica, se pueden reconocer aquellos comunes a los casos simulados según el enfoque CTSA indicados por autores como González (2005), y aquellos relacionados con el caso concreto de la controversia planteada en torno al impacto ambiental de las nuevas tecnologías relacionadas con la obtención de hidrocarburos debido a la crisis energética.

Para alcanzar las competencias clave deseadas, el alumnado deberá adquirir los siguientes objetivos didácticos del caso simulado expuestos a continuación:

- A. Tomar conciencia de los principales problemas ambientales de la sociedad actual.
- B. Describir la tecnología de la fractura hidráulica y analizar los impactos sociales, ambientales y económicos (positivos y negativos) relacionados con la tecnología propuesta, así como sus causas (históricas, económicas, sociológicas, culturales).
- C. Desarrollar hábitos de investigación sobre temas científicos y tecnológicos que sean relevantes socialmente.
- D. Buscar, seleccionar, analizar, valorar y contrastar la veracidad de la información obtenida a través de diversas fuentes de información.

- E. Comprender la no neutralidad, la dimensión valorativa y las controversias que se presentan en la Ciencia y en el desarrollo científico y tecnológico.
- F. Asumir la responsabilidad de la participación pública en la prevención, en la toma de decisiones que orientan y controlan la búsqueda de soluciones a los problemas sociales y ambientales.
- G. Participar en procesos simulados de toma de decisiones sobre temas de importancia social y medioambiental.
- H. Promover el trabajo cooperativo buscando argumentos racionales y contrastados para el debate público en torno a las alternativas posibles.
- I. Analizar consensuada y críticamente la conveniencia o no de la utilización de la tecnología de la fracturación hidráulica.
- J. Mostrar que la elección de la posible alternativa obedece a decisiones que no son exclusivamente técnicas y en las que es posible la participación de la ciudadanía.
- K. Sentirse protagonista del proceso y del resultado de su aprendizaje.

Para justificar la validez de los objetivos didácticos planteados, se muestra en la tabla AIII del Anexo III, la relación entre las intenciones educativas de la propuesta didáctica presentada en este TFM y los objetivos de etapa y competencias clave según marca la legislación educativa.

3.5 Contenidos

En el primer curso de la etapa educativa de Bachillerato, el estudio de la Química se distribuye según la legislación actual (RD 1105/2014 desarrollado según el D 86/2015 en Galicia) en cinco bloques: actividad científica, aspectos cuantitativos de química, reacciones químicas, transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones, y química del carbono. El estudio de la Física sigue un enfoque secuencial (cinemática, dinámica y energía) donde tiene relevancia la Competencia Matemática, resulta recomendable comenzar el estudio por los bloques de Química. En el texto legislativo se advierte que la distribución por bloques no supone una secuencia ni implica una organización cerrada, aconsejando organizar los elementos del currículo de diferentes formas y adoptar la metodología más adecuada a las

características de los aprendizajes y del grupo de alumnos y alumnas a quienes van dirigidos (D 86/2015).

Dada la naturaleza del caso simulado, la presente propuesta se centrará en el primer bloque de contenidos, común a todos los bloques, sobre la actividad científica. Por otra parte, se completa con parte de los contenidos de otros bloques ya vistos, con el fin de mostrar la utilidad de la química en la vida diaria a la hora de tomar decisiones y valorar alternativas. Los contenidos que se pretenden cubrir con esta propuesta, marcados por el D 86/2015, se muestran en la siguiente Tabla 6:

Tabla 6. Contenidos marcados en el D 86/2015 tratados en el caso simulado.

| Contenidos comunes de un caso simulado | Contenidos del tema concreto del caso simulado |
|--|--|
| Bloque 1. La actividad científica. | Bloque 3. Reacciones químicas. |
| | B.3.3. Química e Industria. |
| B1.1. Estrategias necesarias en la actividad científica. | Bloque 4. Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas. |
| | B4.7. Consecuencias sociales y ambientales de las reacciones de combustión. |
| B.1.2. Tecnologías de la información y de la comunicación en el trabajo científico. | Bloque 5. Química del Carbono. |
| | B5.2. Compuestos del carbono: hidrocarburos. |
| | B5.3. Formulación y nomenclatura IUPAC de los compuestos del carbono. |
| B1.3. Proyecto de Investigación | B5.6. Petróleo y nuevos materiales. |
| | B5.7. Aplicaciones y propiedades de los compuestos del carbono. |

Fuente: Elaboración propia a partir del Decreto 86/2015.

3.6 Competencias clave

Las competencias clave (CC) para el aprendizaje permanente constituyen un conjunto de conocimientos, capacidades y actitudes adecuados al contexto que son necesarios para la realización de los proyectos personales, para la integración social y la satisfacción personal y profesional.

Las recomendaciones del Parlamento y Consejo Europeo sobre las CC se han tenido en cuenta al incorporarlas a través de la LOMCE (2013), estableciendo a su

vez los objetivos de cada etapa educativa. En su desarrollo legislativo a través de decretos, se establece en el RD 1015/2014 las relaciones los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje para cada materia y etapa, que se completan finalmente en cada Comunidad Autónoma, con las relaciones entre objetivos, contenidos, competencias clave, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje, como en el caso de Galicia, a través del D 86/2015.

Tabla 7. Definición y competencias clave que figuran en el RD 1105/2014.

| 7 Competencias Clave según RD 1105/2014 (p.170) Combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan. | |
|--|--|
| a-Comunicación lingüística (CCL) | d-Aprender a aprender (CAA) |
| b-Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCCT) | e-Competencias sociales y cívicas (CSC) |
| | f-Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (CSIEE) |
| c-Competencia digital (CD) | g-Conciencia y expresiones culturales (CCEC) |

Fuente: Elaboración propia a partir de RD 1105/2014.

Para la adquisición eficaz de competencias clave que figuran en la Tabla 7 que contribuyan al logro de los objetivos didácticos indicados en el anterior epígrafe, y para ilustrar el marco legal y curricular en el que se basa la presente propuesta, se ha realizado Tabla 8. Dicha tabla proporciona y establece las relaciones entre los objetivos didácticos de la propuesta, los bloques de contenidos que los desarrollan y las competencias clave a las que contribuyen:

Tabla 8. Relación entre los objetivos, contenidos y competencias clave.

| Objetivos | Contenidos | Competencias clave |
|---|--|----------------------------|
| Bloque 1. La actividad científica | | |
| C,D,E,G,H,I,J,K | B1.1.Estrategias necesarias en la actividad científica | CAA, CCL, CMCCT, CD, CSIEE |
| B, C, D, H | B.1.2.Tecnologías de la información y de la comunicación en el trabajo científico. | CD, CMCCT |
| Bloque 3. Reacciones químicas | | |
| A, B, E, F | B.3.3.Química e Industria | CMCCT, CCEC, CSC |
| Bloque 4. Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas | | |
| A,B,E,F,G,I,J,K | B4.7.Consecuencias sociales y ambientales de las reacciones de combustión | CCL, CMCCT, CSC, CSIEE |

| Bloque 5. Química del Carbono | | |
|-------------------------------|---|---------------|
| B, | B5.2.Compuestos del carbono: hidrocarburos | CMCCT |
| B, C | B5.3.Formulación y nomenclatura IUPAC de los compuestos del carbono | CMCCT |
| B, C, | B5.6.Petróleo y nuevos materiales | CMCCT, CSC |
| B, | B5.7.Aplicaciones y propiedades de los compuestos del carbono | CCL,CMCCT,CSC |

Fuente: Decreto 86/2015 y Orden ECD/65/2015.

Puede inferirse a partir de la Tabla 8, que los objetivos educativos de la propuesta del TFM se centran en los contenidos relacionados con las estrategias necesarias para la actividad científica (búsqueda, análisis crítico, valoración, argumentación, toma de decisiones, etc) y con las consecuencias sociales y ambientales de las reacciones de combustión (y en consecuencia de los métodos de obtención de hidrocarburos), acorde con las dos finalidades del enfoque CTSA bajo el que se enmarca la propuesta.

Respecto de las siete competencias clave incorporadas en la LOMCE (2013) y RD 1105/2014 y descritas en la Orden ECD/65/2015 y mostradas en la Tabla 7, resulta ilustrativo concretar la competencia clave que se pretende favorecer con cada una de las actividades de la presente propuesta didáctica, tal y como se muestra en la siguiente Tabla 9:

Tabla 9. Competencias clave que se desarrollan en las actividades de la propuesta.

| Competencias clave (CC) que desarrollan los alumnos en las actividades que componen las fases del caso simulado | Fase (F) y Actividad (A) | | | | | | |
|---|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| | F1 | | | F2 | F3 | F4 | F5 |
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 |
| Competencia en comunicación lingüística (CCL) | x | | | x | x | x | |
| C.matemática y comp. básicas en ciencia y tecnología (CMCCT) | | | | x | x | x | |
| Competencia digital (CD) | | | | x | x | x | |
| Aprender a aprender (CAA) | x | x | x | x | | | x |
| Competencias sociales y cívicas (CSC) | | | | | x | x | |
| Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (CSIEE) | | | | x | x | x | x |
| Conciencia y expresiones culturales (CCEC) | x | | | x | | x | |

Fuente: Elaboración propia teniendo en cuenta la Orden ECD/65/2015.

3.7 Planificación de las actividades

Para llevar a cabo una adecuada planificación de las actividades, se han seguido las recomendaciones presentadas en la guía didáctica de un caso simulado CTSA preparada por González (2005), así como en la presentación de resultados tras la realización de casos simulados CTSA de diversos investigadores como Martín y Osorio (2003), Cunha (2007) y Martínez et al. (2007).

Antes de describir cada una de las actividades, se presenta en la Tabla 10 la temporalización de la secuencia didáctica a aplicar, para la que se prevén 12 sesiones de 45-60 minutos, en cada una de las siguientes fases, actividades y sesiones:

Tabla 10. Temporalización de las fases del caso simulado y de las actividades.

| Sesión | Fase del caso simulado | Actividades |
|--------|---|--|
| 1 | Fase 0. Investigación sobre la pertinencia de la temática del caso simulado | Actividad 0: Test de Entrada para indagar sobre las relaciones CTSA de los alumnos. |
| 2 | Fase 1. Presentación del caso simulado y registro inicial de actitudes. | Actividad 1: Presentación de noticias sobre la crisis energética. |
| | | Actividad 2: Registro inicial de las ideas previas y actitudes de los estudiantes. |
| 3 | | Actividad 3: Presentación de la noticia origen de la controversia y del caso simulado. |
| 4 | Fase 2. Investigación y trabajo en equipo. | Actividad 4: Trabajo de los equipos para la preparación del debate. |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | Fase 3. Exposiciones de los equipos. | Actividad 5: Exposición de los informes de cada actor social. |
| 9 | | |
| 10 | Fase 4. Debate socioambiental y proceso de negociación. | Actividad 6: Debate abierto y búsqueda de decisión final consensuada de la solución a la controversia. |
| 11 | | |
| 12 | Fase 5. Proceso de evaluación final. | Actividad 7: Registro final de ideas y actitudes y evaluación final. |

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente epígrafe, se describen cada una de las fases y actividades que incluye, así como una descripción más detallada y completa de cada una de ellas.

3.8 Actividades de la propuesta

3.8.1 Fase 0. Investigación sobre la temática del caso simulado.

Actividad 0: Test de Entrada para indagar sobre las relaciones CTSA

La siguiente Tabla 11 muestra el resumen de las características de la Actividad 0:

Tabla 11. Ficha resumen de la Actividad 0.

| Actividad 0: Test de Entrada para indagar sobre las relaciones CTSA | | | | |
|---|---|---|----------|---|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | Contenidos procedimentales | | Contenidos actitudinales |
| A | Capacidad e comunicación y vocabulario científico. | Uso de la lengua para la comunicación de sus ideas sobre el medio ambiente. | | Valoración del medio ambiente. Interés por el vocabulario científico. |
| K | Capacidad de autoconocimiento de sus debilidades y fortalezas. | Argumentación justificada de su grado de motivación en las tareas. | | Consciencia de la implicación en su propio proceso de aprendizaje. |
| Competencias clave | | CCL, CAA, CSIEE, CMCCT | Duración | Sesión 1 (25 min) |
| Materiales | Cuestionario de indagación sobre las relaciones CTSA (1 por alumno) del Anexo IV. | | | |
| Tipo de actividad | | Iniciación - Motivación | | Planificación |
| 5 min: El docente explica al grupo clase las características del cuestionario que deben cumplimentar, indicándoles que tras el análisis de los resultados se realizará en un futuro una actividad conforme a sus intereses. | | | | |
| 5 min: Se solicita a los alumnos que aporten en común una serie de palabras clave relacionadas con la química, tecnología y medio ambiente, con el fin de despertar su interés por el vocabulario científico, el cual puede ser de utilidad a la hora de redactar de forma coherente el cuestionario. | | | | |
| 15 min: Trabajo individual y anónimo de cada alumno en el cuestionario. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

La finalidad de la actividad propuesta es indagar sobre las relaciones CTSA de los alumnos con el fin de conocer los intereses del grupo de alumnos. Los resultados obtenidos de este análisis preliminar deben empleados para seleccionar una temática motivadora del caso CTSA, para que el aprendizaje sea significativo. Dado que la propuesta no ha sido implementada y se carece de esta información, se ha elegido la temática del caso simulado tras consultar estudios sobre la percepción sobre problemas ambientales de los estudiantes por parte de autores como Martínez et al. (2007), Zamorano, Parra, Peña, Castillo y Vargas (2009) o Sorti (2016).

3.8.2 Fase 1: Presentación del caso simulado

Actividad 1: Presentación de noticias sobre la crisis energética que sirve de introducción a la posterior controversia

La siguiente Tabla 12 ilustra las características de la actividad 1 de iniciación:

Tabla 12. Ficha resumen de la Actividad 1.

| Actividad 1: Presentación de noticias sobre la crisis energética | | | | |
|---|---|----------------|--|--|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales |
| A | Reconocimiento de la necesidad de adoptar actitudes y medidas medioambientalmente sostenibles. | | Elaboración de cuestiones con espíritu crítico e indagador. | Interés y valoración del conocimiento científico. |
| E | Vocabulario científico y magnitudes relacionadas con el medio ambiente y la energía. | | Reconocimiento de las dimensiones de la ciencia y del desarrollo de la ciencia y tecnología. | Valoración de los criterios éticos asociados a la ciencia y a la tecnología. |
| Competencias clave | | CCL, CAA, CCEC | Duración | Sesión 2 (45-60 min) |
| Materiales | Vídeo 1: Observatorio Petrolero Sur (2016). ¿Por qué la crisis energética? Vídeo 2: EUClimateAction (2014). Los objetivos de 2030 para el clima y la energía. Vídeo 3: EUClimateAction (2016). El acuerdo de París. Reflexiona creando preguntas abiertas (1 por cada alumno), presentado en el Anexo V. | | | |
| Tipo de actividad | | Iniciación | Planificación | |
| 5 min: Feedback con el grupo clase sobre las conclusiones extraídas tras el análisis de los cuestionarios realizados en la actividad 0. | | | | |
| 10 min: Presentación a grandes rasgos de la definición y las fases de un caso simulado. Contextualización de la crisis energética a nivel global con la proyección de los vídeos. | | | | |
| 25 min: Se visualizan los vídeos 1, 2 y 3. Tras la proyección de cada vídeo se solicita la puesta en común de las principales ideas. | | | | |
| 10 min: Para finalizar la actividad, se solicita a los alumnos que realicen de forma individual un mapa conceptual que relacione y resuma las ideas que han propuesto en común. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

En esta actividad, se visualizarán tres videos relacionados con la problemática de la crisis energética y la búsqueda de soluciones para combatir el cambio climático. El primer vídeo que se propone ha sido realizado por el Observatorio Petrolero Sur (2016) y tiene una duración aproximada de 5 minutos. Ha sido realizado en base a datos oficiales proporcionados por el Ministerio de Energía y Minería de Argentina. Los autores del vídeo señalan que ha sido creado con el fin de democratizar la información sobre el complejo tema del sistema

energético, analizando y exponiendo sus principales elementos. Tal y como señalan sus creadores, entender el sistema energético y la crisis energética actual es el primer paso para poder transformarlo mediante la búsqueda de alternativas que puedan satisfacer las necesidades sociales minimizando el impacto medioambiental.

El segundo y tercer vídeos que se proponen han sido realizados por la Dirección General de Acción por el Clima de la Unión Europea, y pertenecen a una serie de videos del canal de la plataforma Youtube denominada “EUClimateAction” para informar sobre el cambio climático y las acciones que se están llevando a cabo a escala europea e internacional. A través de estos dos vídeos de corta duración, no superior a los 4 minutos, se informa sobre la firma del Acuerdo de París en el año 2015 así como sus objetivos a corto y largo plazo para combatir el cambio climático.

Scott (2015) señala que el aprendizaje para la vida y el trabajo del siglo XXI necesita como competencias fundamentales “la resolución de problemas, la reflexión, la creatividad, el pensamiento crítico, el metacognoscimiento, la asunción de riesgos, la comunicación, la colaboración, la innovación y la capacidad de emprendimiento” (p.10). Tras esta contextualización socioambiental previa al caso simulado, para promover en el alumnado el desarrollo de procesos de reflexión, creatividad y metacognitivos, se pide a los alumnos que escriban y entreguen una serie de preguntas que se plantearían de forma prospectiva, empleando las siguientes palabras introductorias: ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Cuánto? ¿Dónde?, ¿Por qué? y ¿Para qué?.

Mediante esta actividad, se pretende conocer el tipo de cuestiones que se plantea el alumnado (conceptuales, valorativas, etc), el grado de interés para indagar más sobre el tema, su capacidad para aprender a aprender, etc.

Actividad 2: Registro inicial de las ideas previas y actitudes de los estudiantes sobre las relaciones CTSA

La finalidad de esta actividad es realizar una evaluación inicial diagnóstica con el fin de poder contrastar mediante otro registro final si la propuesta didáctica elaborada ha logrado el objetivo general planteado en el presente TFM, tal y como se ha planteado en la definición de la metodología del caso mostrada en el Marco Teórico.

La siguiente Tabla 13 muestra un resumen de las características de esta actividad de evaluación inicial.

Tabla 13. Ficha resumen de la Actividad 2.

| Actividad 2: Registro inicial de las ideas previas y actitudes. | | | |
|---|--|---|--|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales |
| K | Capacidad de comunicación con el profesor empleando diversos formatos. | Manejo de test para expresar las ideas propias y actitudes. | Interés por participar de forma constructiva la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje. |
| Competencias clave | | CAA | Duración |
| Materiales | | Sesión 2 (45-60 min) | |
| Tipo de actividad | | Evaluación | |
| Planificación | | 10 min (últimos minutos de la sesión 2): Tras finalizar la Actividad 1, se entrega a los alumnos el cuestionario para el registro inicial de las ideas previas y actitudes. | |

Fuente: Elaboración propia.

Actividad 3: Presentación de la noticia origen de la controversia y del caso simulado para identificación de los problemas ambientales y actores sociales.

Tabla 14. Ficha resumen de la Actividad 3.

| Actividad 3: Presentación de la noticia de la controversia y del caso simulado. | | | |
|---|--|---|---|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales |
| E | Capacidad de relación de las interdependencias entre Ciencia-Tecnología-Sociedad-Medio Ambiente. | Comprensión de textos escritos sobre temas científicos. | Aceptar la defensa de la postura del actor social que le corresponda independientemente de su postura personal. |
| F | Recursos para elaborar un informe final a la hora de exponer en el debate. | Reconocimiento de los recursos TIC para el aprendizaje y la elaboración del informe. | Interés por participar en el debate del caso simulado. |
| J | Capacidad para interpretar rúbricas de evaluación. | Utilización de argumentos coherentes a la hora de exponer los comentarios sobre los criterios de evaluación de la unidad. | Valoración del procedimiento a seguir en el caso simulado como parte del proceso de la actividad científica. |
| Competencias clave | | CAA, CD | Duración |
| | | Sesión 3 (45-60 min) | |

| | | |
|--|---|----------------------|
| Materiales | <p>Noticia ficticia de prensa origen de la controversia, presentada en el Anexo VI.</p> <p>Vídeo 1: ShaleGasEspaña (2013). ¿Qué es la fracturación hidráulica? ¿Cómo funciona?</p> <p>Vídeo 2: En Portada (2015). A todo gas (Avance). Visionado del inicio al minuto 1'55".</p> <p>Guion del caso simulado (1 por alumno) presentado en el Anexo VII.</p> <p>Orientaciones sobre el papel de cada actor social en la controversia del caso simulado (1 por equipo) presentado en el Anexo VII.</p> | |
| Tipo de actividad | Iniciación-Motivación | Planificación |
| <p>5 min: Lectura individual de la noticia origen de la controversia. Tras la lectura, comentarios y opiniones de los alumnos sobre el carácter ficticio o real de la noticia.</p> <p>5 min: Identificación de los actores sociales de la controversia.</p> <p>10 min: Proyección de los vídeos 1 y 2 para mostrar la diversidad de opiniones y describir brevemente la tecnología de la fracturación hidráulica.</p> <p>5 min: Comentarios al vídeo del proceso de la fracturación hidráulica. Resolución de dudas de los alumnos sobre el proceso.</p> <p>10 min: Entrega a los alumnos del guion del caso simulado y explicación de las tareas a realizar para llevar a cabo el caso simulado.</p> <p>10 min: Descripción de los objetivos y criterios de evaluación. Proyección de las rúbricas de evaluación de las tareas de cada fase.</p> <p>5 min: Atender a los comentarios de los alumnos relacionados con las rúbricas de evaluación, para reorganizarlas tras alcanzar un acuerdo, si se da el caso.</p> <p>5 min: Reparto de actores sociales.</p> | | |

Fuente: Elaboración propia.

El caso simulado CTSA que se presenta en esta actividad afecta a una ciudad imaginaria de la Comunidad Autónoma del alumnado, denominada Céltica, en la que las autoridades municipales convocan unas jornadas de discusión, cuyo origen se encuentra en la posibilidad de la futura instalación de unidades de fracturación hidráulica en sus proximidades.

Debido a la crisis energética y a la búsqueda de alternativas para obtener recursos energéticos, se han desarrollado en la última década tecnologías para la obtención de hidrocarburos no convencionales, dentro de las cuales se encuentra la fracturación hidráulica. La compañía española petrolera Petroibérica (ficticia) está interesada en realizar estudios preliminares en la zona, con el objetivo de buscar yacimientos de gas natural para su futura explotación mediante esta tecnología de fracturación hidráulica. La postura de la Unión Europea deja en manos de la libertad de decisión de cada país para explorar y explotar sus propios yacimientos de gas natural mediante esta técnica. Desde el Ministerio de Industria, se han concedido permisos de exploración y búsqueda de yacimientos, dentro de los cuales se encuentra las zonas próximas a la ciudad del caso simulado, pero dicho permiso no implica necesariamente la autorización para su explotación mediante esta técnica. Dado que por parte de la Unión Europea se deja en manos de cada país la decisión

sobre la autorización o no para la práctica de la fracturación hidráulica, ante la cual han presentado una serie de recomendaciones que no tienen carácter de ley, los Estados miembros tienen la capacidad de autorizar o no su aplicación según sus criterios, así como de establecer la legislación que pueda ser de aplicación a dicha técnica.

A nivel español, se han autorizado permisos de estudio para la exploración y búsqueda de yacimientos de gas no convencional, y se ha incluido esta técnica en el nuevo modelo de Estudio de Impacto Ambiental, por lo que, debido a la controversia generada por esta técnica, diversas comunidades y localidades están poniendo en marcha legislaciones en contra de esta actividad.

En esta situación se encuentra la ciudad donde se plantea la controversia. Las autoridades municipales han convocado a las partes relacionadas para conocer, debatir y alcanzar una decisión en este conflicto que les afecta: declarar el municipio libre o no de fracturación hidráulica.

Atendiendo a lo indicado sobre la controversia, el caso simulado tiene los siguientes actores sociales: Gobierno local (docente), Petroibérica, Galicia Verde, Asociación de vecinos para el desarrollo de Célitica, Confederación de industrias para el desarrollo regional y autonómico de Galicia y sus posturas pueden conocerse en el guion del caso simulado preparado para el alumnado y presente en el Anexo VII.

Para llevar a cabo esta actividad y en primer lugar, para despertar el interés y la motivación del alumnado, el docente presenta la noticia origen de la controversia (Anexo VI) y presenta dos vídeos: un vídeo donde se muestra la diversidad de opiniones que genera y otro vídeo donde se explica de forma breve en qué consiste el proceso tecnológico de fracturación hidráulica para que todos los actores del caso dispongan de una información básica sobre el proceso, a partir del cual elaborar sus informes y realizar la búsqueda de información.

Para la redacción de la noticia ficticia, se ha tenido en cuenta la noticia ficticia empleada por González (2005), así como diversas ideas extraídas de noticias de prensa como Stevens (2012), EUClimateAction (2014), OCE (2016), Yanez (2016) y Pérez (2017), y su contenido completo puede encontrarse en el Anexo VI.

Es en este momento cuando se entrega los alumnos el guion del caso simulado (Anexo VII), aclarando al grupo clase cuales son los objetivos y criterios de evaluación de las tareas que van a realizar. El guion para el alumno del caso simulado, elaborado y adaptado a la temática del caso de esta propuesta didáctica a partir de las aportaciones de González (2005) contiene los siguientes ítems:

objetivos, descripción de las fases y actividades, criterios de evaluación, orientaciones para los equipos, pautas valorar la información encontrada empleando las TIC, cuestiones para fundamentar el debate y pautas para el trabajo en equipo, donde se presentan indicaciones para trabajar en equipo, realizar el informe final, preparar la exposición y participar en el debate.

Dentro de los objetivos generales de etapa de Bachillerato que aparecen recogidos en la normativa educativa actual, se declara que se buscará el desarrollo de las capacidades que permitan ejercer la ciudadanía democrática (RD 1105/2014, D 86/2015). De acuerdo con este principio y con autores como Picón (2013), resulta conveniente compartir en este momento las rúbricas de evaluación desde el principio. Según este autor, el principio de democracia implica promover el “empoderamiento de los evaluados, la colaboración y la participación de los involucrados, y el establecimiento de una vigilancia constante para contrarrestar un eventual impacto negativo y prevenir usos autocráticos no éticos de las pruebas” (Picón, 2013, p. 86-87). En este orden de ideas, y de acuerdo con algunas sugerencias que plantea este autor, se presentarán las rúbricas de evaluación a los alumnos, animándolos a que expresen cualquier desacuerdo o ambigüedad que pudieran encontrar. A partir de sus ideas o cuestiones sobre los criterios, se debe organizar de nuevo la rúbrica y presentar al día siguiente el formato definitivo.

Finalmente, se realiza el reparto de actores sociales que participarán en el caso simulado para la formación de equipos y se entregará a cada uno de ellos las orientaciones generales de cada actor. Se debe recordar al grupo clase que cada equipo debe buscar información, elaborar un informe final y resumir los argumentos que puedan convencer al resto de actores sociales de que su postura es la más adecuada.

La composición de los equipos, según recomendación de González (2005) oscila entre un mínimo de tres alumnos y un máximo de 6, pero la experiencia recomienda en un número de cuatro alumnos. En cuanto a la formación de los grupos, es aconsejable que sea fijada por el docente para que sean variados según las características personales de sus componentes y crear grupos equitativos.

3.8.3 Fase 2. Investigación y trabajo en equipo

Actividad 4: Trabajo de los equipos para la preparación del debate.

La actividad 4 se desarrolla en cuatro sesiones (sesiones 4 a 7) en las que cada equipo debe preparar los argumentos con los que defender su postura en el

debate. Además de las orientaciones sobre el papel de cada actor en la controversia, cada grupo debe buscar información adicional en la que apoyarse y ésta debe ser procedente de una fuente fiable.

En las sesiones iniciales se repasan las pautas para la colaboración en el equipo y las pautas para la validación de las fuentes de información. En la sesión intermedia, se recuerda la pauta para la preparación del informe final. En la última sesión se recuerda la preparación de la exposición, dado que al término de la misma deben entregar el informe. La actividad se sintetiza en las siguientes Tablas 15 a 18:

Tabla 15. Ficha resumen de la actividad 4 (Primera sesión).

| Actividad 4: Trabajo de los equipos para la preparación del debate (Primera sesión) | | | | |
|---|--|--|---|--|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales |
| D | Vocabulario científico relacionado con la fracturación hidráulica. | | Compresión de textos, valoración y síntesis de la información principal. | Valoración de la veracidad e interés de las fuentes de información. |
| H | Recursos para argumentar de forma coherente. | | Manejo del plan de trabajo diario para organizar y repartir las tareas. | Respeto por los compañeros del grupo |
| B | Vocabulario científico relacionado con la fracturación hidráulica. | | Identificación de los procesos que tienen lugar en la fracturación y de sus impactos. | Consciencia de las consecuencias positivas y negativas de los impactos detectados. |
| C | Recursos para desarrollar proyectos de investigación. | | Utilización de pautas para elaborar el informe. | Interés por el trabajo colaborativo. |
| Competencias clave | | CCL, CMCCT, CD, CAA, CSIEE, CCEC | | Duración |
| Materiales | | Orientaciones sobre el papel de cada actor social en la controversia (Anexo VII). Guion del caso simulado: pautas para valorar las fuentes de información y para el trabajo en equipo (Anexo VII). Plantilla de trabajo diario, presentada en el Anexo VIII. | | |
| Tipo de actividad | | Desarrollo | | Planificación |
| 5 min: Repaso de las fases del caso simulado con indicación de la fase dentro de la cual se enmarca la sesión. | | | | |
| 5 min: Proyección de las pautas de trabajo en equipo y valoración de las fuentes de información. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 10 min: Se solicita a los grupos de actores sociales que elaboren el plan de trabajo diario con el reparto de tareas. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 30 min: Trabajo colaborativo de los grupos en la búsqueda de información que les ayude a realizar el informe. Orientaciones del docente a cada grupo en caso necesario. | | | | |
| 5 min: Reflexión sobre las tareas propuestas y no realizadas en el plan de trabajo. Entrega al docente del plan de trabajo realizado. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Ficha resumen de la Actividad 4 (Segunda sesión).

| Actividad 4: Trabajo de los equipos para la preparación del debate (Segunda sesión) | | | | |
|---|--|----------------------------------|---|--|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales |
| D | Recursos TIC para la búsqueda de información fiable y veraz. | | Utilización de las TIC para la búsqueda de información. | Valoración de la veracidad e interés de las fuentes de información empleadas. |
| H | Recursos para argumentar de forma coherente. | | Manejo del plan de trabajo diario para organizar y repartir las tareas. | Respeto por los compañeros del grupo. |
| B | Nombre, formulación, clasificación y peligrosidad de los compuestos que se inyectan. | | Identificación de los procesos que tienen lugar en la fracturación y de sus impactos. | Consciencia de las consecuencias positivas y negativas de los impactos detectados. |
| C | Efecto invernadero. Nombre, formulación, clasificación y peligrosidad de los compuestos que se inyectan. Energías renovables y potencia de respaldo. | | Ajuste y análisis de datos de reacciones de combustión. | Valoración de los conocimientos adquiridos en la materia para argumentar sus posiciones. |
| Competencias clave | | CCL, CMCCT, CD, CAA, CSIEE, CCEC | Duración | Sesión 5 (45-60 min) |
| Materiales | Orientaciones sobre el papel de cada actor social en la controversia (Anexo VII). Guion del caso simulado: pautas para valorar las fuentes de información y para el trabajo en equipo (Anexo VII). Plantilla de trabajo diario, presentada en el Anexo VIII. | | | |
| Tipo de actividad | | Desarrollo | Planificación | |
| 3 min: Repaso de las fases del caso simulado con indicación de la fase dentro de la cual se enmarca la sesión. | | | | |
| 5 min: Proyección de las pautas de trabajo en equipo, valoración de las fuentes de información y para la elaboración del informe. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 5 min: Se solicita a los grupos de actores sociales que elaboren el plan de trabajo diario con el reparto de tareas. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 40 min: Trabajo colaborativo de los grupos en la búsqueda de información que les ayude a realizar el informe. Orientaciones del docente a cada grupo en caso necesario. | | | | |
| 5 min: Reflexión sobre las tareas propuestas y no realizadas en el plan de trabajo. Entrega al docente del plan de trabajo realizado. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Ficha resumen de la Actividad 4 (Tercera sesión).

| Actividad 4: Trabajo de los equipos para la preparación del debate (Tercera sesión) | | | | |
|--|--|---|--|--|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | Contenidos procedimentales | | Contenidos actitudinales |
| H | Recursos para argumentar de forma coherente. | Manejo del plan de trabajo diario para organizar y repartir las tareas. | | Respeto por los compañeros del grupo. |
| B | Recursos para elaborar un informe final coherente y argumentado. | Identificación de los procesos que tienen lugar en la fracturación y de sus impactos. | | Consciencia de las consecuencias positivas y negativas de los impactos detectados. |
| C | Recursos para elaborar un informe final coherente y argumentado. | Comunicación rigurosa, clara y coherente de los argumentos. | | Valoración de los conocimientos adquiridos en la materia para argumentar sus posiciones. |
| Competencias clave | | CCL, CMCCT, CD, CAA, CSIEE, CCEC | | Duración |
| | | Sesión 6 (45-60 min) | | |
| Materiales | Orientaciones sobre el papel de cada actor social en la controversia (Anexo VII). Guion del caso simulado: pautas para el trabajo en equipo y para la elaboración del informe final (Anexo VII). Plantilla de trabajo diario, presentada en el Anexo VIII. | | | |
| Tipo de actividad | | Consolidación | | Planificación |
| 3 min: Repaso de las fases del caso simulado con indicación de la fase dentro de la cual se enmarca la sesión. | | | | |
| 3 min: Proyección de las pautas de trabajo en equipo y para la elaboración del informe. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 5 min: Se solicita a los grupos de actores sociales que elaboren el plan de trabajo diario con el reparto de tareas. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 40 min: Trabajo colaborativo de los grupos en la elaboración del informe final. Orientaciones del docente a cada grupo en caso necesario. | | | | |
| 5 min: Reflexión sobre las tareas propuestas y no realizadas en el plan de trabajo. Entrega al docente del plan de trabajo realizado. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Ficha resumen de la Actividad 4 (Cuarta sesión).

| Actividad 4: Trabajo de los equipos para la preparación del debate (Cuarta sesión) | | | | |
|--|--|---|--|--|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales | |
| H | Recursos para preparar la exposición y el debate final. | Manejo del plan de trabajo diario para organizar y repartir las tareas. | Respeto por los compañeros del grupo. | |
| C | Recursos para elaborar un informe final coherente y argumentado. | Comunicación rigurosa, clara y coherente de los argumentos. | Valoración de los conocimientos adquiridos en la materia para argumentar sus posiciones. | |

| | | | | |
|--|--|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Competencias clave | | CCL, CMCCT, CD, CAA, CSIEE, CCEC | Duración | Sesión 7 (45-60 min) |
| Materiales | Orientaciones sobre el papel de cada actor social en la controversia (Anexo VII). | | | |
| | Guion del caso simulado: pautas para el trabajo en equipo y para preparar la exposición (Anexo VII). | | | |
| | Plantilla de trabajo diario presente en el Anexo VIII. | | | |
| Tipo de actividad | | Desarrollo | Planificación | |
| 3 min: Repaso de las fases del caso simulado con indicación de la fase dentro de la cual se enmarca la sesión. | | | | |
| 3 min: Proyección de las pautas para la exposición del informe y participación en el debate. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 5 min: Se solicita a los grupos de actores sociales que elaboren el plan de trabajo diario con el reparto de tareas. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 40 min: Trabajo colaborativo de los grupos para organizar la exposición del informe y para preparar su participación en el debate. Orientaciones del docente a cada grupo en caso necesario. | | | | |
| 5 min: Reflexión sobre las tareas propuestas y no realizadas en el plan de trabajo. Entrega al docente del plan de trabajo realizado. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

3.8.4 Fase 3. Exposiciones de los equipos

Actividad 5: Exposición de los informes de cada actor social.

En la Tabla 19 se expresa de forma más simple las características de esta actividad.

Tabla 19. Ficha resumen de la Actividad 5.

| Actividad 5: Exposición de los informes de cada actor social (Primera y segunda sesión). | | | | | |
|--|---|--|--|---|---|
| Objetivos didácticos | | Contenidos conceptuales | | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales |
| I | | Capacidad para comunicarse oralmente. | | Empleo de las pautas para la exposición del informe. | Respeto por los compañeros en sus exposiciones. Interés por resolver problemas. |
| E | | Identificación de los puntos clave de las exposiciones de cada actor social. | | Síntesis de la información presentada para emplearla posteriormente en el debate. | Valoración de la diversidad de puntos de vista. |
| Competencias clave | | CCL, CMCCT, CD, CSC, CSIEE | | Duración | Sesión 8 (45-60 min) Sesión 9 (45-60min) |
| Materiales | Orientaciones sobre el papel de cada actor social (Anexo VII). | | | | |
| | Guion del caso simulado: pautas para la participación en el debate (Anexo VII). | | | | |
| | Rúbrica de autoevaluación intergrupos de la exposición oral, presente en el Anexo IX. | | | | |

| Tipo de actividad | Desarrollo | Planificación |
|---|------------|---------------|
| 3 min: Repaso de las fases del caso simulado con indicación de la fase dentro de la cual se enmarca la sesión. 3 min: Proyección de las cuestiones para fundamentar la decisión final. Resolución de dudas de los alumnos. 5 min: Se establece de forma consensuada el orden de presentación de cada actor social. 15 min: Exposición del informe final del primer (sesión 8) /tercer actor (sesión 9) social. 5 min: Turno abierto sobre cuestiones dudas por parte del resto de actores. 3 min: Tras la exposición del grupo, el resto de alumnos cumplimenta la rúbrica de evaluación intergrupos de la exposición oral que han realizado. 15 min: Exposición del informe final del segundo (sesión 8) /cuarto actor (sesión 9) social. 5 min: Turno abierto sobre cuestiones y dudas por parte del resto de actores. 3 min: Tras la exposición del grupo, el resto de alumnos cumplimenta la rúbrica de evaluación intergrupos de la exposición oral que han realizado. | | |

Fuente: Elaboración propia.

La rúbrica de autoevaluación del alumno indicada se encuentra en el Anexo IX y ha sido elaborada a partir de la propuesta de evaluación de González (2005) y Marín-García (2009), e incluye indicadores relacionados con la expresión, tranquilidad, mirada, claridad, etc.

3.8.5 Fase 4. Debate socioambiental y proceso de negociación

Actividad 6: Debate abierto y búsqueda de decisión final consensuada de la solución a la controversia.

En esta actividad, se realiza el debate entre los distintos actores sociales para la simulación de las jornadas de la comisión, con el fin de adoptar una decisión final justificada. El docente, que actúa en representación del gobierno local, será el encargado de moderar, dinamizar y redirigir el debate en caso necesario. Al finalizar la actividad, el actor representado por el docente realiza la síntesis de decisión adoptada de forma consensuada. Al finalizar la actividad, y para dar realismo a la situación, se redactará entre todo el grupo clase un Acta donde se expondrá el acuerdo o recomendación alcanzado y que será firmado por un representante de cada grupo.

La Tabla 20 y Tabla 21 que se proporcionan a continuación muestran el resumen de cada una de las sesiones de esta actividad.

Tabla 20. Ficha resumen de la Actividad 6 (Primera sesión).

| Actividad 6: Debate abierto y búsqueda de decisión final consensuada (Primera sesión). | | | | |
|--|--|---|---|-----------------------|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales | |
| F | Capacidad de comprensión del funcionamiento de las sociedades. | Participación constructiva en el debate y toma de decisiones consensuadas. | Interés por el desarrollo desarrollo que contribuya al bienestar social. | |
| I | Capacidad para comunicarse oralmente. | Empleo de las pautas para la participación en el debate. | Respeto por los compañeros en sus exposiciones. Interés por resolver problemas. | |
| G | Recursos para participar de forma efectiva en el debate. | Adaptación al cambio. Comunicación efectiva para negociar. | Tolerancia y respeto por las opiniones del resto de compañeros. | |
| J | Identificación de los puntos clave de las exposiciones de cada actor social. | Síntesis de la información presentada para emplearla posteriormente en el debate. | Valoración de la diversidad de puntos de vista. | |
| Competencias clave | | CCL, CMCCT, CD, CSC, CSIEE, CCEC | Duración | Sesión 10 (45-60 min) |
| Materiales | Guion del caso simulado: pautas para la participar en el debate y cuestiones para fundamentar la decisión final (Anexo VII). | | | |
| Tipo de actividad | | Desarrollo | Planificación | |
| 3 min: Repaso de las fases del caso simulado con indicación de la fase dentro de la cual se enmarca la sesión. | | | | |
| 3 min: Proyección de las pautas para participar en el debate y de las cuestiones para fundamentar la decisión final. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 3 min: Se establece de forma consensuada el orden de participación en el debate de cada actor social. | | | | |
| 5 min: Exposición del primer/ segundo / tercer/cuarto actor social. | | | | |
| 7 min: Turno de réplica del resto de actores. | | | | |
| (Se repite los dos últimos procesos para cada actor social). | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Ficha resumen de la Actividad 6 (Segunda sesión).

| Actividad 6: Debate abierto y búsqueda de decisión final consensuada (Segunda sesión). | | | |
|---|--|--|---|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales |
| F | Capacidad de comprensión del funcionamiento de las sociedades. | Participación constructiva en el debate y toma de decisiones consensuadas. | Interés por el desarrollo desarrollo que contribuya al bienestar social. |
| I | Capacidad para comunicarse oralmente. | Empleo de las pautas para la participación en el debate. | Respeto por los compañeros en sus exposiciones. Interés por resolver problemas. |

| | | | | |
|---|--|---|---|-----------------------|
| G | Recursos para participar de forma efectiva en el debate. | Adaptación al cambio. Comunicación efectiva para negociar. | Tolerancia y respeto por las opiniones del resto de compañeros. | |
| J | Identificación de los puntos clave de las exposiciones de cada actor social. | Síntesis de la información presentada para emplearla posteriormente en el debate. | Valoración de la diversidad de puntos de vista. | |
| Competencias clave | | CCL, CMCCT, CD, CSC, CSIEE, CCEC | Duración | Sesión 11 (45-60 min) |
| Materiales | Guion del caso simulado: pautas para la participar en el debate y cuestiones para fundamentar la decisión final (Anexo VII). | | | |
| Tipo de actividad | | Desarrollo | Planificación | |
| 3 min: Repaso de las fases del caso simulado con indicación de la fase dentro de la cual se enmarca la sesión. | | | | |
| 3 min: Proyección de las pautas para participar en el debate y de las cuestiones para fundamentar la decisión final. Resolución de dudas de los alumnos. | | | | |
| 3 min: Se establece de forma aleatoria el actor social que comienza el debate. | | | | |
| 3 min: Exposición del actor social que inicia el debate. | | | | |
| 3 min: Turno de réplica para los actores que soliciten intervenir para dinamizar el debate. | | | | |
| (Se repite el turno de réplica entre actores sociales hasta que se alcance un consenso). En caso de no lograr alcanzar un consenso en 20 minutos, se indica que se debe resolver mediante voto la decisión final. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

3.8.6 Fase 5. Proceso de evaluación final

Actividad 7: Registro y evaluación final y conclusiones.

La Tabla 22 ilustra el proceso de evaluación final de la última fase del caso simulado, donde se sintetizan las características de la última actividad del caso.

Tabla 22. Ficha resumen de la Actividad 7.

| Actividad 7: Registro final de ideas y actitudes y evaluación final. | | | |
|--|---|---|------------------------------------|
| Objetivos didácticos | Contenidos conceptuales | Contenidos procedimentales | Contenidos actitudinales |
| K | Reconocimiento de las estrategias empleadas para resolver las tareas. | Empleo de estrategias para evaluar el resultado del proceso llevado a cabo. | Valoración de las relaciones CTSA. |
| Competencias clave | | CAA, CSIEE | Duración |
| | | | Sesión 12 (45-60 min) |
| Materiales | Registro final sobre las relaciones CTSA, presente en el Anexo I. Cuestionario de autoevaluación intragrupo de trabajo realizado en grupo, presente en el Anexo IX. Encuesta final de valoración de la actividad, presente en el Anexo X. | | |

| Tipo de actividad | Evaluación | Planificación |
|---|------------|---------------|
| <p>3 min: Repaso de las fases del caso simulado con indicación de la fase dentro de la cual se enmarca la sesión.</p> <p>3 min: Proyección de las rúbricas de evaluación para iniciar la reflexión sobre el resultado de su aprendizaje.</p> <p>10 min: Los alumnos cumplimentan el Registro final sobre relaciones CTSA.</p> <p>5 min: Comentarios sobre si han cambiado sus respuestas respecto al registro inicial.</p> <p>10 min: Los alumnos cumplimentan el Cuestionario de Autoevaluación del trabajo realizado en grupo.</p> <p>5 min: Se pide a los alumnos que propongan propuestas de mejora a la hora de realizar trabajos en grupo.</p> <p>10 min: Los alumnos cumplimentan la Encuesta final de valoración de la actividad.</p> | | |

Fuente: Elaboración propia.

El caso simulado concluye con la repetición del cuestionario de registro inicial con el fin de contrastar si se han producido cambios en relación a las percepciones de la Ciencia y en cuanto a la alfabetización científica del alumno. Además, se realizarán de actividades de autoevaluación por parte de los alumnos mediante el empleo de rúbricas y cuestionarios abiertos. Al finalizar los cuestionarios, se pueden comentar las incidencias que se han presentado en las etapas anteriores y propuestas de mejora.

En cuanto a la autoevaluación por parte de los alumnos del trabajo en grupo, se realiza de forma intra-grupo, de forma que cada uno de ellos, evalúe al resto de componentes del grupo empleando una rúbrica que contiene indicadores sobre el uso del tiempo, su participación en el debate, el trabajo en equipo entre otros. La rúbrica ha sido realizada teniendo en cuenta indicaciones de evaluación propuestas por González (2005), Marín-García (2009), Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios (CeDEC) (2015) o que se encuentran herramientas online gratuitas para educadores como Rubistar.

En relación a la encuesta final sobre las actividades del caso simulado, la finalidad es obtener información sobre la valoración por parte de los estudiantes, así como la detección de puntos de mejora. Ha sido elaborada partiendo de otras encuestas finales presentadas por investigadores como Vaith (2013).

Especificación de recursos humanos, materiales y económicos

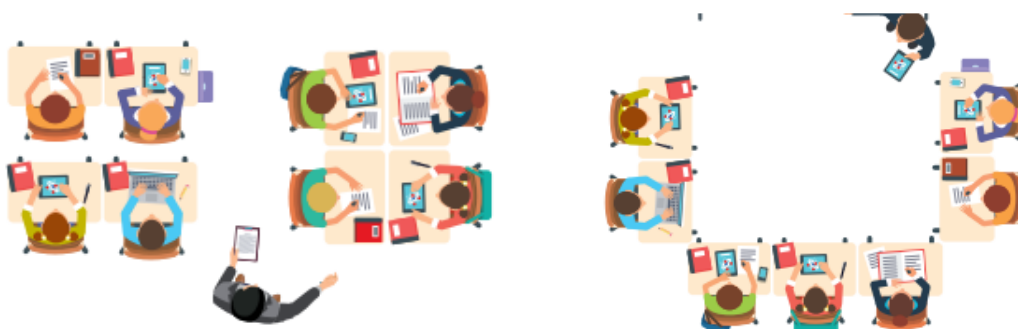
Para llevar a cabo las actividades planteadas en el anterior epígrafe de la propuesta didáctica de este TFM es necesario tener en cuenta los recursos necesarios para su puesta en práctica.

En cuanto a los recursos humanos necesarios, resulta conveniente, en colaboración con la Biblioteca del centro, una breve exposición que ayude al

alumnado a la hora de realizar búsquedas efectivas a través de buscadores en Internet, así como valorar la fiabilidad de las fuentes y referenciar correctamente las fuentes de información utilizadas.

En relación a los recursos para llevar a cabo las actividades, cobra importancia la organización del espacio del aula para llevar a cabo las actividades de fases de trabajo en equipo y del debate. Se propone para llevar a cabo estas actividades las siguientes organizaciones del espacio del aula, cuya distribución se puede visualizar en la Imagen 3 :

- Fase de trabajo en equipo: distribución del espacio en grupos de mesas formados por los componentes de cada equipo, con el objetivo de permitir el trabajo colaborativo y facilitar la interacción entre sus miembros.
- Fase de debate: distribución del espacio en círculo o en forma de U para favorecer la visibilidad y facilitar el proceso de debate. Esta disposición también ayuda al docente en la tarea de visibilizar la participación y actitudes de todos los alumnos en el debate.



Fuente: Aula Planeta (2017)

Imagen 3. Distribución del espacio para el trabajo en equipo y el debate.

Finalmente, en cuanto a los recursos económicos necesarios, no se prevé incurrir en gastos económicos en materiales adicionales, más allá de los relacionados con la documentación que le será entregada a los alumnos para el caso simulado.

Se presenta en la siguiente Tabla 23, el resumen de los materiales empleados en las actividades propuestas y los recursos necesarios para realizar las actividades:

Tabla 23. Recursos necesarios para llevar a cabo las Actividades.

| Fase | Actividad | Sesión | Recursos necesarios |
|------|-----------|---------|--|
| 0 | 0 | 1 | No aplica |
| 1 | 1 | 2 | Ordenador con proyector o pizarra digital con acceso a Internet. |
| | 2 | 2 | No aplica |
| | 3 | 3 | Ordenador con proyector o pizarra digital con acceso a Internet. |
| 2 | 4 | 4 a 7 | Ordenadores con conexión a Internet para cada grupo. Mesas y sillas móviles. |
| 3 | 5 | 8 y 9 | Ordenador con proyector o pizarra digital. Mesas y sillas móviles. |
| 4 | 6 | 10 y 11 | Ordenador con proyector o pizarra digital. Mesas y sillas móviles. |
| 5 | 7 | 12 | No aplica. |

Fuente: Elaboración propia.

3.9 Medidas de atención a la diversidad

Como medida de atención a la diversidad, el docente debe evaluar las características del centro escolar y del grupo clase, para analizar si las actividades propuestas son adecuadas al nivel de conocimientos y realizar las adaptaciones que sean necesarias.

Como ya se ha indicado, es importante que el grupo de alumnos no sea superior a 25 alumnos, para poder asegurar la atención individualizada y poder evaluar correctamente el grado de adquisición de los contenidos y competencias. Además, la formación de los grupos de actores sociales se realizará atendiendo a la diversidad, de forma que éstos sean equilibrados y que los alumnos que presenten dificultades puedan ser ayudados por sus compañeros. Previamente a la realización de la presente propuesta didáctica, el docente debe reunirse con el tutor del grupo clase, con el objetivo de analizar las características del grupo clase y obtener la información necesaria que le permita formar los grupos de forma adecuada.

De acuerdo con esto, la propuesta se temporaliza tras el estudio del resto de contenidos de Química, de forma que el docente cuente con el conocimiento necesario de las características de cada uno de sus alumnos y de su evolución, para poder formar los equipos de forma equitativa.

3.10 Características del proceso de evaluación

Para llevar a cabo la evaluación del proceso de aprendizaje, resulta conveniente sistematizar el proceso de evaluación empleado, con el fin de ubicar y describir dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje los elementos básicos del proceso de evaluación. En la siguiente Tabla 24, se muestra la sistematización del proceso de evaluación:

Tabla 24. Características del proceso de evaluación.

| Fase / Actividad | Productos Esperados | Persona que evalúa | Técnica o instrumento de evaluación |
|---|---|---|--|
| Fase 0. Actividad 0. Indagación sobre las ideas de los alumnos. | Orientaciones para el docente para buscar un tema motivador y de interés para el caso simulado. | Docente | Cuestionario de indagación (Anexo IV) |
| Fase 1. Actividad 1. Reflexiona empleando preguntas abiertas | Cuestiones planteadas por los alumnos para indagar sobre su sentido de la iniciativa. | Docente | Escala de valoración del docente. |
| Fase 1. Actividad 2. Registro inicial de relaciones CTSA y alfabetización científica. | Quiniela de actitudes según los ítems validados por otros autores con el mismo propósito. | Docente | Quiniela de ideas y actitudes (Anexo I). |
| Fase 2. Actividad 4. Trabajo en equipo. | Diario o plan de trabajo diario. | Docente | Rúbrica de valoración del docente (Anexo XI). |
| Fase 2. Actividad 4. Trabajo en equipo. | Informe final. | Docente | Rúbrica de valoración del docente (Anexo XI) |
| Fase 3. Actividad 5. Exposición de los equipos | Presentación pública del informe al grupo clase. | Estudiantes (evaluación entre iguales inter-grupos) | Rúbrica de autoevaluación inter-grupos (Anexo IX). |
| | | Docente | Rúbrica de valoración del docente (Anexo XI). |
| Fase 4. Actividad 6. Debate | Debate y negociación pública con el grupo clase | Docente | Rúbrica de valoración del docente (Anexo XI). |
| Fase 5. Actividad 7. Registro final y evaluación | Quiniela de actitudes según los ítems validados por otros autores con el mismo propósito. | Docente | Control de cambios entre las quinielas de actitudes de la actividad 2 y 7. |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | Reflexión de los estudiantes sobre el propio proceso de aprendizaje. | Estudiantes (evaluación entre iguales intra-grupo) | Rúbrica de autoevaluación del trabajo realizado (Anexo IX). |
| | Valoración por parte de los estudiantes de las actividades realizadas y propuestas de mejora. | Estudiantes | Encuesta final sobre el caso simulado (Anexo X). |

Fuente: Elaboración propia a partir de las indicaciones de Ibarra, Rodríguez y Gómez (2012)

3.11 Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

Teniendo en cuenta el objetivo general planteado en este TFM, así como la relación entre las intenciones educativas de los casos simulados y su pertinencia para alcanzar los objetivos de la etapa de Bachillerato y de la materia expuestos a lo largo del TFM, se plantean como criterios de evaluación especialmente aquellos que se relacionan con el trabajo en equipo y con las actividades de dialógicas.

Se muestra en la siguiente Tabla 25, el resumen de los criterios de evaluación y de los estándares de aprendizaje que serán empleados:

Tabla 25. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje asociados.

| Criterio de Evaluación | Estándar de aprendizaje |
|--|---|
| CE1. Valorar el papel de la química del carbono en nuestras vidas y reconocer la necesidad de adoptar actitudes y medidas medioambientalmente sostenibles. | EA1-1. Analiza y justifica la importancia de la química del carbono y su incidencia medioambiental. |
| CE2. Reconocer y utilizar estrategias básicas de la actividad científica: búsqueda de información, diseño de proyectos, etc. | EA2-1. A partir de textos científicos, extrae información veraz y fiable, construyendo argumentos con rigor y precisión que es capaz de comunicar de forma adecuada tanto de forma escrita como de forma oral. |
| CE3. Realizar en equipo tareas propias de la actividad científica. | EA3-1. Realiza de forma colaborativa tareas necesarias en la actividad científica con actitud proactiva y respetuosa creando un clima de diálogo y mejora. |
| CE4. Utilizar las tecnologías de la información y de la comunicación en la actividad científica y en el estudio de fenómenos físicos y químicos. | EA 4-1. Establece los elementos básicos para el diseño, elaboración y defensa de informes sobre temas de actualidad, empleando preferentemente las TIC. |
| CE5. Explicar y analizar los fundamentos de la industria del petróleo y del gas natural. | EA 5-1. A partir de diversas fuentes de información, analiza los procesos de obtención de gas natural y sus derivados a nivel industrial y sus repercusiones en el ambiente y la calidad de vida. |
| CE6. Analizar la influencia de las reacciones de combustión y de sus implicaciones a nivel social, industrial y medioambiental. | EA6-1. Analiza las consecuencias y los efectos del empleo de combustibles fósiles en la calidad de vida, en el efecto invernadero, la reducción de recursos naturales y otros. EA6-2. Toma conciencia de los problemas ambientales, asumiendo su responsabilidad como ciudadano y proponiendo actitudes sostenibles. |

Para poder valorar adecuadamente los criterios de evaluación según los estándares establecidos para esta propuesta didáctica, se emplearán en esta propuesta didáctica como principales instrumentos las rúbricas de evaluación, tal y como se ha descrito en la anterior Tabla 24.

3.12 Estándares y resultados de aprendizaje: Rúbricas de evaluación.

Tanto en la LOMCE (2013) como en la Orden ECD/65/2015 se relacionan los estándares de aprendizaje como elementos que desglosan los criterios de evaluación de naturaleza concreta, observable y medible que permitirán graduar el desarrollo alcanzado en cada una de las competencias clave.

Para objetivar la evaluación del proceso de aprendizaje se emplearán principalmente rúbricas, las cuales han sido elaboradas a partir de adaptaciones de rúbricas propuestas por el Solé, Casanellas, Collado, Sevilla, Pérez-Moneo y Sayós i Santigosa (2009), Chica (2011), el Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios (CEDEC) (2015), o de herramientas online gratuitas para docentes como Rubistar.

Cabe indicar que las rúbricas han sido realizadas para la valoración por parte del docente y para la autoevaluación entre alumnos. Respecto de la evaluación de la exposición oral del informe (autoevaluación intergrupos), ésta se realiza de forma individual por parte de los miembros de cada grupo de oyentes, asignando posteriormente a todos los miembros del grupo que expone la misma valoración, que se obtendrá a partir de la media de las valoraciones recibidas. Por otra parte, respecto de la evaluación del trabajo en equipo realizado (autoevaluación intragrupos) se empleará la misma dinámica: los componentes del grupo se autoevaluarán en conjunto, pero de forma individual, asignando posteriormente a cada uno de los miembros la media de las valoraciones recibidas. La finalidad de este sistema de asignación de resultados de las autoevaluaciones es lograr la cohesión del grupo, para que cada uno de ellos asuma las tareas individuales como imprescindibles para maximizar el resultado colectivo del equipo.

3.13 Evaluación de los resultados de aprendizaje

La evaluación de los resultados debe tener en cuenta el grado de alcance de los objetivos didácticos planteados mediante los contenidos propuestos y los criterios de evaluación descritos. Así pues, teniendo esto en cuenta junto con la temporalización del caso simulado, se propone la

Tabla 26, la asignación porcentual de las actividades del caso simulado en la evaluación final del segundo trimestre cuyo peso será del 20% en la nota final del trimestre en el cual se ubica la propuesta didáctica.

En el objetivo general de este TFM se propone el empleo del enfoque CTSA para promover la alfabetización científica para favorecer el interés del alumnado en la Ciencia. Por tanto, resulta necesario evaluar la propuesta planteada, así como el grado de avance en el objetivo planteado.

Para ello, tal y como se ha señalado en la descripción de las actividades, se emplea como instrumento de evaluación la realización de un cuestionario al inicio y al final del caso simulado, con el objetivo de valorar si se ha producido alguna variación en la valoración por parte del alumno de la Ciencia y de las relaciones CTSA.

Por otra parte, para valorar el grado de alcance de los objetivos didácticos planteados bajo el enfoque CTSA, se empleará también una rúbrica (Anexo XI) para evaluar las competencias desarrolladas, elaborado a partir de las propuestas de investigadores como Lupión, Prieto y Martín (2012) o Eugenio (2013), y que se presenta en el Anexo XI.

Los criterios que se han utilizado para valorar las competencias adquiridas mediante el enfoque CTSA se relacionan con las siguientes dimensiones:

- Dimensión del conocimiento científico: uso correcto y con rigor de los conceptos relacionados, comprensión de las relaciones CTSA, etc.
- Dimensión del razonamiento y análisis crítico: selección de información relevante y fiable, análisis crítico de la misma, exposición de conclusiones de forma razonada y justificada, etc.
- Dimensión de la participación como ciudadano responsable: implicación en las tareas, cooperación en el trabajo en equipo, etc.

Tabla 26. Peso de cada una de las actividades en la valoración final.

| Actividad y producto evaluado | Criterio de evaluación | Instrumento de evaluación | Peso en la valoración final |
|---|------------------------|---|--|
| | | Persona que evalúa | |
| Actividad 0 Cuestionario de indagación. | No aplica | No aplica. | Para planificación de la actividad docente. |
| | | Docente. | |
| Actividad 1 Reflexiona empleando preguntas abiertas | CE1 | Escala de valoración del docente. | 15 % |
| | CE6 | Docente | |
| Actividad 2 Quiniela de ideas y actitudes. | No aplica | No aplica. | Para validar la efectividad de la propuesta. |
| | | Docente | |
| Actividad 4. Diario o plan de trabajo diario. | CE2 | Rúbrica de valoración del docente (Anexo XI).* | 40 % * |
| | CE3 | Docente. | |
| Actividad 4. Informe final. | CE2 | Rúbrica de valoración del docente (Anexo XI).* | 40%* |
| | CE3 CE4 | Docente. | |
| Actividad 5. Presentación pública del informe al grupo clase. | CE2 | Rúbrica de autoevaluación intergrupos (Anexo IX).* | 15% |
| | | Estudiantes (evaluación entre iguales, intergrupos) | |
| Actividad 6. Debate y negociación pública con el grupo clase | CE1 | Rúbrica de valoración del docente (Anexo XI).* | 40 %* |
| | CE2 CE5 | Docente. | |
| Actividad 7. Quiniela de ideas y actitudes | No aplica | Control de cambios en la quiniela de la actividad 2 y 7. | Para validar la efectividad de la propuesta por parte del docente. |
| | | Docente | |
| Actividad 7. Reflexión de los estudiantes sobre el propio proceso de aprendizaje. | CE2 | Rúbrica de autoevaluación intragrupo (Anexo IX). | 15% |
| | CE3 CE4 | Estudiantes (evaluación entre iguales, intragrupo) | |
| Actividad 7. Valoración por parte de los estudiantes de las actividades realizadas y propuestas de mejora. | No aplica | Encuesta final de valoración del caso simulado (Anexo X). | Para validar la efectividad de la propuesta por parte del docente. |
| | | Estudiantes | |

*La valoración del docente del trabajo en grupo, elaboración del informe, exposición y debate se realizará empleando una única rúbrica de evaluación con un peso final del 40%.

Fuente: Elaboración propia.

3.14 Evaluación de la propuesta didáctica

Una vez establecido el procedimiento de evaluación de los resultados del alumnado, debe valorarse si la propuesta didáctica cumple con los requisitos curriculares desde una perspectiva CTSA, con el fin de justificar que se han tenido en cuenta las indicaciones expuestas en el marco teórico. Para valorarlo, se ha empleado el instrumento de análisis de documentos curriculares desde la perspectiva CTSA propuesto por Fernandes, Pires y Villamañan (2014) que se expone en la siguiente Tabla 27:

Tabla 27. Validación de la propuesta didáctica bajo las dimensiones del enfoque CTSA.

| Dimensión y parámetros | | Indicadores | |
|------------------------|---|-------------|--|
| Finalidades | Desarrollo de capacidades | ✓ | Propone el desarrollo de competencias y estrategias de la actividad científica (pautas). |
| | Desarrollo de actitudes y valores | ✓ | Fomenta el desarrollo de la responsabilidad social en la búsqueda de una solución a la controversia y de normas de conducta en sociedad (debate). |
| | Educación, ciudadanía y medio ambiente | ✓ | Se desarrollan decisiones conscientes y argumentadas sobre una cuestión que afecta a la sociedad y al medio ambiente. |
| Conocimientos | Relacionados con el enfoque de temas | ✓ | Propone la discusión de la prohibición o no de la fracturación hidráulica, un tema actual relacionado con los conocimientos previos de los estudiantes vistos en los bloques de Química. |
| | Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos | ✓ | Trata las ventajas y límites de la tecnología de la fracturación hidráulica desde distintas realidades sociales. |
| | Discusión de cuestiones relacionadas con la naturaleza del conocimiento científico-tecnológico. | ✗ | No presenta datos relacionados con la naturaleza y la historia de la ciencia y las distintas visiones a lo largo del tiempo. |
| Procedimientos | Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de aprendizaje | ✓ | Involucra al grupo clase activamente en la realización de un debate donde se evidencian las relaciones CTSA. |

Fuente: Elaboración propia aplicando el instrumento de Fernandes et al. (2014).

Como se puede verificar en la tabla anterior (Tabla 27), los resultados sugieren que existe coherencia entre la propuesta didáctica formulada y el enfoque CTSA bajo el cual se quería elaborar, a pesar de que la propuesta presenta una seria limitación en relación con la necesaria vinculación de la historia de la ciencia y las distintas visiones a lo largo del tiempo.

3.15 Resultados previstos

El empleo del caso simulado bajo el enfoque CTSA, proporcionará a los alumnos el aprendizaje activo y por tanto significativo de las estrategias propias de la actividad científica (búsqueda de información viable y fiable, reflexión, argumentación, exposición de resultados, debate, negociación, etc). De esta forma, el alumno desarrollará una serie de competencias que contribuirán a su alfabetización científica y, por consiguiente, mejorará la comprensión de las dimensiones de la Ciencia por parte del alumnado.

La necesaria reflexión, debate y proceso de negociación social que se realiza en el caso simulado dará lugar a que el alumno comprenda las relaciones CTSA para que asuma como futuro ciudadano responsable el control de la ciencia y la tecnología en función de criterios sociales y ambientales.

4 CONCLUSIONES

Tras la discusión de los resultados previstos mostrada en el anterior epígrafe y justificada en el marco teórico, se presentan en este epígrafe las conclusiones relacionadas con el objetivo general y con los objetivos específicos planteados en la Introducción de este TFM.

Relacionado con el objetivo general del TFM, se ha pretendido dar respuesta a la necesidad planteada en la justificación del problema (Capítulo 1) de promover la alfabetización científica del alumnado y de superar las visiones distorsionadas de la Ciencia. Una vez planteado el objetivo general del TFM, se han determinado los objetivos específicos para poder alcanzarlo, relacionados con el análisis de la adecuación del enfoque CTSA y de las características necesarias del caso simulado

como recurso didáctico en el marco teórico de este TFM (Capítulo 2). A partir de la reflexión y del análisis expuesto, se ha elaborado la propuesta didáctica (Capítulo 3) cuyos objetivos didácticos han sido planteados en sintonía con el objetivo general del TFM, y con los objetivos, características y finalidades del enfoque CTSA.

La vinculación de todos estos elementos prevé que al término de la implantación de la propuesta didáctica el alumnado alcance los objetivos marcados, mediante los contenidos propuestos y con el desarrollo de las competencias clave indicadas (Capítulo 3). El empleo del caso simulado como recurso didáctico bajo el enfoque CTSA de este TFM proporcionará los siguientes resultados:

- Incrementar el interés de los alumnos por la Ciencia, al mostrar una visión más completa y contextualizada, que podrá evaluarse a través de la encuesta final de valoración de la Actividad 7 y de las Quinielas de actitudes de las Actividades 2 y 7 empleadas como registro inicial y final.
- Promover la alfabetización científica, mediante el empleo del enfoque CTSA, dado que los objetivos propios del enfoque son coincidentes con las características de la alfabetización científica. Para evaluarlo, se han presentado rúbricas de valoración sobre el grado de formación en el conocimiento de la actividad científica (valoración de la elaboración de informes a partir de fuentes fiables, exposición de informes, participación en el debate, etc).
- De forma indirecta, como resultado de los dos resultados anteriores, fomentar la capacidad de aprender a aprender del alumno que le permita continuar en el desarrollo de su proceso de alfabetización científica. Prueba de ello son la actividad de reflexión mediante la creación de preguntas abiertas de la Actividad 1, así como el cuestionario de autoevaluación del trabajo realizado en grupo de la Actividad 7.

Con relación al objetivo específico marcado del estudio de la presencia y evolución legislativa del enfoque CTSA en la educación española, se ha verificado que en las dos últimas décadas, a pesar del impulso del enfoque CTSA para promover la alfabetización científica mediante la inclusión de temas CTSA en el currículo y de materias obligatorias y /o optativas en las reformas de la LOGSE (1990) y LOE (2006), la implantación de la última reforma educativa de la LOMCE (2013) ha supuesto un punto de inflexión en esta tendencia al eliminar la referencia explícita de este término y la obligatoriedad de determinadas materias bajo este enfoque.

Por tanto, se ha manifestado como objetivo específico la necesidad de analizar los referentes teóricos y epistemológicos de este enfoque para validar su pertenencia dada la ausencia de su referencia explícita a nivel legislativo. Se ha presentado la definición del término alfabetización científica y la definición y objetivos del enfoque CTSA, concluyéndose que el enfoque CTSA incluye muchas de las características necesarias para promover dicha alfabetización. Además, se han mostrado las visiones distorsionadas de la ciencia recogidas por diversos autores y las motivaciones del enfoque CTSA como respuesta a la necesidad detectada de evitar esta visión distorsionada. En línea con lo anterior, el empleo de este enfoque resulta conveniente.

Para poder elaborar las actividades presentadas en la presente propuesta didáctica, se han presentado las modalidades de materiales didácticos (CTSA puro, como añadido de materias y como añadido curricular) así como las estrategias de enseñanza aprendizaje bajo este enfoque. Dentro de las estrategias indicadas, se ha justificado la elección del caso simulado al ajustarse al objetivo general de este TFM de promover la alfabetización científica del alumnado, al combinar las ventajas de los casos simulados históricos y en tiempo real, contribuyendo así a una visión de la Ciencia no distorsionada.

Además, se han analizado los componentes de un caso simulado CTSA con lo que debe contar la propuesta que se ha planteado: indagación sobre las relaciones CTSA del alumnado, presentación del caso y registro inicial de actitudes CTSA, investigación y trabajo en equipo, construcción de argumentos mediante un informe final, exposición de los argumentos y debate socioambiental y proceso de negociación final.

Por otra parte, relacionado con los objetivos específicos asociados a la propuesta didáctica:

- Se ha justificado la validez de los objetivos didácticos del caso simulado bajo el enfoque CTSA con los objetivos didácticos de etapa que marca la legislación actual, y su relación con los contenidos que se desarrollan en el caso simulado y las competencias clave a las que contribuyen.
- A la hora de planificar las actividades, se han elaborado instrumentos (cuestionarios, y rúbricas de autoevaluación del alumno) que permiten comprobar la contribución del empleo del caso simulado bajo el enfoque CTSA como herramienta para promover la alfabetización científica.

- Finalmente, para validar la efectividad de la propuesta, se han elaborado rúbricas y un registro inicial y final de ideas y relaciones CTSA que permitirán detectar aquellos puntos a mejorar o potenciar de la propuesta didáctica.

Las conclusiones indicadas sugieren que la propuesta didáctica realizada bajo el enfoque CTSA se ha mostrado adecuada, en términos generales, para la finalidad y los objetivos general y específicos propuestos. No obstante, cualquier propuesta didáctica es susceptible de mejora, debido a las limitaciones que puede presentar y que serán expuestas en el siguiente epígrafe.

No puede concluirse, ni era el objetivo del presente TFM, que el empleo del enfoque CTSA y del caso simulado, por sí solo, pudiera garantizar la promoción de la alfabetización científica y el cambio de la visión distorsionada de la Ciencia de los estudiantes, dado que el alcance de este objetivo requiere de programas y actividades más prolongados en el tiempo desarrollados con la misma finalidad. No obstante, puede considerarse que esta propuesta didáctica puede contribuir a su promoción mediante una secuencia de enseñanza basada en el tratamiento de un tema relacionado con la ciencia y la tecnología (una nueva técnica de prospección de hidrocarburos, la fracturación hidráulica) sobre problemas ambientales detectados y motivadores para los estudiantes, para que participen de forma democrática como futuros ciudadanos críticos y responsables.

5 LIMITACIONES

Como toda propuesta didáctica, ésta presenta una serie de limitaciones que es necesario señalar.

En primer lugar, a pesar de que se ha justificado la validez del enfoque CTSA en el Marco Teórico, se ha acotado el alcance de la propuesta a los contenidos comunes (actividad científica) y a aquellos cuya naturaleza se pueden agrupar dentro de la rama de Química de la materia de Física y Química del primer curso de Bachillerato. De esta forma, la aplicación del enfoque CTSA queda limitada debido a la temática del caso simulado elegida.

En segundo lugar, la temática del caso simulado requería del conocimiento de los entornos donde los ciudadanos deben tomar decisiones, de una relación clara con el currículo del primer curso de Bachillerato, y de cercanía al contexto educativo

del alumno con el fin de resultar motivadora al alumnado. A pesar de apoyarse en los resultados de diversas investigaciones sobre la temática ambiental que preocupa a los alumnos, la falta de experiencia docente y la necesaria indagación sobre las preocupaciones del grupo concreto en el que se vaya a aplicar la propuesta suponen una importante limitación. Cabe señalar que lo que funciona en un grupo clase, no permite generalizar el éxito en otro grupo.

Otra cuestión que apunta en la misma línea de las dificultades encontradas en la elaboración de la propuesta ha sido la organización y temporalización del caso simulado. La planificación del tiempo necesario para determinadas actividades, como las de exposición de los informes o el debate final es superior al de una sesión normal, por lo que se han fragmentado en varias sesiones, situación que puede resultar desmotivadora para el alumno. Además, al inicio de cada sesión, se ha considerado necesario situar al alumno en la etapa del proceso y recordar las pautas de trabajo, un tiempo valioso que no sería necesario emplear si la duración de las sesiones fuera flexible.

Continuando con las limitaciones a la hora de abordar la propuesta didáctica, se encuentra el tiempo disponible para su elaboración. En la fase de trabajo en equipo, sería muy conveniente preparar documentos elaborados por el docente que sirvan de introducción y exploración de los nuevos conocimientos de cada actor social, acompañados de una serie de actividades complementarias de extracción y resumen de las principales ideas, que permitan al alumnado disponer de una serie de ideas previas o bases a partir de las cuales desarrollar su trabajo de investigación y búsqueda de información empleando las TIC. De esta forma, la búsqueda de sus argumentos tendría una mínima base de partida que les permitiría realizar la tarea de una forma efectiva.

Finalmente, el enfoque CTSA exige al docente de una amplia cultura científica que le aporte confianza y un amplio conocimiento para crear actividades que promuevan en el alumnado la necesaria alfabetización científica. Desde este punto de vista, la ausencia de una cultura científica amplia estaría pasando por alto la necesaria formación en los problemas científico-tecnológico, medioambientales y sociales de mayor relevancia en la sociedad actual. Esta limitación también ha sido detectada tras aplicar el instrumento de validación de la propuesta presentado en la Tabla 27, donde destaca que no se han tenido en cuenta las vinculaciones con la historia de la ciencia. La autora de este TFM reconoce que esta limitación es una perspectiva de mejora a nivel personal.

6 PROSPECTIVA

Como prospectiva ante lo planteado en los resultados previstos de la propuesta didáctica y teniendo en cuenta las conclusiones y limitaciones indicadas, se exponen una serie de líneas de investigación futuras:

- En primer lugar, se encuentra la de poder aplicar la propuesta didáctica descrita en el aula. Su aplicación en el aula permitirá obtener resultados empíricos que permitan reflexionar sobre los aspectos a mejorar para perfeccionar las actividades propuestas en cuanto a metodología (por ejemplo, si el número de sesiones y el tipo de agrupamiento es el adecuado o no), materiales (por ejemplo, si las encuestas o el guion del caso simulado son útiles para el alumnado) y recursos (como, si las distribuciones de las mesas y sillas propuestas son adecuados) o, incluso, relativos a la propia temática del caso simulado en sí misma (si es mejor replantear la temática de la controversia, por ejemplo).
- Relacionado con lo anterior y como consecuencia práctica tras un resultado positivo en la aplicación de este caso simulado, podría plantearse la adaptación del caso simulado sobre la temática de la fracturación hidráulica a otras materias del mismo curso como por ejemplo en Biología y Geología, o de otros cursos, como en Ciencias de la Tierra o Cultura Científica, ambos del segundo curso de Bachillerato.
- Otra futura línea de investigación que se sugiere es la de elaborar y adaptar casos simulados bajo el enfoque CTSA en otros cursos, excluyendo al segundo curso de Bachillerato. El segundo curso de Bachillerato se orienta a la superación de las pruebas finales, cuyos contenidos son principalmente conceptuales y procedimentales según lo indicado en la Orden ECD/1941/2016 que determina el contenido de estas pruebas en una serie de matrices de especificaciones que concretan los estándares de aprendizaje evaluables de entre los incluidos en el RD 1105/2014.
- Mediante el enfoque CTSA se pretende desarrollar el espíritu crítico como futuro ciudadano responsable, y este espíritu debe desarrollarse y emplearse también en el propio proceso de autoconocimiento, con el fin de que el alumno pueda continuar formándose y desarrollando su alfabetización científica. Un mayor énfasis en desarrollo de esta competencia en cada una de las fases del caso simulado podría producir resultados interesantes que permitan elevar el grado de aprendizaje de los contenidos propuestos. Como

consecuencia práctica, sería necesario potenciar el uso de una variedad de materiales y recursos que integren especialmente las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el desarrollo de la competencia de aprender a aprender, mediante el desarrollo de procesos reflexivos sobre el conocimiento de lo que el alumno sabe y desconoce, así como las estrategias de planificación y supervisión de sus propias acciones.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1, 3-16. Cádiz: Universidad de Cádiz. Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia EUREKA.
- Acevedo-Díaz, J.A. (2009). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. En M. Martín-Gordillo. (Ed.). *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad*. (p. 35-40). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., y Manassero, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2), 80-111.
- Akcay H., y Yager R.E. (2010). The Impact of a Science/Technology/Society Teaching Approach on Student Learning in Five Domains. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 602-6011.
- Aula Planeta. (19 de mayo de 2017). Cinco maneras diferentes de organizar el espacio en el aula. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.aulaplaneta.com/2017/05/19/recursos-tic/cinco-maneras-diferentes-de-organizar-el-espacio-del-aula-infografia/>
- Bayona, B. (2013). Los ejes de la LOMCE. *Fórum Aragón*, 7, 13-15.
- Caamaño, A. (2002). Presencia de CTS en el currículo escolar español. En P. Membiela (Ed.) *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: Formación científica para la ciudadanía*. (p. 121-134). Madrid: Narcea Ediciones..

- Carrascosa, J., Cachapuz, A.F., Praia, J.F., Gil, D., y Fernández, I. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 20 (3), 477-488. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona: Institut de Ciències de l'Educació (ICE).
- Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios (CEDEC). (8 de mayo de 2015). 75 rúbricas para Primaria, Secundaria y Bachillerato. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://cedec.educalab.es/rubricas/>
- Chica, E. (2011). Una propuesta de evaluación para el trabajo en grupo mediante rúbrica. *Escuela Abierta*, 14, 67-81.
- Cunha, C. (2007). Possibilidades de um caso simulado CTS na discussao da poluição ambiental. *Ciência & Ensino*, 1 (número especial), 1-8.
- Decreto 86/2015, de 25 de junio, por el que se establece el *currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia*. Diario Oficial de Galicia, 120, de 29 de junio de 2015.
- Díaz, I., y García M. (2011). Más allá del paradigma de la alfabetización. La adquisición de cultura científica como reto educativo. *Formación universitaria*, 4 (2), 3-14.
- EUClimateAction. (13 de febrero de 2014). Los objetivos de 2030 para el clima y la energía. [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://youtu.be/isKsIKfFliU>
- EUClimateAction. (27 de julio de 2016). El Acuerdo de París: El mundo se une para luchar contra el cambio climático. [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://youtu.be/Sgo5dG7Av8Y>
- Eugenio, M. (2013). Análisis de noticias de diarios o revistas sobre temas socio-científicos. *Profiles: Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science*, 1-9.
- FECYT. (18 de abril de 2017). VIII Encuesta de percepción social de la ciencia. Dossier informativo. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.fecyt.es/es/noticia/crece-el-interes-de-las-mujeres-por-la-ciencia-y-la-tecnologia>
- Fernandes, I.M., Pires, D.M., y Villamañán, R.M. (2014). Educación Científica con enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación Universitaria*, 7 (5), 23-32.

- Ferreira-Gauchía, C. (2013). “Entrevista a un científico”: experiencia de una actividad realizada con alumnos de bachillerato en la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (2), 198-210.
- Gavidia, V. (2001). La transversalidad y la escuela promotora de salud. *Revista Española de Salud Pública*, 75 (6), 505-516.
- Garritz, A., Rueda, C., Robles, C., y Vázquez-Alonso, Á. (2011). Actitudes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología en profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos. *Educación Química*, 22 (2), 141-154.
- Gil-Pérez, D., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Valdés, P., y Vilches, A. (2005) Capítulo 2. ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? En D. Gil-Pérez et al. (Ed.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. (29-62). Santiago de Chile : Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- González, J.C. (2005). *La ciudad de Ahormada. Un caso sobre urbanismo, planificación y participación comunitaria*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Guinovart, J. (2011). Prólogo Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para Edades Tempranas en España.
- Hernández S., y Zacconi, F. (Septiembre, 2010). Competencias básicas. Alfabetización Científica. Química al alcance de todos. Trabajo presentado en el Congreso Iberoamericano de Educación Metas 2021, Buenos Aires.
- Herradón, B. (2013). Políticas que asfixian a la ciencia. El país que tenemos ¿es el país que queremos? JOF. *Revista Online de Divulgación científica*, 11, 46-54.
- Ibarra, M.S., Rodríguez, G., y Gómez, M.A. (2012). La evaluación entre iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la Universidad. *Revista de Educación*, 359, 206-231.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre de 1990, de *Ordenación General del Sistema Educativo* (LOGSE). Boletín Oficial del Estado, 238, de 4 de octubre de 1990.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación* (LOE). Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006.

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre de 2013, para *la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)*. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013.
- López-Cerezo, J.A. (2009). Ciencia, Tecnología y Sociedad: El estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. En M. Martín-Gordillo. (Ed.), *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad*. (21-34). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Lupión, M., Prieto, T., y Martín, C. (2012). Diseño de una rúbrica para la evaluación de competencias en actividades Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. En M. Cebrián de La Serna. (Ed.), *Evaluación por competencias mediante eRúbricas*. (1-10). Málaga: Universidad de Málaga.
- Marín-García, J.A. (2009). El alumno y los profesores como evaluadores. Aplicación a la calificación de presentaciones orales. *Revista española de pedagogía*, LXVII (242), 79-97.
- Martín-Díaz, M.J., Nieda, J., y Pérez, A. (2008). Las ciencias para el mundo contemporáneo, asignatura común del bachillerato. *Alambique*, 56, 80-86.
- Martín-Díaz, M.J., Gutiérrez, M.S., Gómez, J., y Gómez, M.A. (2013). ¿Por qué existe una falla entre la innovación e investigación educativas y la práctica docente? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 8 (22), 11-33.
- Martín-Gordillo, M. (septiembre, 2004). *Módulo VII: Educación con enfoque CTS*. Trabajo presentado en Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación en Iberoamérica. Cátedra CTS+I – Perú, Perú.
- Martín-Gordillo, M. (2009). Cultura Científica y Participación ciudadana: Materiales para la Educación CTS. En M. Martín Gordillo (Ed.), *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad*. (67-77). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Martín-Gordillo, M. (2016). La ciencia, el futuro y las aulas: algunas propuestas didácticas sobre prospectiva. *Revista CTS*, 33 (11), 113-142.
- Martín-Gordillo, M., y Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 166-210.
- Martínez, L.F, Peñal, D.C., y Villamil Y.M. (2007). Relaciones Ciencia Tecnología Sociedad y Medio Ambiente a partir de casos simulados: Una experiencia en la enseñanza de la química. *Ciência & Ensino*, 1 (número especial), 1-16.

- Martínez L.F; Villamil, Y.M; y Peña, D.C. (junio, 2006). *Relaciones Ciencia-Tecnología y Medio Ambiente a partir de casos simulados*. Trabajo presentado en el I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I, México D.F.
- Martínez-López, J.J. (2006). Interdisciplinariedad y estudios de CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) en la enseñanza secundaria española: un análisis. *La caverna de Platón. Espacio de filosofía*, 2005/06, 1-22.
- Membiola, P. (1995). Ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. *Alambique*, 3, 7-11.
- Observatorio Petrolero Sur. (13 de diciembre de 2016) ¿Por qué la crisis energética? [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://youtu.be/7xqajLJMonI>
- Observatorio crítico de la energía (OCE). (2016). El carbón en España en 2016. Recuperado desde: http://observatoriocriticodelaenergia.org/wp-content/uploads/2016/09/El_carbon_en_Espa%C3%B1a_en_2016.pdf.
- Oliva, J.M., y Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 241-250.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las *relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 25, de 29 de enero de 2015.
- Orden ECD/1941/2016, de 22 de diciembre, por la que se determinan las *características, el diseño y el contenido de la evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad, las fechas máximas de realización y de resolución de los procedimientos de revisión de las calificaciones obtenidas, para el curso 2016/2017*. Boletín Oficial del Estado, 309, de 23 de diciembre de 2016.
- Pérez Gómez, A.I. (2014). Evaluación externa en la LOMCE. Reválidas, exclusión y competitividad. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 81 (28.3), 59-71.
- Pérez, J. (28 de abril de 2017). La térmica de As Pontes tiene vía libre para alargar su vida 20 años. *Faro de Vigo*. Recuperado de: <http://www.farodevigo.es/galicia/2017/04/28/termica-as-pontes-via-libre/1668755.html>.

- Picón, É. (2013). La rúbrica y la justicia en la evaluación. *Íkala, revista de lenguaje y cultura*, 18, 79-94.
- Prieto, T., España, R., y Martín, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9 (1), 71-77. Cádiz: Universidad de Cádiz: Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia EUREKA.
- Pro, A. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 56, 87-97.
- Real Decreto 3473/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifica el real Decreto 1007/91, de 14 de junio, por el que se establecen las *enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria*. Boletín Oficial del Estado, 14, de 16 de enero de 2001.
- Real Decreto 3474/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifican el Real Decreto 1700/1991, de 29 de noviembre, por el que se establece la *estructura del bachillerato*, y el Real Decreto 1178/1992, de 2 de octubre, por el que se establecen las *enseñanzas mínimas del bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 14, de 16 de enero de 2011.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la *estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Boletín Oficial del Estado, 266, de 6 de noviembre de 2007.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el *currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015.
- Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre *las competencias clave para el aprendizaje*. Diario Oficial de la Unión Europea, L394/10, de 30 de diciembre de 2006.
- Rejón, R. (29 de marzo de 2016). El Congreso aprueba que se vete el ‘fracking’ en España. *El diario*. Recuperado de http://www.eldiario.es/sociedad/mayoria-Congreso-favor-fracturacion-hidraulica_o_499750537.html
- Resolución, de 29 de diciembre de 1992, de la Dirección General de Renovación Pedagógica por la que se regula el *currículo de las materias optativas de Bachillerato* establecidas en la Orden de 12 de noviembre de 1992 de implantación anticipada del Bachillerato definido por la Ley Orgánica

- 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. Boletín Oficial del Estado, 25, de 29 de enero de 1993.
- RTVE. (16 de febrero de 2015). En Portada – A todo gas – Avance [Archivo de vídeo]. Recuperado de <http://rtve.es/v/3001001>
- Sabariego, J., y Manzanares, M. (2006). *Alfabetización científica*. Trabajo presentado en el I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I, México D.F.
- Scott, C.L. (2015). El futuro del aprendizaje ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI? *Investigación y Prospectiva en Educación. Documentos de trabajo ERF*, 14, 1-19. Paris: Unesco.
- ShaleGasEspaña. (2013). ¿Qué es la fracturación hidráulica o "fracking"? ¿Cómo funciona? [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://youtu.be/BbQMpXqTwtE>
- Solaz-Portolés, J.J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: Una revisión. *Educación XXI*, 13, 65-80. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Solbes, J., y Ríos, E. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias* 6 (1), 32-55.
- Solbes, J., y Vilches, A. (2004). El Papel de las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en Formación Ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3), 337-348.
- Solbes, J., Vilches, A., y Gil, D. (2002). Papel de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: formación para la ciudadanía*. (p. 11-14 y 221-241). Madrid: Narcea.
- Solé, M., Casanellas, M., Collado, A., Sevilla, A., Pérez-Moneo M., y Sayós i Santigosa, R. (2009). Trabajo en equipo. El fomento de la competencia transversal del trabajo en equipo en Gestión y Administración Pública. *Materials docents en xarxa*, 1-5.
- Sorti, D. (2016). Percepción de alumnos de secundaria sobre problemáticas ambientales. *Agromensajes*, 45, 25-36.

- Stevens, P. (2012). The “Shale Gas Revolution”: Developments and Changes. *Chatman House: Energy, Environment and Resources*, 1-12.
- Tedman, D.K., y Keeves, J.P. (2001). The Development of Scales to Measure Students’ Teachers’ and Scientists’ Views on STS. *International Education Journal*, 2 (1), 20-48.
- Tiana, A. (2014). Leyes y reformas: de la LGE a la LOMCE, *Cuadernos de Pedagogía*, 451, 20-23.
- Torres, J. (2014). Organización de los contenidos y relevancia cultural, *Cuadernos de Pedagogía*, 451, 50-53.
- UNED (17 de febrero de 2015). Guías rápidas 5’: Valoración de la información [contenido web]. Recuperado de http://www2.uned.es/biblioteca/guia_rapida/valoracion_informacion.html
- Vaith, N.E. (2013). The effects of a Rubric Used as a Formative Peer/Self Evaluation Tool. *Masters of Arts in Education Action Research Papers, Paper 23*, 1-40.
- Vázquez A., Acevedo J.A., y Manassero M.A. (2006). Aplicación del cuestionario de opiniones CTS con una nueva metodología en la evaluación de un curso de formación CTS del profesorado. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, 37, 31-65.
- Vázquez-Alonso, A; Manassero-Mas, M.A. (2016). Los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad en los nuevos currículos básicos de la educación secundaria en España. *Indagatio Didactica*, 8 (1), 1017-1032.
- Vilches, A., y Gil-Pérez, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente. *Revista de Educación*, (Número extraordinario 2009), 101-122.
- Vilches, A., Gil-Pérez, D., Toscano, J.C., y Macías, O. (2008). Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de la ciudadanía y, en particular, de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlo. CTS, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 11(4), 139-172.
- Villalustre, L., y Moral, M.E.d. (2010). E-Portafolios y rúbricas de evaluación en Ruralnet. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, Julio-Diciembre, 93-105.
- Yanez, C.P. (2016). Fracking: La controversia. *La separata*, 93, 1-5.

Yus, R. (1997). Los enfoques CTS: una forma de globalizar en el área de ciencia de la naturaleza. *Kikiriki. Cooperación educativa*, (44-45), 11-23.

Zamorano, B., Parra, V., Peña, F., Castillo, Y., y Vargas, J.I. (2009). Percepción ambiental en estudiantes de Secundaria. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 9 (3), 1-19.

8 ANEXOS

Anexo I. Registro inicial/final sobre las relaciones CTSA

REGISTRO INICIAL/ FINAL SOBRE RELACIONES CIENCIA TECNOLOGÍA SOCIEDAD Y MEDIO AMBIENTE

Este cuestionario está diseñado para valorar tus actitudes hacia la Ciencia y las relaciones Ciencia Tecnología Sociedad.

Por favor, lee atentamente cada frase y señala claramente con un círculo la respuesta, que de acuerdo con las tres categorías indicadas (1: De acuerdo, X: En duda, 2: En desacuerdo), se corresponde con tus opiniones.

**** No existen respuestas correctas o incorrectas****

**** Te pedimos tu sincera opinión ****

Quiniela sobre la percepción de la Ciencia, las relaciones CTSA y alfabetización científica

1: De acuerdo



X: En duda



2: En desacuerdo



Fuente: Imágenes obtenidas de Pixabay.

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| A | La Ciencia y la Tecnología pueden ayudar a la sociedad a tomar algunas decisiones morales (esto es, decidir cómo se debe actuar una persona o grupo de personas respecto a otras personas). | 1 | x | 2 |
| B | Cuando los científicos no están de acuerdo en un tema (por ejemplo, si un determinado nivel de contaminantes es perjudicial o no) principalmente es porque no se han descubierto todos los hechos, y no tiene nada que ver con valores morales (buena o mala conducta) o con motivaciones personales (reconocimiento público, presiones, etc). | 1 | x | 2 |
| C | Cuando se desarrolla una nueva tecnología relacionada con el acceso a recursos energéticos o nuevas fuentes energéticas, puede ser puesta en práctica o no. La decisión depende <u>únicamente</u> de que las ventajas para la sociedad compensen las desventajas. | 1 | x | 2 |
| D | Para mejorar la calidad del medioambiente, sería mejor gastar dinero en investigación tecnológica en lugar de en investigación científica. | 1 | x | 2 |
| E | En mi vida diaria, el conocimiento de la Ciencia y la Tecnología me ayuda a resolver problemas prácticos (por ejemplo, cocinando). | 1 | x | 2 |
| F | Debemos tomar conciencia sobre los problemas medioambientales actuales, dado que la Ciencia y la Tecnología puede que no sea capaz de resolverlos. | 1 | x | 2 |
| G | Los mejores científicos son los que siguen el método científico. | 1 | x | 2 |
| H | El éxito de la Ciencia y la Tecnología en España depende de la calidad de los científicos, ingenieros y técnicos, por lo que es necesario que los alumnos estudien más Ciencias. | 1 | x | 2 |
| I | Mi formación científica y técnica me ha sido útil en mi comprensión del mundo. | 1 | x | 2 |
| J | Mi formación científica y técnica me ha sido útil en mi formación de opiniones políticas y sociales. | 1 | x | 2 |
| K | Los beneficios de la Ciencia y la Tecnología son mayores que sus perjuicios. | 1 | x | 2 |
| L | Más tecnología mejorará el nivel de vida de nuestro país. | 1 | x | 2 |
| M | La tecnología suministra herramientas y técnicas para la Ciencia. | 1 | x | 2 |
| N | La Ciencia no es realmente necesaria para todos. | 1 | x | 2 |
| O | Si se aplica el método científico, cualquier científico puedo obtener el mismo descubrimiento científico que otro científico. | 1 | x | 2 |
| P | Los científicos e ingenieros son quienes deben decidir qué tipos de fuentes energéticas y métodos de acceso a fuentes de energía se deben utilizar en España en el futuro, dado que son quienes mejor conocen los hechos. | 1 | x | 2 |
| Q | En España, sólo debería invertirse en investigación científica si los científicos son capaces de demostrar que sus investigaciones mejorarían de forma directa la calidad de vida del país. | 1 | x | 2 |

Fuente: Elaboración propia y adaptado a partir de Tedman y Keeves (2001), Garritz et al. (2011), FECYT (2017) y Martín-Gordillo (2016).

Anexo II. Objetivos curriculares del enfoque CTSA con arreglo a la legislación.

Tabla AII- 1. Objetivos de la etapa educativa de Bachillerato según RD 1015/2014.

| |
|--|
| a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española, así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa. |
| b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales. |
| c) Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes, y en particular la violencia contra la mujer e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a las personas con discapacidad. |
| d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal. |
| e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma. |
| f) Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras. |
| g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación. |
| h) Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social. |
| i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida. |
| j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente. |
| k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico. |
| l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural. |
| m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social. |
| n) Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial. |

Fuente: RD 1015/2014 (p.188) que desarrolla la LOMCE (2013)

Tabla AII- 2. Objetivos de la materia de Física y Química de Bachillerato del RD 1467/2007.

| |
|--|
| 1. Conocer los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física y la química, así como las estrategias empleadas en su construcción, con el fin de tener una visión global del desarrollo de estas ramas de la ciencia y de su papel social, de obtener una formación científica básica y de generar interés para poder desarrollar estudios posteriores más específicos. |
| 2. Comprender vivencialmente la importancia de la física y la química para abordar numerosas situaciones cotidianas, así como para participar, como ciudadanos y ciudadanas y, en su caso, futuros científicos y científicas, en la necesaria toma de decisiones fundamentadas en torno a problemas locales y globales a los que se enfrenta la humanidad y contribuir a construir un futuro sostenible, participando en la conservación, protección y mejora del medio natural y social. |
| 3. Utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles, análisis de resultados, etc.) relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión. |
| 4. Familiarizarse con la terminología científica para poder emplearla de manera habitual al expresarse en el ámbito científico, así como para poder explicar expresiones científicas del lenguaje cotidiano y relacionar la experiencia diaria con la científica. |
| 5. Utilizar de manera habitual las tecnologías de la información y la comunicación, para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido y adoptar decisiones. |
| 6. Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos y químicos, utilizando la tecnología adecuada para un funcionamiento correcto, con una atención particular a las normas de seguridad de las instalaciones. |
| 7. Reconocer el carácter tentativo y creativo del trabajo científico, como actividad en permanente proceso de construcción, analizando y comparando hipótesis y teorías contrapuestas a fin de desarrollar un pensamiento crítico, así como valorar las aportaciones de los grandes debates científicos al desarrollo del pensamiento humano. |
| 8. Apreciar la dimensión cultural de la física y la química para la formación integral de las personas, así como saber valorar sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente, contribuyendo a la toma de decisiones que propicien el impulso de desarrollos científicos, sujetos a los límites de la biosfera, que respondan a necesidades humanas y contribuyan a hacer frente a los graves problemas que hipotecan su futuro. |

Fuente: RD 1467/2007 (p.112) que desarrolla la LOE (2006).

Tabla AII- 3. Relaciones entre los objetivos CTSA y los objetivos marcados por la ley.

| Objetivos de la etapa de Bachillerato (LOMCE,2013) | | | | | | | | | | | | | | Objetivos del enfoque CTSA | | | | Objetivos de Física y Química (LOE,2006) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Relaciones entre objetivos en relación a la finalidad de la alfabetización científica y tecnológica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | x | | | | | I.Conocimiento básico de los avances científicos | x | | | x | x | x | | | | | |
| | | | | | | | | | | x | | | x | II.Conocer las relaciones CTSA | x | | | x | | | x | x | x | | |
| | | | | x | x | x | x | | x | x | | | | III.Desarrollar destrezas de investigación científica | x | x | x | x | x | | | | | | |
| | | | | | | | | x | | | | | | IV.Integrar la historia, filosofía y sociología en la enseñanza de la Ciencia | | | x | | | | x | x | x | | |
| | | | | | | | | | x | | | | | V.Promover el interés por conectar la Ciencia y tecnología con su vida cotidiana | | | | x | | | x | | | | |
| Relaciones entre objetivos en relación a la finalidad de la Responsabilidad Social | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | x | x | x | | | | I.Reconocer la importancia de la Ciencia | x | | | x | | x | x | x | x | | |
| x | x | x | | | | | | x | x | | | | x | II.Formación de ciudadanos responsables para participar de forma activa y democrática en asuntos sociales | | | x | | x | x | x | x | x | | |
| | | x | x | | | | | | x | | | x | x | III.Profundizar en la problemática del conocimiento científico y promover el pensamiento crítico. | x | | x | | x | | x | x | x | | |
| x | x | | | | | | | | x | x | | | | IV.Comprometer a los jóvenes en la solución de los problemas del futuro aplicando los descubrimientos científicos con responsabilidad | x | | | | x | | x | x | x | | |
| | | x | x | x | x | x | x | | | x | x | | | V.Promover el desarrollo habilidades de investigación, comunicación y toma de decisiones | | | x | x | x | x | x | | | | |

Fuente: Elaboración propia contrastando los objetivos CTSA según Aikenhead (1987), McFadden (1991), Caamaño (2002), Solbes y Vilchez (2004) con arreglo a la LOE (2006) y LOMCE (2013).

Anexo III. Objetivos educativos del caso, de etapa y competencias clave.

Tabla AIII. Intenciones educativas del caso CTSA propuesto, objetivos de la etapa según D 86/2015 y competencias clave según ECD/65/2015.

| Objetivo del caso simulado CTSA | Objetivo de la etapa educativa (D 86/2015) | Competencias clave (ECD/65/2015) |
|---|--|-----------------------------------|
| A.Tomar conciencia de los principales problemas ambientales de la sociedad actual | a,h,l,p | CAA, CMCCT, CSC |
| B.Describir la tecnología de la fractura hidráulica o “fracking” y analizar los impactos sociales, ambientales y económicos (positivos y negativos) relacionados con la tecnología propuesta así como sus causas (históricas, económicas, sociológicas, culturales) | e,h,i,l,p | CCL, CD,CMCCT,CSC |
| C.Desarrollar hábitos de investigación sobre temas científicos y tecnológicos que sean relevantes socialmente | d,e,f,g,i,l,m | CAA,CCEC,CCL,CD, CMCCT,CSC,CSIECC |
| D.Buscar, seleccionar, analizar, valorar y contrastar la veracidad de la información obtenida a través de diversas fuentes de información. | b,d,g,i | CAA, CCEC, CCL, CD, |
| E.Comprender la no neutralidad, la dimensión valorativa y las controversias que se presentan en la Ciencia y en el desarrollo científico y tecnológico. | b,h,l,m | CMCCT, CD, CCEC |
| F.Asumir la responsabilidad de la participación pública en la prevención, en la toma de decisiones que orientan y controlan la búsqueda de soluciones a los problemas sociales y ambientales. | a,b,h,l,p | CCEC, CSC,CSIEE |
| G.Participar en procesos simulados de toma de decisiones sobre temas de importancia social y medioambiental | b,h,m | CSIEE,CSC, CMCCT,CCL, CCEC |
| H.Promover el trabajo cooperativo buscando argumentos racionales y contrastados para el debate público en torno a las alternativas posibles. | a,b,d,e,l,m | CAA, CCL, CMCCT, CSC,CSIEE |
| I.Analizar consensuada y críticamente la conveniencia o no de la utilización de la tecnología de la fracturación hidráulica. | a,b,h,l,p | CAA, CCL, CMCCT, CSC,CSIEE |
| J.Mostrar que la elección de la posible alternativa obedece a decisiones que no son exclusivamente técnicas y en las que es posible la participación de la ciudadanía. | h,l | CSC, CMCCT |
| K.Sentirse protagonista del proceso y del resultado de su aprendizaje | d | CAA |

Fuente: Elaboración propia a partir de D 86/2015 y ECD/65/2015

Anexo IV. Cuestionario inicial de indagación sobre las relaciones CTSA.

Actividad o. CUESTIONARIO INICIAL DE INDAGACIÓN SOBRE RELACIONES CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

¿Cuáles crees que son los problemas medioambientales más graves que afectan a nuestro país? ¿Y a tu localidad?

¿Consideras que la Ciencia y la Tecnología pueden aportar soluciones a los problemas que has indicado? ¿Por qué?

¿Consideras que la Ciencia y la Tecnología han afectado negativamente al medio ambiente? ¿Por qué?

¿Conoces algún desarrollo tecnológico reciente vinculado a la protección del medio ambiente? En caso afirmativo, ¿puedes describir brevemente su funcionamiento?

¿Aceptarías participar en un debate con el fin de plantear soluciones a los problemas que has indicado en un futuro? En caso afirmativo, ¿En qué sector crees que participarías?

| | |
|--|---|
| | Sector educativo: representantes de instituciones educativas, centros de investigación. |
| | Conciliador: Convocantes del debate y mediadores en el acuerdo. |
| | Industrial: representantes de industrias, centros tecnológicos, empresas, etc |
| | Social: representantes de la comunidad, estudiantes, etc. |
| | Político: autoridades del gobierno encargados de proteger a los ciudadanos. |
| | Ambiental: organizaciones ambientales que procuran en bienestar social . |

Fuente: Adaptación de Martínez et al. (2007).

En caso negativo, ¿Cuáles serían los motivos por lo que habrías decidido no participar?

Anexo V. Reflexiona creando preguntas abiertas.

Actividad 1. Reflexiona creando preguntas abiertas



Fuente: Imagen extraída de Pixabay.

Tras la visualización de los vídeos en la clase de hoy, te invitamos a que seas creativo y reflexiones sobre las preguntas que te plantearías a partir del contenido de los mismos.

Para ello, emplea las siguientes palabras:

¿Qué?

¿Quién?

¿Cómo?

¿Cuándo?

¿Cuánto?

¿Dónde?

¿Por qué?

¿Para qué?

Actividad 3. Noticia Origen de la Controversia

Diario de Galicia

- EDICIÓN ESPECIAL -

04 DE JUNIO DE 2017

AÑO 2.017 | NÚMERO 14.984 | PRECIO : 2,00€

FRACTURA HIDRÁULICA : LA CONTROVERSIA

Iniciativa municipal para buscar un acuerdo en beneficio de todos.

La fractura hidráulica o fracking, es una técnica que permite la extracción de gas del subsuelo que se encuentra atrapado en los poros de rocas profundas, mediante la inyección de agua - a una elevada presión - con arena y una serie de aditivos, para favorecer así la salida hacia el exterior del gas natural.



El Ayuntamiento de Cértica ha convocado a los ciudadanos para tomar la decisión correcta:

¿Debemos declarar Cértica libre de fracking?

¿Por qué ha saltado a la opinión pública y con tanta repercusión en la comunidad gallega el empleo de esta técnica?

En el municipio de Cértica y limítrofes, la polémica ha ocupado con insistencia los medios de comunicación, ya que el Ministerio de Industria ha autorizado en la zona próxima al municipio la búsqueda de yacimientos de gas no convencional, como paso previo a la posible instalación de unidades de fracturación hidráulica, cuya explotación será a cargo de la empresa petrolífera Petroibérica.

La empresa Petroibérica argumenta que mediante el empleo de esta técnica, cada etapa de fractura puede mantener en funcionamiento un pozo por más de 15 años, lo que supondría el autoabastecimiento de la región y un revulsivo económico para la comunidad gallega en general y para la zona de Cértica en particular. Sin embargo, éste no es el único factor por el que esta técnica puede impactar de lleno

en nuestras vidas, puesto que la Confederación de Industrias para el Desarrollo Autonómico de Galicia (CIDAG), formada por empresarios, ingenieros y arquitectos, apoya el desarrollo de esta técnica novedosa en Europa pero con gran trayectoria en los Estados Unidos, dado que supondría la solución que esperan las centrales térmicas de Galicia. Las antiguas centrales térmicas gallegas deben adaptarse a los requisitos europeos en materia de emisiones reduciendo su dependencia del carbón, y el gas natural se presenta como la mejor alternativa económica y eficiente.

Ahora bien, esta técnica no está libre de detractores. Diversos colectivos del municipio, entre los que destaca la Asociación de Vecinos para el Desarrollo de Cértica (AVDEC), se muestran preocupados por el impacto socioambiental de la técnica, principalmente en lo que relativo a la calidad de sus aguas y del aire. Además, asociaciones respetadas como Galicia Verde, rechazan abiertamente el empleo de esta técnica considerándola peligrosa y muy contaminante, animando a la sociedad a tomar cartas en el asunto.

Las distintas y variadas posiciones al respecto, han dado lugar a que el Consejo Municipal de Cértica haya convocado a los distintos actores sociales implicados para que informen a la población y hagan públicas sus posiciones al respecto. Lo que en un principio era una cuestión técnica y política se ha trasladado también a lo social, que se ha materializado en disputa. El Alcalde del municipio, ha declarado que espera que la polémica generada se aclare en el debate convocado para la semana próxima, y sea posible alcanzar un acuerdo que beneficie a todos. Aunque será el Consejo Municipal el que finalmente tome una decisión, ésta no será sencilla, pues debe plantearse declarar el municipio libre o no de fracturación hidráulica. **(Más información en la página 3)**

Fuente: Noticia ficticia de elaboración propia a partir de González (2005), Stevens (2012), EUClimate Action (2014), OCE (2016), Yanez (2016) y Pérez (2017).

Fuente de la imagen de la noticia: Rejón R. (2016).

Anexo VII. Guion para el alumno del caso simulado.

Guion para el alumno del caso simulado

1. Objetivos de la actividad del caso simulado
2. Descripción de las fases y de las actividades del caso simulado
3. Criterios de evaluación individual y de los equipos
4. Orientaciones para los equipos de cada actor social
5. Cuestiones que responder para fundamentar la decisión en el debate
6. Pautas para el trabajo de los equipos.
 - A. Pautas para valorar la información encontrada empleando las TIC.
 - B. Pautas e indicaciones para la colaboración en el equipo
 - C. Pautas e indicaciones para la elaboración del informe final
 - D. Pautas e indicaciones para la preparación de la exposición de los argumentos
 - E. Pautas e indicaciones para la participación en el debate.
7. Orientaciones para los equipos de cada actor social.

1. Objetivos

- Tomar conciencia de los principales problemas ambientales de la sociedad actual.
- Describir la tecnología de la fractura hidráulica o “fracking” y analizar los impactos sociales, ambientales y económicos (positivos y negativos) relacionados con la tecnología propuesta, así como sus causas (históricas, económicas, sociológicas, culturales)
- Desarrollar hábitos de investigación sobre temas científicos y tecnológicos que sean relevantes socialmente.
- Buscar, seleccionar, analizar, valorar y contrastar la veracidad de la información obtenida a través de diversas fuentes de información.
- Comprender la no neutralidad, la dimensión valorativa y las controversias que se presentan en la Ciencia y en el desarrollo científico y tecnológico.
- Asumir la responsabilidad de la participación pública en la prevención, en la toma de decisiones que orientan y controlan la búsqueda de soluciones a los problemas sociales y ambientales.
- Participar en procesos simulados de toma de decisiones sobre temas de importancia social y medioambiental
- Promover el trabajo cooperativo buscando argumentos racionales y contrastados para el debate público en torno a las alternativas posibles.
- Analizar consensuada y críticamente la conveniencia o no de la utilización de la tecnología de la fracturación hidráulica.
- Mostrar que la elección de la posible alternativa obedece a decisiones que no son exclusivamente técnicas y en las que es posible la participación de la ciudadanía.
- Sentirse protagonista del proceso y del resultado de su aprendizaje.

2. Descripción de las fases y de las actividades del caso simulado

| Fase | Actividades | Materiales |
|--|---|---|
| Fase 1 Presentación del caso simulado y sensibilización | Actividad 1. Contextualización del caso simulado. Actividad 2. Registro inicial de ideas previas Actividad 3: Presentación de la noticia origen de la controversia y del caso simulado para identificación de los problemas ambientales y actores sociales. | Reflexiona creando preguntas abiertas Quiniela sobre la percepción de la Ciencia, las relaciones CTSA y alfabetización científica Noticia de prensa que da origen al caso simulado Orientaciones sobre el papel de cada actor en la controversia |
| Fase 2 Investigación y trabajo en equipo | Actividad 4: Trabajo de los equipos para la preparación del debate. | Orientaciones sobre el papel de cada actor en la controversia Pautas para el trabajo en equipo presentadas en este guion |
| Fase 3 Exposición del informe final del equipo | Actividad 5: Exposición de los informes de cada actor social. | Pautas para el trabajo en equipo presentadas en este guion |
| Fase 4 Debate socioambiental y proceso de negociación | Actividad 6: Debate abierto y búsqueda de decisión final consensuada de la solución a la controversia. | Pautas para el trabajo en equipo presentadas en este guion |
| Fase 5 Evaluación final y conclusiones | Actividad 7: Registro final y evaluación final | Quiniela sobre la percepción de la Ciencia, las relaciones CTSA y alfabetización científica |

Fuente: Elaboración propia.

3. Criterios de evaluación individual y de los equipos

A la hora de evaluar esta actividad se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

Criterios de evaluación individuales

- Que participas en las exposiciones y en los debates
- Que demuestras tenacidad en la realización de las tareas del trabajo diario del equipo
- Que expones e intervienes en el debate con claridad y rigor

Criterios de evaluación de los equipos

Funcionamiento del equipo

- Que el equipo demuestra tenacidad en la realización de las tareas del trabajo diario.
- Que el equipo ha realizado un plan de trabajo equilibrado diariamente.

- Que el equipo sigue y cumple los plazos que ha establecido en su plan de trabajo.
- Que el equipo elabora el informe final y prepara la exposición de forma equilibrada entre sus componentes.

Estructura del informe final

- Que el informe que presenta el equipo tenga una estructura correcta
- Que el informe que presenta el equipo se presente con corrección ortográfica, claridad en la expresión y con rigor conceptual.
- Que el informe que presenta el equipo dé respuesta a las preguntas planteadas para fundamentar el debate.

Exposición del trabajo

- Que la exposición realizada sea organizada y equilibrada entre las intervenciones de cada componente del equipo
- Que la exposición realizada sea clara sin perder el rigor en los conceptos
- Que la exposición realizada responde a las preguntas planteadas para fundamentar el debate

Participación en el debate

- Que el equipo tiene un papel adecuado en el debate
- Que el equipo mantiene una actitud adecuada durante el debate
- Que las intervenciones del equipo en el debate son realizadas de forma equilibrada entre sus componentes, y que éstas son de calidad
- Que el equipo aporte en sus intervenciones información que ayuda a dinamizar la controversia entre los demás equipos
- Que los equipos son capaces de alcanzar un acuerdo de forma respetuosa y consensuada

4. Orientaciones para los equipos de cada actor social

Una vez que se haya realizado el reparto de actores sociales, cada equipo recibirá una copia de las orientaciones de trabajo de cada equipo.

5. Cuestiones que responder para fundamentar la decisión en el debate

A continuación, se muestran una serie de cuestiones que deben orientar y aparecer desarrolladas en el informe de cada equipo de actores sociales. Estas cuestiones también deben explicarse en la exposición de los informes y servir de ayuda a la hora de realizar el debate. Cada uno de los actores sociales del caso simulado debe argumentar en sus planteamientos las cuestiones que se proponen a continuación:

- 1) ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta cuando se hace una propuesta de implantación de un proceso industrial en una zona? ¿A cuáles de ellos se debe dar prioridad a la hora de decidir si es adecuada su implantación?
- 2) ¿Qué implicaciones técnicas, sociales, económicas y medioambientales plantea el proceso industrial de la fracturación hidráulica?
- 3) ¿Cómo puede afectar a la vida de los habitantes de la zona antes, durante y después de la instalación de fracturación hidráulica en la zona?
- 4) ¿Qué decisión al respecto de la autorización a la explotación del yacimiento de gas no convencional mediante esta técnica debe adoptarse? ¿Con qué condiciones?
- 5) ¿Qué ventajas e inconvenientes plantea la decisión que respaldas? ¿Debería establecerse alguna compensación para aquellos sectores que se consideran afectados negativamente?
- 6) ¿Consideras que la decisión que se tome en el debate debe ser extrapolada al resto del territorio español?

6. Pautas para el trabajo de los equipos.

A continuación, se presentan las siguientes pautas con indicaciones para desarrollar el caso simulado adecuadamente:

- A. Pautas para valorar la información encontrada empleando las TIC.
- B. Pautas e indicaciones para la colaboración en el equipo
- C. Pautas e indicaciones para la elaboración del informe final
- D. Pautas e indicaciones para la preparación de la exposición de los argumentos
- E. Pautas e indicaciones para la participación en el debate.

A) Pautas para valorar la información encontrada empleando las TIC

Dado que vais a realizar la búsqueda de información empleando Internet principalmente para poder realizar un buen informe final para el debate, es importante plantearnos la siguiente pregunta: ¿Podemos fiarnos de toda la información que encontremos por Internet?

Para ayudarte en la valoración de la fuente de información que pretendes utilizar, se propone el siguiente cuestionario que resume a grandes rasgos los criterios de evaluación de las fuentes de información:

| ¿Quién? | | ¿Qué? | |
|-------------------------------------|---|---|--|
| ¿Quién es el autor? | ¿Es un experto en su campo? ¿A qué institución pertenece? | ¿De qué trata? | ¿La información es completa y precisa? ¿Indica las fuentes de información y/o el origen de los datos? ¿Las conclusiones parecen justificadas? |
| ¿Dónde? | | ¿Cuándo? | |
| ¿Dónde se encuentra la información? | ¿La página web está en un servidor personal, institucional o comercial? ¿Cuál es la reputación de la editorial del libro o revista? | ¿De dónde proviene la información? ¿La información está actualizada? | ¿De qué fecha es el artículo/libro? ¿Cuándo se actualizó la página web por última vez? ¿Hace falta buscar información más moderna para actualizar los datos? |
| ¿Cómo? | | ¿Por qué? | |
| ¿Cómo se presenta la información? | ¿Se dirige a una audiencia concreta, (expertos, niños)? ¿Trata de recomendar o vender algún producto? ¿Trata de persuadir hacia alguna opinión? | ¿Cuál es el fin que se persigue? | ¿Se dirige a una audiencia concreta, (expertos, niños, etc.)? ¿Trata de recomendar o vender algún producto? ¿Trata de persuadir hacia alguna opinión? |

Fuente: UNED (2015)

B) Pautas e indicaciones para la colaboración en el equipo

Para una buena **organización del trabajo en equipo**, es importante:

- Asistir y colaborar diariamente todos los miembros del equipo en las tareas
- Realizar un plan de trabajo diario para seguirlo, en el que se muestren las responsabilidades individuales, que deben tener un reparto equilibrado.
- Estar al tanto de lo que realiza a nivel de grupo, aunque se repartan las tareas.
- Mantener ordenados los materiales trabajados y disponer de todos ellos en el aula cada día.

Para un adecuado **reparto de tareas para hacer el informe**, conviene:

- Definir todos los aspectos necesarios para prepararlo (estructura, elaboración de borradores, organización de anexos y referencias, tecleado, revisión de expresión y estilo, fotocopiado...)
- Repartir las tareas de forma equilibrada y aprovechando las aptitudes de cada componente.
- Marcar plazos concretos para cada tarea de preparación del informe garantizando su entrega a tiempo.

Para una buena **coordinación de la exposición**, se debe:

- Definir los puntos necesarios para el desarrollo de la exposición (apartados, reparto de intervenciones, preparación de guiones para la exposición, recursos de apoyo que se utilizarán, ensayos...)
- Repartir las tareas y responsabilidades de cada miembro del equipo en todos los puntos anteriores.
- Ensayar individualmente y en equipo la exposición para poder corregir problemas y ajustarla al tiempo total disponible.

Para ayudar a organizar el plan de trabajo, será necesario elaborar un plan de trabajo, que debe ser plasmado en un diario de trabajo empleando una plantilla. Esta plantilla se entregará al grupo cada día al inicio de la jornada y debe ser devuelta al docente al final de la jornada:

| DIARIO DE TRABAJO PARA ENTREGAR AL ACABAR LA SESIÓN | | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|---|
| Fecha | | Actor Social | | |
| Asistentes | | | | |
| AL INICIO DE LA SESIÓN | | AL FINALIZAR LA SESIÓN | | |
| Tareas previstas | Responsable | Tareas realizadas | Incidencias | Observaciones |
| ¿Qué queremos conocer? ¿Cómo lo vamos a buscar? ¿Qué palabras clave podemos emplear? | ¿Se reparten las tareas de forma equitativa? | ¿Se han incluido nuevas subtareas que no estaban previstas? | ¿qué dificultades se han encontrado? | ¿Cómo se ha solucionado? o ¿Cómo se podría solucionar? |

Fuente: Adaptación de González (2005), Villalustre y Moral (2010)

C) Pautas e indicaciones para la elaboración del informe final

Para crear la **estructura del informe**, es importante que contenga los siguientes puntos:

- Presentación: finalidad, contexto y objetivos del trabajo
- Planteamiento del actor social: características del actor social al que representáis, postura que se defiende y argumentos a favor que proponéis.
- Controversia con los demás actores sociales: papel del resto de actores y comentarios a favor y en contra de sus argumentos.
- Conclusiones: resumen final del trabajo, respuesta argumentada a las cuestiones sobre las que fundamentar la decisión en el debate final. Valoración sobre el cumplimiento de los objetivos y comentarios sobre el desarrollo del trabajo en equipo.
- Referencias y anexos: Bibliografía utilizada y ordenada alfabéticamente incluyendo las direcciones exactas de Internet que han sido utilizadas.
- Mapa conceptual o esquema final: gráfico, mapa conceptual, etc que describa los aspectos más importantes de vuestra propuesta para entregar a los demás actores sociales para el debate.

Para crear un informe adecuado, se deben tener en cuenta los **aspectos formales**:

- Expresión clara, amena y precisa, sin transcribir literalmente de otras fuentes a menos que estén entrecomilladas e indicando su fuente.
- Corrección ortográfica y sintáctica
- Cuidado en el orden y limpieza del informe (apartados, espacios, encabezados, etc)

Para que el informe sea correcto, es importante el **tratamiento de los contenidos** con:

- Rigor en los conceptos e información fiable.
- Argumentación razonada y justificada.

D) Pautas e indicaciones para la preparación de la exposición de los argumentos

Para preparar la exposición debemos empezar **organizando la exposición** por lo que es importante:

- Establecer la información y el orden de presentación, tomando como referencia el informe, aunque no es necesario que coincida con su estructura.
- Repartir las intervenciones de cada componente del grupo, así como su orden.
- Comenzar la exposición indicando los apartados que se van a desarrollar, así como finalizarla con una conclusión.

Para su presentación ante la clase, debemos cuidar el **modo de expresión**:

- Expresarse de forma que permita al grupo seguir con interés la exposición
- No se leerán los contenidos del informe.
- Para preparar la exposición, no conviene memorizar los contenidos, aunque es de gran utilidad seguir un guion o esquema.
- La claridad de la exposición no es incompatible con el rigor de los argumentos con lo que se defenderá la posición del actor social al que representas.

E) Pautas e indicaciones para la participación en el debate.

Para que la **participación del equipo en el debate** sea de calidad, es importante:

- Que la voz del equipo esté presente en el debate, por lo que se debe pedir la palabra y planificar la dosificación de los argumentos.
- Que los componentes de equipo participen de forma equilibrada

En un buen debate, resulta imprescindible mantener una **actitud adecuada**:

- Respetando los turnos de palabra, pidiendo la palabra y esperando a que se conceda.
- Anotar las impresiones sobre las intervenciones de los demás y algunas ideas para poder debatir cuando sea el turno de intervención de vuestro equipo.
- Preparándote para defender la postura del grupo al que perteneces, independientemente de tu opinión personal sobre el tema.

Para que **la confrontación de los argumentos** sea eficaz, es importante:

- Que se centre en las cuestiones que se plantean para tomar la decisión.
- Tener claro el papel que corresponde a cada equipo.
- Que las críticas a los demás equipos se centren en los argumentos que han expuesto en su defensa.

Para preparar la argumentación de tu equipo en el debate puedes ayudarte de las siguientes frases guía:

La opinión que defendemos es....

Los principales motivos que por los que podemos defender nuestra postura son....

Las razones en las que podemos apoyar nuestros motivos son....

Para poder preparar la defensa de vuestros argumentos frente al resto de equipos, pueden emplear las siguientes frases orientadoras:

La opinión que va a defender el grupo X es...

En contra de nuestra postura, pueden argumentar...

Para rebatir sus comentarios, podemos responder...

7. Orientaciones para los equipos de cada actor social.

Una vez que se haya realizado el reparto de actores sociales, cada equipo recibirá una copia de las orientaciones de trabajo de cada equipo.

7.1 Petroibérica.

Caracterización y postura en la controversia sobre la fracturación hidráulica:

Se trata de una empresa petrolera internacional con una amplia trayectoria en la búsqueda, obtención y tratamiento de hidrocarburos convencionales. En las últimas décadas, está diversificando su campo de actuación a los hidrocarburos no convencionales. Como empresa autorizada por el Ministerio de Industria para el estudio de yacimientos de gas no convencional, proponen la construcción y explotación de unidades de fracturación hidráulica en la zona. Presentan como aval el funcionamiento de diversas unidades de fracturación hidráulica en los Estados Unidos. Conscientes la polémica que se ha generado en la zona, argumentan en su defensa la trayectoria histórica y funcionamiento de las unidades de fracturación en otros países, la renovación del tejido industrial de la zona, la creación de puestos de trabajo y el beneficio a escala nacional en el precio del gas natural.

Informaciones que se podrían aportar a la controversia:

- Cómo resuelve la tecnología los problemas medioambientales que otros actores temen de la fracturación hidráulica.
- Componentes, naturaleza, peligrosidad y proporciones de la mezcla que se inyecta a alta presión.
- Consumos de agua.
- Estimaciones de creación de empleo y de autoabastecimiento de gas natural.
- Calcular y mostrar para los combustibles de gas natural (CH_4), butano (C_4H_{10}), gasolina (C_8H_{18}), gasoil ($\text{C}_{14}\text{H}_{30}$): reacción química ajustada, entalpías de combustión en kJ/mol y en kJ/kg, expresar su equivalencia en kWh/kg, el coste en €/kg de combustible y en €/kWh para extraer conclusiones.

7.2. Galicia Verde.

Caracterización y postura en la controversia sobre la fracturación hidráulica:

Se trata de una Organización No Gubernamental que centra su acción en la preservación de medio ambiente. Rechazan la instalación de futuras unidades de fracturación hidráulica por ser una tecnología peligrosa y contaminante. Declaran que el foco no debe centrarse en cómo reducir la dependencia exterior mediante la búsqueda de nuevas alternativas fósiles, sino en cómo reducir el consumo energético y en la búsqueda de nuevas tecnologías para la producción de energía a partir de otras fuentes.

Informaciones que se podrían aportar a la controversia:

- Problemas medioambientales asociados a la fracturación hidráulica: consumo de agua, gestión del agua residual, contaminación de las aguas, contaminación del aire, ruidos, impacto en el paisaje, etc.
- Estimaciones sobre las reservas de hidrocarburos de gas natural no convencional en España.
- Vida útil media de una unidad de fracturación hidráulica frente a la de otras fuentes de energías renovables
- Breve explicación del efecto invernadero. Comparativa de los efectos del CO₂ y del CH₄ en el efecto invernadero.
- Cumbre de París. Objetivos a corto y medio plazo en relación a los combustibles fósiles.

7.3. Asociación de vecinos para el desarrollo de Célitica.

Caracterización y postura en la controversia sobre la fracturación hidráulica:

Formada por representantes de diversos sectores como los agricultores, ganaderos, vecinos no están de acuerdo con el proyecto planteado. Se oponen a dejar vía libre para la instalación de este tipo de tecnología por motivos socioambientales, tales como la contaminación del aire y de los acuíferos, el aumento considerable de tráfico desde y hacia dichas instalaciones, etc.

Informaciones que se podrían aportar a la controversia:

- Impacto medioambiental de la fracturación hidráulica: contaminación en el agua, en el aire, terremotos, etc.
- Posibles efectos en la salud, agricultura y ganadería
- Efectos del tráfico en las infraestructuras durante la construcción del pozo, perforación y operación.
- Nombrar y formular compuestos que se inyectan en la mezcla a alta presión, clasificar según criterios de peligrosidad: cancerígenos, tóxicos, etc.

7.4. Confederación de industrias para el desarrollo regional y autonómico de Galicia.

Caracterización y postura en la controversia sobre la fracturación hidráulica:

Formada por representantes de las grandes industrias de la Comunidad Autónoma de Galicia, así como de ingenieros y arquitectos, apoyan la autorización para la explotación mediante esta técnica, dado que pueden transformar la zona para que pueda ser el motor económico de la región. Los beneficios económicos que ofrece se pueden extender a las regiones limítrofes, e incluso a nivel estatal. Por otra parte, la obtención de gas natural mediante esta técnica podría suponer la solución a las centrales térmicas tradicionales de carbón. La Directiva de Emisiones Industriales de la Unión Europea obliga a reducir a la mitad las emisiones a la atmósfera para el año 2020, por lo que deben adaptarse y reducir el empleo de carbón, siendo el gas natural la alternativa a las centrales que emplean productos petrolíferos para el cambio de las antiguas centrales. Sostienen que el gas natural es una energía limpia, económica, de fácil utilización y eficiente. Además, tanto en Galicia como en el resto de Europa, se considera el gas natural como la solución más atractiva para atender los incrementos de demanda final y sustituir parcialmente a los productos petrolíferos. Ante tal consideración, la tecnología de fracturación hidráulica resulta conveniente.

Informaciones que se podrían aportar a la controversia:

- Carácter estratégico de las centrales térmicas como potencia de reserva ante los picos de demanda energética
- Reducción de la dependencia energética española de combustibles del exterior.
- Contraprestación económica y beneficios en la creación de riqueza y empleo en la región.
- Creciente demanda de energía por parte de la sociedad.

Anexo VIII. Plantilla del plan de trabajo.

| DIARIO DE TRABAJO PARA ENTREGAR AL ACABAR LA SESIÓN | | | | |
|---|-------------|------------------------|-------------|---------------|
| Fecha | | Actor Social | | |
| Asistentes | | | | |
| AL INICIO DE LA SESIÓN | | AL FINALIZAR LA SESIÓN | | |
| Tareas previstas | Responsable | Tareas realizadas | Incidencias | Observaciones |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Fuente: Adaptado de González (2005) y Villalustre y Moral (2010).

Anexo IX. Rúbricas de autoevaluación de los alumnos.

| Nombre, apellidos y grupo al que perteneces: _____ | | | Actor social que acaba de exponer: _____ | | |
|--|---|---|---|---|--------------|
| EVALUACIÓN INTERGRUPOS EXPOSICIÓN ORAL | 1 punto. | 2 puntos. | 3 puntos. | 4 puntos. | TOTAL: ____ |
| | | | | | Calificación |
| COMUNICACIÓN (EA 2-1) | Las conclusiones no son claras y no tienen relación con lo expuesto. | Las conclusiones no son claras, pero tienen relación con lo expuesto. | Las conclusiones destacan los aspectos de su postura y son claras, pero no son persuasivos. | Las conclusiones destacan los aspectos de su postura, son persuasivos y claros. | |
| ESTRUCTURA DE LA EXPOSICIÓN (EA 4-1) | La estructura de su exposición no está clara ni organizada. | Estructura clara, pero no organizada. Se ven claras diferencias entre los componentes del grupo. | Estructura clara y organizada. No se aprecian diferencias dentro del grupo. | Estructura clara y organizada. El reparto es equilibrado y son persuasivos. | |
| VOLUMEN (EA 2-1) | El volumen es muy débil para ser escuchado por todos los compañeros. | Es alto para ser escuchado, pero habla demasiado rápido o lento. | Es lo suficientemente alto para ser escuchado, pero habla un poco rápido/lento. | Es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos y con un ritmo adecuado. | |
| POSTURA DEL CUERPO Y CONTACTO VISUAL (EA 4-1) | No mantienen la postura. La mayoría de las veces, no miran a sus compañeros, sólo leen sus notas. | Algunas veces, mantienen la postura. En ocasiones miran a una persona o a un grupo de compañeros. | La postura es adecuada la mayoría del tiempo. Miran a los ojos a todos sus compañeros al menos una vez. | A la hora de hablar la postura y el gesto son muy adecuados. Miran a todos los compañeros con total naturalidad y con frecuencia. | |
| CONTENIDO DE LA EXPOSICIÓN (EA 5-1) | No parecen entender muy bien la postura de su actor social. | Demuestran un buen entendimiento del tema y de la postura de su actor social. | Demuestran muy buen entendimiento de la postura de su actor social. | Demuestran un completo entendimiento de la postura del actor social al que representa. | |

Fuente: Elaboración propia y adaptada a partir de González (2005) y Marín-García (2009).

| Nombre y apellidos: _____ | | | Actor social al que perteneces: _____ | | |
|---|--|---|--|--|--------------|
| EVALUACIÓN INTRAGRUPOS DEL TRABAJO REALIZADO | 1 punto. | 2 puntos. | 3 puntos. | 4 puntos. | TOTAL: ____ |
| | | | | | Calificación |
| PLAN DE TRABAJO Y USO DEL TIEMPO (EA 3-1) | Parte del equipo no usó tiempo de la clase para trabajar en el informe. | Se ha trabajado en el informe en la mayoría del tiempo, pero las conversaciones fueron perjudiciales o no se enfocaron en el trabajo. | Se ha trabajado en el informe final casi todo el tiempo. Las conversaciones no fueron perjudiciales sino enfocadas al trabajo. | El tiempo de la clase fue usado para trabajar en el informe final. Las conversaciones no fueron perjudiciales sino enfocadas al trabajo. | |
| RELEVANCIA DE LOS DATOS APORTADOS EN EL INFORME (EA 2-1) | Hemos incluido menos de 2 ejemplos de alta calidad o datos para apoyar nuestra postura. | Hemos incluido al menos 2 ejemplos de alta calidad o datos para apoyar nuestra postura. | Hemos incluido al menos 3 ejemplos de alta calidad o piezas de datos para apoyar la postura de nuestro actor social. | Hemos incluido 4 ó más ejemplos de alta calidad o datos para apoyar la postura de nuestro actor social. | |
| PARTICIPACIÓN EN LAS TAREAS DEL GRUPO (EA 3-1) | Parte del equipo ha perdido con frecuencia la concentración o se frustró y distrajo a otros. | Hemos trabajado, pero en ocasiones se ha perdido la concentración, pero sin distraer a otros. | Hemos trabajado con algo de entusiasmo y centrados en las tareas planificadas. | Hemos trabajado motivados y con gran entusiasmo. Nos hemos ayudado unos a otros cuando era necesario. | |
| DEBATE (EA 2-1) | Hemos intervenido en el debate, pero en ocasiones la actitud no ha sido respetuosa a la hora de confrontar posiciones. | Hemos intervenido en el debate, pero algunas intervenciones no eran equilibradas. | Hemos intervenido en el debate de forma equilibrada y respetuosa, pero nos hemos mantenido en segundo plano. | Hemos intervenido en el debate de forma equilibrada, activa y respetuosa. | |

Fuente: Elaboración propia y adaptado a partir de González (2005), CeDEC (2015), así como de la herramienta online Rubistar.

Anexo X. Encuesta final de valoración del caso simulado.



**** Este cuestionario es anónimo ****

**** No existen respuestas**

correctas o incorrectas**

**** Te pedimos tu sincera opinión ****

Fuente: Imagen pública obtenida de Pixabay.

Marca con una X el grado de acuerdo con cada una de las afirmaciones, siendo 1: En desacuerdo y 5: Totalmente de acuerdo.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| He comprendido de forma clara los objetivos del caso simulado realizado. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| He comprendido de forma clara los objetivos de las actividades de cada una de las fases. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| He entendido de forma clara qué es una rúbrica de evaluación. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Considero que sería capaz de trabajar en un futuro en otro caso simulado. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sería capaz de guiar a otros compañeros inexpertos en la realización de un caso simulado a partir de la experiencia que he realizado. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Considero que la posibilidad de ver la graduación en la evaluación del trabajo que se propone en las rúbricas me ha ayudado a orientar y dirigir las tareas que he realizado. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Considero que he adquirido o mejorado las capacidades que se necesitan para realizar un caso simulado. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Me gustaría participar en otras controversias empleando casos simulados. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Me gustaría aplicar lo adquirido para resolver controversias reales que puedan tener lugar en mi localidad. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| La noticia del caso simulado podría darse en la vida real de forma parecida. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Los vídeos que mostraron antes de la presentación de la noticia tenían relación con la noticia del caso simulado y han llamado mi atención. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Los vídeos que se mostraron me han resultado interesantes y me han motivado. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| La plantilla de trabajo diario entregada cada día nos ha ayudado en nuestra tarea. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Las pautas de trabajo aportadas en el guion del caso simulado nos ayudaron a resolver dudas y a orientarnos. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Fuente: Elaboración adaptada a partir de Tedman y Keeves (2011), Garritz et al. (2011), FECYT (2017) y Martín-Gordillo (2016).



Finalmente, responde libremente a cada una de las siguientes cuestiones abiertas:

Fuente: Imagen obtenida de Pixabay.

Si pudieras cambiar algún aspecto del caso simulado realizado, ¿cuál sería?

¿Has encontrado útil simular en un caso la controversia? Explica tus argumentos indicando los motivos.

¿Qué actividad te ha gustado más? ¿Por qué?

¿Qué actividad te ha resultado más difícil? ¿Por qué?

Fuente: Elaboración propia y adaptada a partir de Vaith (2013)

Anexo XI. Rúbrica de evaluación del docente.

| Nombre y apellidos: _____ | | | Actor social del alumno: _____ | | |
|---|---|---|---|---|--------------------------|
| RÚBRICA RELACIONES CTSA | Escasa consolidación 1 punto. | Aprendizaje medio 2 puntos. | Buen aprendizaje 3 puntos. | Excelencia en el aprendizaje 4 puntos. | Total: _ Calificación |
| ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y RELACIONES CTSA: Aplica los contenidos científicos, tecnológicos y sociales que se relacionan con la controversia y las relaciones CTSA. | | | | | |
| Analiza las consecuencias y los efectos del empleo de combustibles fósiles. (EA 6-1) | No se aplican contenidos de la materia, ni se emplean para fundamentar y justificar argumentos. | Se aplican algunos contenidos, pero de forma incompleta, pues aparecen sin justificación o argumentación. | Se aplican los conocimientos, pero sin coherencia. No hay relación entre justificaciones y argumentaciones. | Se aplican conocimientos y justificaciones y argumentaciones con coherencia entre todos ellos. | |
| Emplea diversas fuentes de información para extraer información veraz y fiable (EA 2-1) | Las fuentes empleadas no son fiables y no tienen relación con el problema. | Algunas fuentes de información empleadas no son fiables. | Las fuentes de información son fiables y tienen relación con el problema, pero no están actualizadas. | Las fuentes de información están actualizadas, son fiables y tienen relación con el problema. | |
| INTERACCIONES CIENCIA – TECNOLOGÍA – SOCIEDAD Y MEDIO AMBIENTE: Comprende las relaciones CTSA y aplica los conocimientos que dispone en otros contextos, adaptándose a nuevas situaciones. | | | | | |
| Analiza y justifica la importancia de la química y su incidencia medioambiental (EA 1-1) | El nivel observado de identificación y de valoración de problemas propuestos es bajo. | Señala y reconoce las distintas problemáticas, pero no las analiza de manera adecuada | Señala y reconoce las distintas problemáticas y expone y valora de forma adecuada su análisis. | Aplica de forma correcta sus conocimientos en otros contextos y ofrece propuestas y análisis correctos. | |

| | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|
| Analiza las consecuencias y los efectos de los combustibles fósiles (EA 6-1) | No comprende ni encuentra ejemplos de las complejas relaciones CTSA. | Percibe la influencia que la Ciencia y la Tecnología ejercen en la sociedad y el ambiente. No comprende la influencia que la sociedad tiene sobre la actividad científica y tecnológica | Comprende las relaciones CTSA y reconoce algún ejemplo, pero sus argumentos muestran alguna incorrección. | Interpreta las relaciones mutuas entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente, y es capaz de presentar ejemplos y argumentos correctos. | |
| PARTICIPACIÓN Y CIUDADANÍA RESPONSABLE: Se implica de forma activa, asumiendo su responsabilidad como ciudadano y cooperando. | | | | | |
| Realiza de forma colaborativa tareas necesarias en la actividad científica con actitud proactiva, respetuosa y creando un clima de diálogo y mejora (EA 3-1) | Participa, pero sin implicarse. No muestra iniciativa. | Realizar algunas tareas, pero sin implicarse de forma activa | Realiza la mayoría de las tareas y se implica de forma activa aportando ideas y soluciones. | Realiza todas las tareas propuestas. Participa de forma activa y aporta ideas y soluciones de forma constante. | |
| Toma conciencia de los problemas ambientales, asumiendo su responsabilidad como ciudadano y proponiendo actitudes sostenibles (EA 6-2) | No se implica en la resolución de problemas ni se muestra dispuesto a intervenir en la negociación de conflictos. | Le cuesta intervenir en situaciones de conflicto y ejercer la función de mediación; vive el proceso de forma negativa y se implica emocionalmente. | Acepta el conflicto como un hecho natural y es capaz de gestionarlo, ejerciendo como mediador. | Es un excelente mediador, capaz de analizar positivamente el conflicto y mostrar que la discusión y el debate enriquece al grupo y le permite avanzar. | |
| Establece los elementos básicos para el diseño, elaboración y defensa de informes sobre temas de actualidad, empleando preferentemente las TIC. (EA 4-1) | No se han tenido en cuenta las cuestiones para fundamentar la decisión y las conclusiones no están argumentadas. Las conclusiones no guardan relación con el tema, ni con los argumentos | Parte de las conclusiones están argumentadas, pero no se han tenido en cuenta las cuestiones para fundamentar la decisión. Las conclusiones tienen escasa relación con parte del trabajo expuesto | Se han tenido en cuenta las cuestiones para el debate, pero algunas conclusiones carecen de argumentos. Se exponen unas conclusiones claras en estrecha relación con el tema y los argumentos expuesto | Se analizan los aspectos de la controversia y las conclusiones están bien argumentadas. Se exponen unas conclusiones claras en estrecha relación con el tema y los argumentos expuesto | |

Fuente: Elaboración propia y adaptado a partir de Solé et al. (2009), Chica (2011), Lupión et al. (2012), Eugenio (2013), CeDEC (2015) y de la herramienta online Rubistar.

