



Universidad de Jaén

Centro de Estudios de Postgrado

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA A TRAVÉS DE PRIMAVERA SILENCIOSA DE RACHEL CARSON

Alumno/a: Godoy Garzón, Rocío

Tutor/a: Prof. D. Fernando García García

Dpto: Geología

Índice

Resumen	4
Palabras clave	4
Abstract.....	4
Key words:.....	4
1. Introducción	4
2. Fundamentación Epistemología	5
2.1. Contextualización del centro escolar, de la materia y del tema elegido.....	5
2.2. Antecedentes y estado de la cuestión	6
2.2.1. Revisión Histórica de la Alfabetización Científica	7
Años 50-60	7
Años 70-80	8
Años 90	9
2.2.2. Estado actual de la enseñanza de las ciencias.....	10
2.2.3. Alfabetización científica para la ciudadanía	11
2.2.4. Naturaleza de la ciencia (NdC).....	12
2.2.5. Enfoque de la enseñanza CTS	15
2.2.6. Reformas educativas y la alfabetización científica en España.....	17
2.2.7. Primavera Silenciosa (Rachel Carson, 1962).....	19
3. Proyección Didáctica.....	23
3.1. Legislación educativa de referencia (LOMCE).....	23
3.2. Adscripción a una etapa, ciclo y nivel educativos	23
3.3. Aspectos psicológicos y pedagógicos del alumnado y de la enseñanza.....	24
3.3. Elementos curriculares básicos.....	24
3.3.1. Objetivos	24
Objetivos básicos de la Etapa de Bachillerato	25
Objetivos de la asignatura ‘Cultura Científica’	26
Objetivos Específicos de la Unidad Didáctica	27
3.3.2. Competencias	27
3.3.3. <i>Contenidos</i>	31
Contenidos de la materia.....	31
Contenidos transversales.....	32
Planes y programas.....	33
3.3.4. <i>Metodología</i>	34
Temporalización.....	35
Secuenciación de Actividades	36

Descripción de Actividades	36
3.3.5. <i>Evaluación</i>	42
Técnicas de Evaluación	42
Instrumentos:.....	42
Procedimiento de Evaluación	42
Criterios de Evaluación	42
Estándares de aprendizaje evaluables.....	42
Criterio de Calificación	43
Recuperación	43
3.3.6. Elementos curriculares complementarios.....	43
4. Bibliografía	44
Anexos.....	48
Anexo 1: Fábula para el día de mañana (capítulo primero del libro ‘Primavera silenciosa’ Carson, 1962):.....	48
Anexo 2: Recursos web y vídeos para trabajar la actividad 2	50
Anexo 3: Transcripción del Video 1	51
Anexo 4: Fichas Paul Müller y Rachel Carson	53
Anexo 5: Rúbricas	62

Resumen

La alfabetización científica y la reorientación de la enseñanza de las ciencias mediante nuevos enfoques como el movimiento Ciencias, Tecnología y Sociedad (CTS) o la naturaleza de la ciencia marcan la tendencia actual en la Didáctica de las Ciencias. A través de estas directivas y del libro Primavera Silenciosa (Carson, 1962) como “instrumento” docente se plantea el desarrollo didáctico de este trabajo en la asignatura ‘Cultura Científica’.

Palabras Clave: Alfabetización Científica, Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), Primavera Silenciosa, Rachel Carson

Abstract

Scientific literacy and science teaching reorientation, using new approaches such as Science -Technology and Society (STS) movement or nature of science, are the new trends in Science Teaching. With these directives and using the book Silent Spring (Carson, 1962) as the basic didactic “instrument” of the ‘Scientific Culture’ subject.

Key words: *Scientific Literacy, Science-Technology-Society (STS), Silence Spring, Rachel Carson*

1. Introducción

Este trabajo nace de la intención de desarrollar una propuesta didáctica para la asignatura cultura científica. Una asignatura, cuyo nombre, atrajo mi atención desde el principio. En la introducción de la asignatura marcaba la necesidad de la alfabetización científica de las personas. Es partir de aquí donde empieza mi investigación sobre ella.

La alfabetización científica se establece como el objetivo principal de la enseñanza de las ciencias, su necesidad surge del actual estado de la educación científica. Esta disciplina cada vez más desvalorizada por parte del alumnado, en la época actual, necesita de un nuevo enfoque que reenganche al alumno de nuevo hacia esta disciplina y hacia el interés por ella misma. Es al fin y al cabo, la preocupación por cambiar el estado de la enseñanza de las ciencias.

Los alumnos cada vez están menos interesados por la educación científica, muchos la consideran “aburridas” y “duras” y cada vez más está siendo dada de lado por parte del alumnado. En la sociedad actual la ciencia y la tecnología forman una parte muy importante en nuestras vidas. El desarrollo científico y tecnológico es constante y lo vemos y sufrimos cada día. De esta preocupación nace la necesidad de una reorientación de la enseñanza de las ciencias y de la necesidad de una población alfabetizada científicamente.

Pero, la alfabetización científica es algo más, de manera sencilla, se la une con la posibilidad de proporcionar a cualquier alumno unas capacidades y conocimientos científicos mínimos para la participación en la toma de decisiones. Es en esta participación ciudadana cuando surge el libro Primavera Silenciosa y Rachel Carson como ejemplo de que si es posible que una población con una base de conocimientos científicos puede participar y en la toma de decisiones.

Es por ello que este trabajo intenta hacer una revisión de lo que ha significado la alfabetización científica y las nuevas orientaciones que se han introducido a la enseñanza de las ciencias. Con la revisión de dichas orientaciones y junto con el libro primavera Silenciosa y Rachel Carson realizar una unidad didáctica para la asignatura Cultura Científica que sea fiel a dichas orientaciones y que sirva ,tal vez, para un cambio de visión del alumnado de la ciencia.

2. Fundamentación Epistemología

2.1. Contextualización del centro escolar, de la materia y del tema elegido

El centro educativo Escuelas Profesionales Sagrada Familia (SAFA) de Úbeda es un colegio de tipo concertado. Este se encuentra localizado en la avenida Cristo Rey situado entre el barrio de Avilas rojas, la zona de la avenida y el centro de Úbeda. El barrio de Avilas rojas es una zona de viviendas unifamiliares de un nivel económico medio-alto. La zona de la avenida consta de zonas de pisos, del mismo periodo de construcción que la SAFA, son pisos antiguos en donde vive una población, por lo general, mayor.

El entorno social de la SAFA es el de una ciudad cercana a los treinta y seis mil habitantes. La principal riqueza de Úbeda es el sector terciario, el comercio y la administración pública, que ocupan el 49% de la población activa. Pero además el peso de la agricultura es enorme, siendo el centro neurálgico del olivar y de la producción aceitera, y uno de los mayores productores y envasadores de la provincia de Jaén de aceite de oliva, piedra angular de toda su economía. De hecho, la comarca de La Loma viene siendo la mayor productora mundial, con un 15% de toda la producción aceitera mundial. Otras actividades complementarias son la industria, la ganadería y un incipiente turismo cultural.

Según el plan de centro, proporcionado durante el desarrollo practico de este Máster, el alumnado de SAFA proceden de Úbeda en un 61%, siendo por tanto de fuera en un 39%, de los cuales el 48% viven en Úbeda, bien en el internado o en pisos alquilados.

Parte del alumnado procede de pueblos del entorno cercano y también de la Sierra de Segura Cazorla y las Villas, en un 95%. Integrados en el Centro se encuentran también alumnos de diversa nacionalidad (Colombia, Marruecos, Argelia, República Dominicana, Sahara, Irlanda, Rumanía,...).

El alumnado toma conciencia de que podrían dar más de sí en clase, pero también se agobian y se aburren en clase. Lo que más les gusta es pasear y charlar con los amigos (a través de la web), es un alumnado que no se sale fuera de la media nacional, es decir, en cuanto a la lectura solo entre un 6% y 18% leen más o menos diariamente. Consumen de dos a cinco horas de televisión, la mayoría posee ordenador con conexión a internet y móvil, el accesorio indispensable el cual está prohibido en clase. En general las relaciones entre el profesorado tienen un comportamiento bueno y respetuoso. En cuanto a las relaciones entre ellos suelen ser buenas, aunque siempre surge algún tipo de conflicto no muy significativo. Entre ellos mismo a veces tienen una forma “poco respetuosa” de tratarse pero sin llegar a extremos. En general, es becario de distintas modalidades el 39% del total de los alumnos del centro, repartiéndose de esta manera: en Secundaria Obligatoria un 42% y en Secundaria No Obligatoria un 36%.

Las familias, un 7% de los progenitores varones está en el paro, y un 56% de las mujeres también. En cuanto al nivel de estudios, entre los progenitores varones un 56% o no tiene estudios o solo primaria, un 34% tiene estudios medios y un 10% superiores. Los datos sobre las madres son, que un 66% o no tiene estudios o solo primarios, un 28% medios y un 6% superiores.

Este trabajo hace una revisión de la necesidad y de la preocupación, que ha habido desde los años cincuenta, por la educación científica y, cómo la alfabetización científica se ha convertido en el objetivo de esta. Para ello, haré un repaso histórico de lo que ha supuesto este término y las diferentes indicaciones que ha ido estableciendo la Didáctica de las Ciencias sobre cómo afrontar el aprendizaje-enseñanza de las Ciencias. Por último, justificaré la utilización del libro de Rachel Carson ‘Primavera Silenciosa’ (1962) como “herramienta” para el desarrollo de una propuesta didáctica de la nueva asignatura ‘Cultura científica’. Asignatura que incluye la nueva ley de educación LOE-LOMCE (2015) en el plan de estudios del cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria (4º ESO) y primer curso del Bachillerato (1º BACH), supliendo los objetivos, contenidos y competencias de la extinta asignatura ‘Ciencias para el mundo contemporáneo’.

2.2. Antecedentes y estado de la cuestión

Hablar de alfabetización científica es, simplemente, hablar de educación científica. La ciencia no es inmune a los cambios sociales y por tanto la enseñanza científica tampoco. La alfabetización científica ha tenido muchos significados a lo largo de la historia y estos han sido influenciados por las nuevas relaciones que han surgido entre la sociedad y la

ciencia. Para entender la alfabetización científica hay que entender primero lo que significó en épocas anteriores.

2.2.1. Revisión Histórica de la Alfabetización Científica

Años 50-60

Como establece DeBoer (2000) es en los años cincuenta cuando se habla por primera vez de la alfabetización científica.

En los años procedentes a la Segunda Guerra Mundial, la ciencia se convirtió en la esperanza y el promotor del desarrollo científico-tecnológico así como social. A medida que se acercaban los años sesenta, la educación científica se convirtió en una necesidad por parte de la población.

Un hecho relevante, de esa significancia, es el lanzamiento del Satélite Sputnik en 1957. Es el comienzo de la carrera espacial entre los Estados Unidos y la Unión Soviética, que supuso una rivalidad cultural y tecnológica entre estas dos potencias. Este hecho supuso una sensación de inferioridad científica y tecnológica en la sociedad Norteamericana (Acevedo, 2004) que se tradujo en una necesidad urgente de especialización en ciencia y tecnología.

Es Paul Deh. Hurd quien, en su publicación *Science Literacy: Its Meaning for American Schools* (1958), utiliza por primera vez el término alfabetización científica. Hurd estaba preocupado por los cambios tan rápidos que se estaban produciendo en la sociedad debido al desarrollo científico y técnico. Este manifiesta que es necesario una nueva aproximación de la educación científica. Hurd se preguntaba si los estudiantes estaban recibiendo el tipo de educación que les permitiría hacer frente a las necesidades de una sociedad cada vez más sofisticada tecnológicamente y científicamente (Hurd, 1958).

El explosivo desarrollo de la tecnología y la preocupación por la seguridad nacional, que surgió después de la Segunda Guerra Mundial, fue lo suficientemente convincente para que se llevara a cabo una reorientación de la educación científica (DeBoer, 2000)

Con las reformas de los años cincuenta y sesenta se quería sustentar la necesidad de científicos y tecnólogos. Esto se tradujo en currículos escolares de ciencias que se centraron en los contenidos y en las disciplinas científicas con la finalidad de seleccionar y formar a los mejores (Vázquez-Alonso et al., 2005). Esta fue la respuesta a la preocupación por la educación científica y lo que se vino a denominar alfabetización científica.

Años 70-80

En esta época se empieza a percibir que había sido un error centrarse exclusivamente en los conceptos científicos a expensas de los intereses y el desarrollo de las necesidades de los estudiantes.

La relación entre la ciencia y la sociedad, junto con las aplicaciones tecnológicas de la ciencia eran promovidas como el objetivo curricular de las ciencias.

Ya no solamente era importante formar a los mejores científicos y tecnólogos sino que la enseñanza de las ciencias tenía que ser de utilidad para la totalidad de la población y para los futuros ciudadanos.

En esta época, la educación científica estaba cada vez más fuertemente identificada con la ciencia en su contexto social. Era tan importante comprender las interrelaciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad como los conceptos y procesos de la ciencia. El término alfabetización científica es ahora usado para describir un amplio estudio de la ciencia, especialmente en relación con su utilidad práctica (DeBoer, 2000)

Nace el movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) y las críticas a la educación científica tradicional. Es hora de dejar atrás esta elitista finalidad para unos pocos para centrarse en una educación de utilidad para todos los estudiantes. Aparece la idea de una enseñanza de las ciencias más humanística.

En 1982 la *National Association Teacher Association* adopta la posición titulada Ciencia-Tecnología-Sociedad: Educación Científica para los años ochenta.

La NTSA definió una persona alfabetizada científicamente como aquella capaz de comprender que la sociedad controla la ciencia y la tecnología a través de la provisión de recursos, que usa conceptos científicos, destrezas procedimentales y valores en la toma de decisiones diaria, que reconoce las limitaciones así como las utilidades de la ciencia y la tecnología en la mejora del bienestar humano, que conoce los principales conceptos, hipótesis, y teorías de la ciencia y es capaz de usarlos, que diferencia entre evidencia científica y opinión personal, que tiene una rica visión del mundo como consecuencia de la educación científica, y que conoce las fuentes fiables de información científica y tecnológica y usa fuentes en el proceso de toma de decisiones” (Manzanares Gavilán & Saberiego del Castillo, 2006)

Dichas personas serán capaces de apreciar el valor de la ciencia y la tecnología y, además entender sus limitaciones (Blanco López, 2004). La frase Ciencia-Tecnología-Sociedad, a finales de los años setenta y principios de los ochenta, resume el consenso de los educadores de ciencias de la necesidad de innovar en la enseñanza.

Es en esta época cuando surgen variadas y nuevas propuestas de la enseñanza científica (Aikenhead, 2003). EL enfoque CTS demuestra que, en muchas ocasiones, la ciencia no es inmune a los cambios sociales y que dicho enfoque pone de manifiesto que la

adquisición de conocimiento no puede quedar reducido a simples enunciados teóricos (Sanz Merino & López Cerezo, 2012).

En 1983 *The National Commision on Excellence In education* publica un informe, titulado: *A nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. Los estándares académicos en Estados Unidos habían fallado como mostraban los pobres resultados en los test internacionales, especialmente en ciencias y en matemáticas (DeBooer, 2000: 589).

Para esta época los países del Pacífico, como Japón, estaban ganando fuerza como potencias económicas. Los Estados Unidos se sentían, de nuevo, amenazados y junto con la crisis educativa en la que se encontraba el país, resurgió de nuevo la atención sobre la alfabetización científica (Laugksch, 2000)

Para finales de los años ochenta la comunidad educativa científica estaba preocupada redefiniendo la ciencia como disciplina y debatiendo si la educación científica debía centrarse en el contenido de las ciencias o en problemas socio-científicos.

Años 90

En los años noventa la preocupación por el estado de la enseñanza de las ciencias toma una relevancia importante y se convierte en una necesidad. Para los años noventa se empieza, de nuevo, a hablar de reformar la educación científica y es cuando el concepto 'alfabetización científica' adquiere especial relevancia en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia. Tradicionalmente la finalidad básica de la educación científica ha sido la adquisición de conocimientos científicos para que los estudiantes se familiarizaran con las teorías, los conceptos y procesos científicos. A partir de los años noventa esta tendencia cambia y se empieza a orientar la enseñanza desde un punto de vista social y del estudiante (Vilches & Furió, 1999).

Las voces de alarma por la necesidad urgente de una alfabetización científica la recogieron organismos internacionales como el *National Research Council* o la UNESCO.

El pobre estado de la educación científica en los Estados Unidos se traduce en los denominados *National Science Education Standars*, auspiciados por el *National Research Council* (1996), en cuya primera página se puede leer:

En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural.

Así mismo, en la Conferencia Mundial sobre la ciencia para el siglo XXI celebrada en el año 1999, auspiciada por la UNESCO y el consejo internacional para la ciencia, se declaraba:

Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender a las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos.

Y se añade:

Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos” (Declaración de Budapest, 1999)

En España estas reformas, bajo el lema alfabetización científica, suponen una orientación del currículo de las ciencias para que los alumnos comprendan como esta ha contribuido y sigue contribuyendo en la evolución de la sociedad. Se establecen unos objetivos y contenidos conceptuales, que suponen el análisis de las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Unos objetivos y contenidos procedimentales para que el alumno comprenda que es la ciencia y como trabajan los científicos y para adquirir las habilidades que les permitan analizar y resolver problemas de su vida cotidiana. Y por último, se establecen objetivos y contenidos actitudinales de manera que nazca un interés de los alumnos por la ciencia y para que valoren el papel que esta tiene en nuestras vidas y, en un futuro, para que participen en la solución de los problemas a los que la sociedad pueda enfrentarse (Furió *et al.*, 2001).

2.2.2. Estado actual de la enseñanza de las ciencias.

Cada vez que se intenta plantear una reorientación de la enseñanza de las ciencias esta es obstaculizada por la finalidad tradicional de la enseñanza. Según la cual, la educación científica que se proporciona a los estudiantes, en la secundaria obligatoria y post obligatoria, debe ser de los conceptos científicos esenciales para el acceso a la universidad (Acevedo, 2004). Es decir, formar a futuros científico en vez de a futuros ciudadanos.

Esta finalidad de la enseñanza es el origen de los problemas específicos de la actual crisis de la educación científica. Este tipo de enseñanza ha provocado que se transmita una imagen distorsionada de ella, que haya favorecido que se aprenda de una manera memorística y, su complejidad y abstracción, ha provocado el desinterés e incluso el

rechazo por parte del alumnado. Como consecuencia hay cada vez menos estudiantes que persiguen carreras superiores relacionadas con la ciencia y la tecnología (Banet, 2007)

Esta apuesta por una formación de ciudadanos, en lugar de una formación para científicos, muestra resistencia por parte de algunos profesores. Según estos, la sociedad necesita científicos y técnicos que han de ser formados y seleccionados desde una edad temprana (Vilches & Furió, 1999). Si queremos llenar las aulas de ciencias, debemos dejar a tras esta finalidad y aventurarnos hacia nuevas posibilidades.

2.2.3. Alfabetización científica para la ciudadanía

Si lo que queremos es una educación científica cuyo resultado sea la alfabetización científica y tecnológica de todos debemos enfocar la enseñanza de las ciencias a que contribuya a una educación para la ciudadanía

La alfabetización científica en el marco de la ciudadanía tiende a la formación de ciudadanos y ciudadanas conscientes de que la posesión de conocimientos científicos en esta sociedad de la información supone tener un poder y adquirir una responsabilidad; supone también generar una dinámica de aprendizaje permanente y debatirse en la controversia propia de los temas que están emergido, lo cual significaba la adquisición de un criterio personal y el uso de una argumentación con base científica (Berta-Marco, 2004:276).

La relación que tenemos en la actualidad con el desarrollo científico y tecnológico es una relación de dependencia. No podemos vivir la una sin la otra. Pero esta relación que tenemos, además, es una relación de incertidumbre.

Cada vez que hay un nuevo desarrollo científico o tecnológico surge la incertidumbre. Siempre surge la duda, la valoración de las ventajas e inconvenientes que este pueda tener. Nos pueden surgir preguntas como ¿Qué orientación va a tener la biomédica?, ¿Qué consecuencias pueden tener los alimentos transgénicos? Al fin y al cabo controversias en las cuales hay que tomar decisiones, y las cuales no se pueden simplificar. Por tanto, la sociedad no puede quedar reducida a si facilita o no la invocación, la sociedad tiene y debe de ser la protagonista de la orientación y el control de ella.

Es en este ámbito donde la educación científica como formación para la ciudadanía juega un papel decisivo. Estos futuros ciudadanos, que ahora son estudiantes, deben ser “entrenados”. Deben aprender a valorar y criticar para que puedan tomar decisiones teniendo en cuenta diferentes perspectivas, para que el día de mañana, mediante unos conocimientos básicos, puedan actuar en la tomas de decisiones y controlar estas incertidumbres.

En el artículo de Gil y Vilches (2006: 36-37) pone de manifiesto que la participación ciudadana es posible y que esta no es ningún mito. Para justificar esta afirmación utilizan el ejemplo, entre otros, de los químicos de síntesis y más concretamente el uso del DDT a partir de la Segunda Guerra mundial. Estos produjeron, en una época devastada por la guerra, una auténtica revolución de la agricultura y no solo eso, el uso del DDT se utilizó para combatir enfermedades como la malaria o el tifus.

A finales de los años cincuenta Rachel Carson a través de su libro *Primavera Silenciosa* denunció el uso indiscriminado de estos y, más concretamente del DDT, y las consecuencias que estaba causando en el medio ambiente. Este libro causó una gran polémica entre científicos, la industria química y la ciudadanía. Pero esta batalla contra el DDT, el cual fue prohibido diez años más tarde, fue llevada a cabo por la denuncia de un científico mediante una población sensibilizada. Si no hubiera existido esta presión social, la cual comprendió el mensaje de Carson, su prohibición hubiera sido más tardía.

Con este ejemplo, estos autores quieren poner de manifiesto que la participación ciudadana en la toma de decisiones es un hecho positivo. Esta puede suponer que el empleo apresurado de aplicaciones, que se desconocen sus consecuencias, se paralice y se aplique el principio de precaución.

Vivimos inmersos en una sociedad de la información donde cada día nos aparecen noticias relacionadas con el desarrollo científico y tecnológico. La ciencia y la tecnología forman parte de la vida diaria de cualquier persona. La educación científica, por tanto, ha de jugar un papel importante en el desarrollo de los futuros ciudadanos. Ellos tendrán que convivir con ella y, al fin y al cabo, disfrutarán o sufrirán las consecuencias de estos avances científico-técnicos.

La enseñanza de las ciencias debe ser la herramienta que proporcione conocimientos para comprender el mundo natural, pero además debe enseñar cómo el ciudadano puede realizar esta participación socio-científica (Acevedo *et al*, 2005).

Si lo que queremos es proporcionar una educación científica para la ciudadanía, por tanto, debemos introducir nuevos contenidos, nuevos métodos de enseñanza así como nuevas formas de evaluación. Es por ello que en los siguientes apartados repasaremos el enfoque de la enseñanza-aprendizaje CTS como vehículo para la comprensión de la naturaleza de la ciencia necesaria para una toma de decisiones más razonada.

2.2.4. Naturaleza de la ciencia (NdC)

Como mencionábamos, en el apartado del estado de la educación, uno de los problemas que la enseñanza de las ciencias es que ha transmitido una imagen distorsionada de ella. Es por ello, que la naturaleza de la ciencia se convierte en el objetivo clave del currículo

de las ciencias y el componente esencial de la alfabetización científica. El profesor debe transmitir ciertos aspectos de la naturaleza de la ciencias (Acevedo, 2008).

Para entender mejor que supone la naturaleza de la ciencia debemos, primero, analizar estas visiones distorsionadas consecuencia de la enseñanza tradicional de mera transmisión de conocimientos. A través del trabajo Gil y Vilches (2005: 310-318) analizaremos, algunas, estas visiones deformadas:

- Transmisión de una *visión de la ciencia descontextualizada*. Esto supone enseñar al alumnado que la ciencia no está influenciada por las relaciones ciencia-tecnología – sociedad – ambiente (CTSA), es decir, es neutra.
- *Concepción individualista y elitista*. El conocimiento aparece como resultados de genios aislados. Se da a entender que el trabajo científico es reservado para unos pocos “súper dotados” y, por lo general, hombres.
- *Concepción empírico-indicativa y atórica*. Se basa en la observación y la experimentación de forma neutra olvidándose del papel de las hipótesis y de las teorías que las pueden orientar.
- *Visión rígida, algorítmica, infalible*. Esta hace referencia a la utilización del método científico reducido a una serie de etapas, en donde mediante experimentos y observaciones se obtienen una serie de resultados. Se establece el método científico como algo infalible, en el cual, si sigues sus etapas obtendrás resultados asegurados.
- *Visión aproblemática y ahistórica*. Se ignoran cómo ha evolucionado el conocimiento, a que problemas se ha enfrentado o simplemente a que preguntaba contestaba.

Estas son las versiones que la enseñanza tradicional ha ido promoviendo de la ciencia, pero ¿Qué es la naturaleza de la ciencia?

El concepto naturaleza de la ciencia es muy complejo. Este, está relacionado con la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia, además de otras disciplinas. Existen dos aproximaciones hacia el término naturaleza de la ciencia. La primera que la relaciona con los aspectos epistemológicos, sociológicos y psicológicos de la ciencia como actividad y las características de conocimiento que surge. La segunda, que reducen el término a las características del conocimiento que surge de la investigación. No existe todavía un consenso de una definición general de aceptación universal de dicho término. (Acevedo, 2008)

De manera más sencilla se puede decir que la naturaleza de la ciencia está relacionada con la visión que tenemos acerca de la ciencia, de cómo funciona la ciencia y el proceder de los científicos y científicas (Marco-Stiefel, 2004)

Para su posible inclusión en la enseñanza existe un consenso de lo que los estudiantes deberían de aprender para poder tener unas nociones básicas sobre la naturaleza de la ciencia (Bennàssar Roig *et al.*, 2010). Estas son las que a continuación se presentan en la siguiente tabla.

Características básicas de la Naturaleza de la Ciencias (NdC) que deberían aprender los estudiantes

El conocimiento científico nunca es absolutamente cierto, sino que está sujeto a cambios con nuevas observaciones y reinterpretaciones de las observaciones existentes. Las demás características de la NdC apoyan la provisionalidad del conocimiento científico.
El conocimiento científico es empírico; esto es, se basa o deriva de observaciones del mundo natural.
La ciencia se basa en la observación y la inferencia o deducción. Las observaciones se recogen mediante los sentidos humanos y sus extensiones. Las inferencias son interpretaciones de esas observaciones. Los puntos de vista actuales de la ciencia y de los científicos guían las observaciones y las inferencias. Distintas perspectivas contribuyen a múltiples interpretaciones válidas de las observaciones.
El conocimiento científico proviene de la imaginación y la creatividad humanas, al menos parcialmente. El conocimiento científico se genera mediante la imaginación humana y el razonamiento lógico. Esta creación se basa en observaciones del mundo natural y en las inferencias que se hacen de él.
Como empresa humana, la ciencia se practica en un amplio contexto cultural, y los científicos son un producto de esa cultura. De aquí se deduce que la ciencia está influida por diversos elementos y ámbitos de la sociedad y la cultura donde se inserta y desarrolla. Los valores de la cultura determinan hacia dónde se dirige la ciencia, cómo lo hace, se interpreta, se acepta y se utiliza. Asimismo, la ciencia influye en la sociedad y en la cultura en la que está inserta.
El conocimiento científico es subjetivo y nunca puede ser totalmente objetivo. La ciencia está influida y guiada por las teorías científicas y las leyes aceptadas. La formulación de preguntas, las investigaciones y las interpretaciones de los datos se filtran a través de la teoría vigente. Esta es una subjetividad inevitable, pero le permite a la ciencia progresar y permanecer consistente. El examen de las pruebas anteriores desde la perspectiva del nuevo conocimiento también contribuye al cambio en la ciencia. Además, hay una subjetividad personal que también es inevitable. Los valores personales, las prioridades y experiencias anteriores dictan cómo y hacia dónde los científicos dirigen su trabajo.

Leyes y teorías científicas están relacionadas, pero son diferentes. Las teorías y las leyes son diferentes tipos de conocimiento científico. Las leyes describen las relaciones, observadas o percibidas, en los fenómenos de la naturaleza. Las teorías son explicaciones inferidas de los fenómenos naturales y los mecanismos de las relaciones entre estos. Las hipótesis científicas pueden conducir a teorías o a leyes mediante la acumulación de apoyo sustancial con pruebas y la aceptación de la comunidad científica. Las teorías y las leyes no se convierten unas en otras, en un sentido jerárquico, porque ambas son tipos de conocimiento explícita y funcionalmente diferentes.

Tabla 1. Fuentes (Bennàssar Roig *et al.*, 2010:20)

2.2.5. Enfoque de la enseñanza CTS

Hablar de la enseñanza CTS, es hablar de una reorientación de la enseñanza de las ciencias. Es pasar de una enseñanza abstracta y desmotivante a una ciencia contextualizada en la que el alumno es el protagonista del aprendizaje y no un mero receptor pasivo de conocimiento.

La CTS es un campo interdisciplinar de estudio, que busca explorar y comprender las muchas maneras en las que la ciencia y la tecnología han modelado y modelan la cultura, los valores y las instituciones, por una lado, y cómo los valores de la sociedad moderna también modelan a la ciencia y a la tecnología (Mansour, 2009).

El objetivo principal de las CTS, por tanto, es la comprensión de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad. Esto supone comprender la influencia que tiene la tecnología y la ciencia y, como la sociedad puede influir, a su vez, en la ciencia y en la tecnología. Esto supone tener en cuenta las cuestiones económicas, éticas, históricas, culturales, filosóficas y sociológicas de la ciencia y la tecnología y su relevancia para la vida personal y social de las personas (Acevedo *et al.*, 2003)

Para entender estas relaciones, retrocedamos al origen o nacimiento del movimiento CTS. Este se produce en los años sesenta y setenta como respuesta a la crisis que se empieza a manifestarse entre la sociedad, la ciencia y la tecnología. Autores como Dennis Meadows marcaba los límites de crecimiento, Lewis Mumford comentaba las consecuencias de la tecnología en la sociedad, Rachel Carson llamaba la atención sobre los problemas ambientales y C.P. Snow hablaba de la separación de las dos cultura, la científica y la humanística (Membiela, 2001). Estos autores ponían de manifiesto como la ciencia y la tecnología se interrelacionaban con la sociedad. Como la ciencia y la tecnología, además de provocar grandes beneficios a la sociedad, estaba causando problemas en ella. Recordemos, además, que es una época de grandes movimientos sociales como fueron el movimiento por los derechos civiles, el medio ambiental o los

movimientos pacifistas entre otros. Empiezan a surgir voces que denuncian los efectos de los avances científico-técnicos y estas voces era recogidas por una población que empezaba a participar y a pronunciarse en relación a ella. El papel esencial de las CTS es educar para la participación cívica.

Volvamos a la época actual, como marca la necesidad de la alfabetización científica, vimos en una época en la que la ciencia y la tecnología nos invaden de manera continua en nuestras vidas. Solamente hay que echar un vistazo a nuestra vida diaria, no nos comunicamos como lo hacíamos hace veinte años, podemos desplazarnos a cualquier lugar de mundo, los avances en la medicina y los descubrimientos científicos son continuos, pero por otro lado también sufrimos y apreciamos las consecuencias de este progreso como nunca antes.

Con la introducción de las interacciones CTS, añadimos a la enseñanza de las ciencias, esa falta de conexión que ha habido entre la ciencia que el alumno estudia y el mundo que le rodea (Vilches & Furió, 1999).

Pero primero, debemos motivar al alumno y que este no pierda el interés por las ciencias. Como señala Santos (2003: 402) podemos llevar este enfoque al aula e introducir los aspectos contextualizados de la ciencia de manera más sencilla y no tan ambiciosa. La intención de este trabajo no es el desarrollo curricular sino utilizar el enfoque CTS en el desarrollo de la proyección didáctica e introducirla en el aula.

Es ahí donde la historia de la ciencia, por ejemplo, puede jugar un papel esencial. Esta nos muestra como la ciencia ha estado marcada por controversias, luchas por la libertad de pensamiento, búsqueda de soluciones de problemas. Por ello es importante introducir los aspectos socio-históricos, de las relaciones CTS, que permitirán al alumno comprender que la ciencia no es neutra, que muchas veces se han contrapuesto los intereses económicos y políticos sobre los intereses de la ciudadanía. Al fin y al cabo muestra al alumno, que la ciencia, no es precisamente aburrida y motona.

Otra buena herramienta para integrar la dimensión CTS es la introducción en el aula de los denominados problemas socio-científicos o controversias socio-científicas. Con estos, además de las relaciones CTS podemos introducir la toma de decisiones, los impactos sociales y ambientales relacionados con la ciencia y la tecnología.

En línea con la alfabetización científica, los problemas socio-científicos sirven como contexto de aprendizaje, tanto de conocimientos, como de procedimientos, actitudes y valores. Son problemas reales, cercanos, abiertos, complejos y controvertidos, que además presentan diferentes perspectivas a la hora de ser abordados. En muchos de ellos no existe una única solución, por tanto el debate está abierto.

Los problemas socio-científicos como señalan Díaz y Ruz (2012:54) son “Aquellas disyuntivas sociales que surgen y que están relacionadas con la ciencia, debido a la

compleja relación que existe entre ciencia y sociedad. Aparece la controversia cuando existe diferencia de opiniones relacionadas con estos asuntos.”

Las características de estos problemas, los hace idóneos para la contextualización del enfoque CTSA y para llevar a cabo el debate socio-científico en el aula de ciencias, a la par que se trabajan los objetivos de la alfabetización científica. Además, este tipo de problemas mejora la comprensión de la naturaleza de la ciencia y ayudan al estudiante a tener una visión más real de la actividad científica. Por otro lado, estimulan el conocimiento científico y el desarrollo moral y ético (España & Prieto, 2010)

Estos son problemas, sin una solución clara, pueden estar influenciada por principios científicos pero, la solución no puede ser determinada por consideraciones científicas. El problema y desarrollo de la acción asociada con el problema están influenciados por una variedad de factores sociales, políticos, económicos y éticos (Salder, 2011; DeBoer, 2000).

Las cuestiones socio científicas pueden contribuir a favorecer el pensamiento crítico de los estudiantes (Solbes, 2013). Si queremos introducir el pensamiento crítico, la educación CTS al tratar cuestiones controvertidas, como las medio ambientales, puede ayudar a la introducción de las ideas y los valores críticos con una base científico-técnica. Por ello es conveniente centrarse en cuestiones socio científicas, cuestiones implicadas en los debates sociales.

A lo largo de este trabajamos hemos hecho hincapié en la necesidad de participación de la ciudadanía en las cuestiones tecno-científicas, por tanto la educación científica tiene que enseñar a estos ciudadanos a conocer, manejar y participar en dichas decisiones. Para ello tendrá que proporcionarles los conocimientos que describen la naturaleza, la relación que presenta con la sociedad y capacitarlos para que puedan participar en la toma de decisiones y el papel fundamental de la dimensión CTSA. En definitiva, si queremos que los alumnos participen y tomen decisiones debemos educarlos para ello (Acevedo J. , y otros, 2005)

2.2.6. Reformas educativas y la alfabetización científica en España

Las reformas de los currículos de los años noventa ponen un punto y aparte en la enseñanza tradicional de las ciencias como pura formación de científicos al introducir el lema de la alfabetización científica de todos los alumnos y las alumnas. Pero una cosa es la teoría y otra es la práctica, pues al fin y al cabo es el profesorado el que tiene que llevar a cabo esa teoría.

Membiela (1999:722-723) señala que en la reforma educativa de la LOGSE se tuvieron en cuenta las acomodaciones de los problemas sociales, la preparación académica, y las necesidades personales. En cuanto a la dimensión social de la reforma se tradujo en la introducción de los temas transversales (educación en valores, educación ambiental, la educación de la salud). Con estos temas se pretende la contextualización de un enfoque más social. Dichos temas deben estar integrados en todas las asignaturas.

Con la reforma de la LOE, además de la transversalidad se introdujo el trabajo por competencias. Las competencias son habilidades, un saber hacer con valor añadido, el que le aporta la individualidad de cada persona, su conocimiento interdisciplinar y el dominio de capacidades. La LOMCE sigue la misma tendencia que la anterior, apostando por la transversalidad y el trabajo por las competencias.

Por otra parte estas últimas normativas han introducido asignaturas con una marcada componente CTS o por lo menos con esta intención. LA LOGSE introdujo 'Ciencia-Tecnología-Sociedad', la LOE 'Ciencias para el mundo contemporáneo' y la LOMCE 'Cultura Científica'.

* Ciencia, Tecnología y sociedad

Como mencionaba anteriormente esta asignatura nace en la reforma educativas de la LOGSE, al ser una asignatura de carácter optativo no fue implantada en todos los sistemas educativos de una forma generalizada, sino que era elección de las escuelas, por ello no alcanzó al sistema educativo en su totalidad.

* Ciencias para el mundo contemporáneo

En la legislación de la LOMCE ya empieza a surgir el tema de la alfabetización científica. Esta asignatura con carácter troncal obligatorio para todo el alumnado de primero de bachillerato gana relevancia con la anterior. Esta sí es obligatoria y alcanza a todo el alumnado. La presentación de los temas comunes ofrece la visión más completa y clara acerca de la incorporación innovadora de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT). Además, adopta y explica la recomendación metodológica más interesante para la enseñanza: la transversalidad. Esto implica que los contenidos de NdCyT no deben impartirse como este tema aparte, aislado, sino que deben integrarse todos los contenidos del currículo, y tenerlos siempre presentes, empapando el desarrollo a toda la asignatura

* Cultura Científica

Como exponía en la introducción de este trabajo, mi desarrollo didáctico se realizará en esta asignatura. Una novedad que presenta esta optativa es que se introduce en la secundaria obligatoria en cuarto de la ESO, pero pierde el carácter universal a ser una elección personal del alumno, al convertirla en optativa. Por lo que, evidentemente, habrá una mayoría del alumnado que no la cogerá y ese alumnado se perderá una

perspectiva moderna del proceso de aprendizaje-enseñanza de la Ciencia. No sabremos cómo será planteada en la etapa de secundaria obligatoria, dado que la LOMCE no ha sido introducida en todos los niveles. Sin embargo, 'Cultura científica' de primero de bachillerato será introducida en el sistema educativo en el presente curso 2015/2016.

Como hemos señalado esta asignatura es de carácter optativo. Sabemos que las ciencias son rechazadas por una mayoría de la población estudiantil. Si lo que se pretendía con esta asignatura era lograr una mejora de la enseñanza de la ciencia o una aproximación diferente para mejorar la concepción acerca de ella, no ha sido la respuesta mejor pensada.

Con las instrucciones que ha establecido la Junta de Andalucía se ha reducido esta optativa de dos horas semanales a una hora a la semana. Esta optativa compite con asignaturas como Religión y Cultura cívica. En muchos institutos no se impartirá y probablemente no se elegirá con tanta frecuencia como las otras, dado el criterio común del alumnado por optar por asignaturas que consideran "fáciles". Aun así yo he querido centrarme en esta asignatura porque el concepto me ha llamado la atención aunque el desarrollo no es el mejor.

La elección de la asignatura cultura científica, críticas a parte, es uno de los contextos donde mejor aplicación puede tener. Su carácter más enfocado a una ciencia para todos me ha parecido el mejor lugar para situarla. También es un intento de realizar una unidad didáctica y ponerme en el lugar de cualquier profesor que para este curso deba programar esta asignatura. Existe un vacío legal este año de transición de la LOMCE, por lo menos para comunidad autónoma andaluza. La única dirección que hay desde la consejería de educación es una instrucción, la cual no establece muchas indicaciones, en el caso concreto de Cultura Científica expone que se sigan los criterios establecidos para la asignatura de Ciencias para el mundo contemporáneo del antiguo decreto.

Críticas aparte, esta propuesta es un intento de establecer una unidad didáctica de introducción a la asignatura y un intento, quien sabe, de despertar un interés por las ciencias.

2.2.7. Primavera Silenciosa (Rachel Carson, 1962)

"Before there was an environmental movement, there was one brave woman and her very brave book." (Matthiessen, 1999)

Pero, ¿Por qué esta autora? ¿y ¿Por qué este libro? 'Primavera silenciosa' de Rachel Carson (1962) cambió la visión que la sociedad tenía acerca del medio ambiente en los años sesenta.

Existen muchos autores que consideran la alfabetización científica como un mito inalcanzable, pues la cantidad de conocimiento que una persona necesitaría sería muy amplio, pero la historia ha demostrado que no es así. Un ejemplo concreto de esta participación ciudadana, es este libro. (Gil & Vilches, 2005)

Para ello a través del trabajo de Stein (2012: 1-14, 61-64) repasaremos a Rachel Carson y su libro *Primavera Silenciosa*.

Rachel Carson nació en el 27 de Mayo de 1907, en Springdale, Pensilvania. A lo largo de su vida siempre tuvo dos pasiones: la escritura y la naturaleza.

En 1929 entro en la Universidad de Pennsylvania para mujeres en la especialidad de filología. Pero su participación en asignaturas de biología y la influencia de su profesora Mary Scott Skinker, le hicieron replantearse su especialidad y se cambió a la especialidad de biología.

Después de graduarse en 1929, Carson paso seis semanas, en verano, en el *Woods Hole Marine Biological Laboratory* en Cape Cod, donde pudo, por primera, vez experimentar el océano. En otoño, desde ese mismo año, tras recibir una beca completa para completar su carrera de biología, entro en la universidad de Johns Hopkins para estudiar el master de zoología el cual obtuvo en 1932.

Después de graduarse volvió a pasar seis semanas en *Woods Hole* y después fue a trabajar como PhD en la universidad de Johns Hopkins. Allí estuvo estudiando genética bajo la supervisión de Herbert Spence Jennings y fisiología bajo S.O: M.Ast. Estuvo trabajo a tiempo parcial en el laboratorio de genética de *Raymond Peral* en el *Institute for Biological Research in the Johns Hopkins School of Hygiene and Public Health*.

Desafortunadamente, ella tuvo que dejar sus estudios doctorales en 1934 debido a la salud de su padre. Cuando su padre murió en julio de 1935, Carson, que tenía 28 años, asumió la responsabilidad de mantener a su extensa familia.

Carson busco trabajo como profesora de biología en la universidad, pero tales trabajos eran escasos, especialmente para las mujeres, durante la gran depresión en los Estados Unidos. En su lugar encontró un trabajo temporal escribiendo guiones de radio para *U.S. Bureau of Fisheries*.

En esta posición Rachel Carson encontró una manera de combinar sus intereses por la biología marina y la escritura.

En agosto del 1936 Carson fue contratada para una posición fija como bióloga marina en *Bureau of Fisheries Division of Scientific Inquiry*. Ella fue una de las dos únicas mujeres que estaban trabajando, a ese nivel profesional, en dicha agencia. El trabajo de Carson involucraba editar informes y analizar los hallazgos de los investigadores.

Tras la lectura del ensayo que Carson Publico en la revista *Atlantic* en 1937, Quincy

Howe, un editor, le pregunto qué sino había pensado nunca escribir un libro sobre el mar. A partir de ahí Carson comienza a preparar el libro y en 1947 se publica *Under the Sea Wind*.

Mientras continuaba trabajando, en la hora denominada *U. S. Fish and Wildlife Service*, Carson publica su segundo Libro *The Sea Around US*. Tras el éxito del libro, Carson disponía ahora de una seguridad económica. Resigno de sus posición en *Fish and Wildlife* en mayo de 1952 para dedicarse a tiempo completo a la escritura.

Mientras estaba investigando para un libro que planeaba escribir sobre ecología empezó a crecer su preocupación sobre el peligro de la intensa pulverización de pesticidas sobre los cultivos y en los arboles de las zonas públicas.

Una carta de su amiga, Olga Huckins, una editora literaria del Boston Post, resonó con el pensamiento de Carson y le ayudo a cambiar la dirección de su libro. Huckins había escrito al Boston Heral en enero de 1957 sobre las convulsiones y muertes de pájaros en sus comederos después de que el área había sido fumigada con DDT para el control del mosquito. Ella le envió una copia de su carta a Carson. Aunque compartía sus preocupaciones, Carson estaba ocupada con su proyecto sobre un futuro libro de ecología, así que primero intento buscar a otro autor que pudiera asumir la tarea de investigar el problema y escribir sobre él. Se lo propuso a E.B. White, un escritor naturalista que trabajaba en el The New Yorker. EL rechazo su propuesta y animo a Carson a que escribiera el artículo ella.

La carta de Olga Huckins le proporciona el tema que necesitaba para preparar su libro, se centraría en el peligro sobre el peligro del uso indiscriminado de pesticidas. Pero, la contaminación causada por la fumigación por pesticidas no era nueva para ella. Había ido recopilando información sobre el peligro del DDT durante muchos años. En 1945 había propuesto una artículo sobre este tema a The Reader's Digest. Durante ese periodo estaba trabajando para *The Fish and wildlife Service*, y alguno de sus compañeros estaban investigando el impacto del DDT sobre la fauna y la flora en la *Patuxent Research Refuge* en Laurel, Maryland. Carson que había editado sus informes de investigación compartía sus preocupaciones. Ella escribió *The Reader's Digest* sobre estos experimentos. Pero la revista no estaba interesada en el artículo. Aunque no se publicó, Carson, continuó manteniendo la información recopilada sobre el tema.

En 1957 Carson sugirió artículos sobre el peligro de la fumigación de los pesticidas a muchas revistas, pero solo lo acepto *The New Yorker*. En esta época la información sobre los pesticidas era cada vez más abundante, se estaban realizando experimentos para la comprobación de sus efectos, incluso destapo material sobre investigaciones gubernamentales. Durante los cinco años que estuvo investigando, lo que en un principio iba a ser un artículo se convirtió en un libro. En 1962 The New Yorker publica en una serie de tres artículos condensados de lo que luego se publicaría como

Primavera Silenciosa.

Tras la publicación del libro Carson fue atacada por la industria química, los políticos e incluso científicos. La batalla contra el DDT fue llevada a cabo por científicos como Rachel Carson con la participación ciudadana que fue sensible a sus denuncias. Sin la participación que realizaron estos ciudadanos, que crearon presión y comprendieron sus denuncias, posiblemente la prohibición se hubiera realizado mucho más tarde.

Como establece Sánchez Ron (2001) en el prólogo del libro 'Primavera silenciosa', Rachel Carson realizaba una denuncia de lo más poderosa sobre los efectos nocivos que tenía el empleo masivo de los insecticidas en la naturaleza y esto supuso el inicio de la preocupación ambiental. Este mismo autor señala a este libro como uno de los libros que debiera estar en cualquier canon de libros de ciencia.

Es necesario despertar el interés del alumnado por las ciencias. Creo que este libro y su autora puede ejemplificar la necesidad de que los futuros ciudadanos participen en la toma de decisiones. Como parte de la unidad didáctica, en la denominada optativa cultura científica, me parece importante que los alumnos a través de su propio descubrimiento descubran el personaje y la historia de este libro. El propio libro es una controversia socio científica histórica y además se muestra la lucha entre científicos, que el conocimiento científico evoluciona, que la ciencia se ve afectado por la cultura, la política, la economía y la sociedad.

Rachel Carson a través de su investigación se enfrentó a una sociedad, a un desarrollo científico y tecnológico que había mejorado y había salvado la vida de muchas personas y había permitido la revolución agrícola de los años cincuenta. Pero su denuncia no era una prohibición del su uso, sino de la utilización adecuada de ella. Fue criticada y alabada a la vez, todavía hoy se le sigue acusando de ser la culpable de millones de muertes por la prohibición del DDT y su uso en el control del vector de la malaria. Creo que puede mostrar como la ciencia es influenciada por la sociedad, las políticas, la economía y además mostrar su carácter no objetivo y no neutral.

Si algo ha demostrado la didáctica de la ciencia es que los alumnos tienen que comprender que la ciencia evoluciona y que esta se ve afectada por la sociedad y la tecnología y este es un claro ejemplo de la participación ciudadana en la sociedad. Además puede favorecer a que vean la importancia de la toma de decisiones de la ciudadanía en la sociedad. Este es un ejemplo de esa participación ciudadana a través de una científica que denuncia mediante sus observaciones y su investigación las consecuencias que el uso de los pesticidas empezaba a manifestarse en el medio ambiente. Es una intento de que los alumnos, aparte de que descubran y accedan a un conocimiento científico, que sea consciente de su importancia y la necesidad de él.

Con esta unidad didáctica, pretendo combinar la historia de la ciencia, la orientación

CTSA y los problemas socio científicos y la naturaleza de la ciencias a través de Rachel Carson y su libro Primavera Silenciosa

Creo que es una oportunidad de enseñar al alumnado la importancia de la enseñanza de las ciencias y como ella puede servir para su participación. Es además una oportunidad de mostrar el trabajo de una científica, muchas veces olvidadas por los libros y la educación, y de un personaje que aquí en España, no es muy conocido. Además, creo que es una oportunidad de enseñar educación ambiental pero no de la forma tradicional. Es una oportunidad para mostrar al alumnado que su estudio es realmente joven, y que comprendan que la problemática ambiental, algo que en mejor o peor medida está extendida por la población, no hace tanto era algo que no era tan obvio. Puede proporcionar otra visión de ella, las denuncias ambientales “nacieron de un científico” y además mostrar que la defensa y el estudio del medio ambiente no se queda reducido al eslogan.

3. Proyección Didáctica

3.1. Legislación educativa de referencia (LOMCE)

Nacional

- Ley orgánica 8/2013, del 9 de Diciembre, para la mejora de la calidad educativa (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.*

Autonómica

- Instrucciones de 9 de mayo de 2015, de la Secretaría General de Educación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte, sobre la ordenación educativa y la evaluación del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato y otras consideraciones generales para el curso escolar 2015/16.
- Instrucciones de 8 de junio de 2015, por las que se modifican las de 9 de mayo de 2015, de la Secretaría General de Educación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte, sobre la ordenación educativa y la evaluación del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato y otras consideraciones generales para el curso escolar 2015-2016.

3.2. Adscripción a una etapa, ciclo y nivel educativos

Esta proyección didáctica se desarrolla en la etapa de educación post obligatoria de bachillerato, más concretamente en primero de bachillerato. El bachillerato, en este

centro se divide en dos modalidades: Ciencias y Ciencias Sociales y Humanidades. Dentro de estas modalidades, las programaciones curriculares del bachillerato se establecen en asignaturas troncales, obligatorias y optativas de libre configuración. Es dentro de esta última donde se desarrolla esta unidad didáctica, en la optativa 'Cultura científica'.

La asignatura cultura científica se divide en cinco bloques:

Bloque 1. Procedimiento de trabajo

Bloque 2. La Tierra y la vida

Bloque 3. Avances en Biomedicina

Bloque 4. La revolución genética

Bloque 5. Nuevas tecnologías en comunicación e información

El desarrollo de esta unidad didáctica se producirá dentro del bloque 1: Procedimiento de trabajo. Esta unidad se plantea como una unidad introductoria a la asignatura, marcando la importancia de las relaciones CTS .

3.3. Aspectos psicológicos y pedagógicos del alumnado y de la enseñanza.

El grupo al que va dirigido esta proyección didáctica corresponde a primero de Bachillerato. Al ser una optativa, el alumnado procede tanto del bachillerato de ciencias como de humanidades y ciencias sociales.

La composición del alumnado corresponde a doce alumnos de ciencias, entre ellos son siete alumnas y cuatro alumnos, y por otra parte ocho alumnos de Humanidades y Ciencias sociales, los cuales son cinco alumnas y tres alumnos.

Al ser una optativa con carácter científico la mayoría corresponde al bachillerato de ciencias, pero con la introducción de alumnos del bachillerato de humanidades y ciencias sociales le proporciona al grupo un carácter heterogéneo el cual puede enriquecer el posterior trabajo en grupo.

Dado la posibilidad de la elección entre esta optativa, la de religión y cultura cívica, las características que presenta este alumnado, es de una alumnado motivado ya que tienen la posibilidad de la elección de otras materias que pueden considerar más "fáciles". Por lo que el ambiente de trabajo será una ambiente favorable para el desarrollo de las actividades que se plantean.

3.3. Elementos curriculares básicos

3.3.1. Objetivos

Objetivos básicos de la Etapa de Bachillerato

El Bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

- 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.

Objetivos de la asignatura 'Cultura Científica'

1. Conocer el significado cualitativo de algunos conceptos, leyes y teorías, para formarse opiniones fundamentadas sobre cuestiones científicas y tecnológicas, que tengan incidencia en las condiciones de vida personal y global y sean objeto de controversia social y debate público.
2. Plantearse preguntas sobre cuestiones y problemas científicos de actualidad y tratar de buscar sus propias respuestas, utilizando y seleccionando de forma crítica información proveniente de diversas fuentes.
3. Obtener, analizar y organizar informaciones de contenido científico, utilizar representaciones y modelos, hacer conjeturas, formular hipótesis y realizar reflexiones fundadas que permitan tomar decisiones fundamentadas y comunicarlas a los demás con coherencia, precisión y claridad.
4. Adquirir un conocimiento coherente y crítico de las tecnologías de la información, la comunicación y el ocio presentes en su entorno, propiciando un uso sensato y racional de las mismas para la construcción del conocimiento científico, la elaboración del criterio personal y la mejora del bienestar individual y colectivo.
5. Argumentar, debatir y evaluar propuestas y aplicaciones de los conocimientos científicos de interés social relativos a la salud, el medio ambiente, los materiales, las fuentes de energía, el ocio, etc., para poder valorar las informaciones científicas y tecnológicas de los medios de comunicación de masas y adquirir independencia de criterio.
6. Poner en práctica actitudes y valores sociales como la creatividad, la curiosidad, el antidogmatismo, la reflexión crítica y la sensibilidad ante la vida y el medio ambiente, que son útiles para el avance personal, las relaciones interpersonales y la inserción social.
7. Valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la mejora de la calidad de vida, reconociendo sus aportaciones y sus limitaciones como empresa humana cuyas ideas están en continua evolución y condicionadas al contexto cultural, social y económico en el que se desarrollan.

8. Reconocer en algunos ejemplos concretos la influencia recíproca entre el desarrollo científico y tecnológico y los contextos sociales, políticos, económicos, religiosos, educativos y culturales en que se produce el conocimiento y sus aplicaciones.

Objetivos Específicos de la Unidad Didáctica

- Reconocer los intereses a los que responden las decisiones sobre ciencia y tecnología
- Valorar y realizar juicios críticos en torno al desarrollo científico y tecnológico teniendo en cuenta la contribución de los mismos a las necesidades humanas y a la solución de los problemas.
- Analizar y valorar distintas fuentes de información
- Comprender la importancia de la investigación científica y tecnológica y la necesidad del control social que evite la aplicación apresurada
- Promover el interés por conectar la ciencia con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos de la vida cotidiana y abordar el estudio de aquellos hechos y aplicaciones científicas que tengan una mayor relevancia social.
- Comprender las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente
- Abordar las implicaciones sociales y éticas que el uso de la ciencia y de la tecnología conllevan.
- Adquirir una comprensión de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico.
- Argumentar, debatir y evaluar problemas de carácter socio científico

3.3.2. Competencias

Dado que el aprendizaje basado en competencias se caracteriza por su transversalidad, su dinamismo y su carácter integral, el proceso de enseñanza aprendizaje competencial debe abordarse desde todas las áreas de conocimiento y por parte de las diversas instancias que conforman la comunidad educativa, tanto en los ámbitos formales como en los no formales e informales. Su dinamismo se refleja en que las competencias no se adquieren en un determinado momento y permanecen inalterables, sino que implican un proceso de desarrollo mediante el cual los individuos van adquiriendo mayores niveles de desempeño en el uso de las mismas. Además, este aprendizaje implica una formación integral de las personas que, al finalizar la etapa académica, serán capaces de transferir aquellos conocimientos adquiridos a las nuevas instancias que aparezcan en la opción de vida que elijan. Así, podrán reorganizar su pensamiento y adquirir nuevos conocimientos, mejorar sus actuaciones y descubrir nuevas formas de acción y nuevas habilidades que les permitan ejecutar eficientemente las tareas, favoreciendo un aprendizaje a lo largo de toda la vida.

Según la 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, las Competencias Claves son:

1. Comunicación Lingüística
2. Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología
3. Competencia digital
4. Aprender a Aprender
5. Competencias Sociales y cívicas
6. Sentidos de iniciativa y espíritu emprendedor
7. Conciencia y expresiones culturales

Objetivos Didácticos	O.G.E	O.G.M	C.B.
Comprender la influencia de la sociedad en el desarrollo científico y tecnológico	h,i,j	2,7	5,4
Reconocer los intereses a los que responden las decisiones sobre ciencia tecnología	h,i,j	7,8	3,5
Valorar y realizar juicios críticos en torno al desarrollo, teniendo en cuenta la contribución de los mismos a las necesidades humanas y a la solución de los problemas	a,b,k	4,5,6	1,24
Analizar y valorar distintas fuentes de información	a,d,g	3	1,3
Promover el interés por conectar la ciencia con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos de la vida cotidiana y abordar el estudio de aquellos hechos y aplicaciones científicas que tengan una mayor relevancia social	j	6	3,4,5

Comprender las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente	H,i,j	1,2,7,8	2,3,4,5
Abordar las implicaciones sociales y éticas que el uso de la ciencia y de la tecnología conlleva	A,h,j	7,8	3,5,7
Adquirir una comprensión de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico	I,j	1,3	3,4
Argumentar, debatir y evaluar problemas de carácter socio científico	j	5,6,7	1,3,4,5

Tabla 2: Relación de Objetivos de etapa, materia y Didácticos y Competencias

a) Comunicación lingüística.

Se refiere a la utilización del lenguaje como instrumento de comunicación oral y escrita, de representación, interpretación y comprensión de la realidad y de autorregulación del pensamiento, las emociones y la conducta. Es el resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores y prácticas que pueden implicar el uso de una o varias lenguas, en diversos ámbitos y de manera individual y colectiva.

Los alumnos tendrán que comunicarse dentro del grupo, intercambiarán información y la valorarán. Mediante esta unidad didáctica los alumnos deberán utilizar la comunicación oral y escrita, los alumnos deberán tomar decisiones, deberán discutir asuntos entre ellos, además el resultado de sus decisiones y de sus juicios de valores deberá acabar en la forma de un documento escrito de carácter formal. En el desarrollo de la unidad didáctica además de tener que discutir la temática entre ellos, deberán realizar una exposición del trabajo escrito así como una correcta presentación del trabajo escrito. Además, debido al desarrollo participativo de las diferentes sesiones, el alumno escuchará y participará en diferentes ocasiones. Una de las sesiones tendrá lugar el visionado de un vídeo en inglés subtítuloado también en inglés. Se manejarán diferentes textos para su lectura y comprensión, por lo que se enriquecerá la variedad del lenguaje.

b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.

La capacidad de usar el conocimiento científico, identificación de cuestiones científicas y concluir con base en la evidencia para comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios hechos a través de la actividad humana.

Trabajarán con información de carácter científico, además deberán comprender y analizar dicha información así como realizar una valoración crítica de ella. El alumno deberá analizar, buscar y trabajar con diferentes fuentes de información de carácter científico además de realizar una valoración crítica de ella.

c) Competencia digital.

La competencia digital es aquella que implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, la inclusión y la participación en la sociedad.

El alumnado usará diferentes aplicaciones informáticas, como puede ser los procesadores de textos, el uso de internet como fuente de información, la utilización de herramientas como la nube, programas de realización de presentaciones...

d) Aprender a aprender

Esta competencia se caracteriza por la habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje.

El alumno deberá motivarse para aprender, ellos serán los encargados de su propio proceso de aprendizaje, así como de su organización y su gestión. Además el propio alumno tendrá en cuenta el conocimiento que posee, el que desconoce y que debería de aprender, y diferentes estrategias que deberá realizar para llevar a cabo el desarrollo del problema planteado. Son ellos los encargados de llevar a cabo su aprendizaje, organizar su tiempo y la información además de seleccionar lo que consideran o no relevante.

e) Competencias sociales y cívicas.

Estas competencias implican las habilidades y capacidades para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad.

Con el desarrollo de esta programación comprenderán cómo la sociedad es influenciada por diferentes aspectos. Además, al trabajar en grupo, deberán respetar las opiniones de cada uno así como decidir entre todos cuáles o cómo quedarán reflejadas en el trabajo.

f) Sentidos de iniciativa y espíritu emprendedor

Esta competencia implica la capacidad de transformar las ideas en actos. Adquirir conciencia de la situación a intervenir o resolver, y saber elegir, planificar y gestionar conocimientos, destrezas o habilidades y actitudes necesarios con criterio propio, con el fin de alcanzar el objetivo previsto.

Esta competencia la desarrollará durante la realización del proyecto. A partir de sus ideas, de la resolución de las cuestiones que en el grupo se plantean y la planificación tanto de

su tiempo como de sus ideas deberán alcanzar el objetivo que es la elaboración del informe con la valoración crítica que haya echo de la pregunta planteada. Además de su creatividad y su innovación realizaran el proyecto de una manera o de otra.

g) Conciencia y expresiones Culturales

Esta competencia implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico, con una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, con una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute personal y considéralas como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos.

Esta unidad didáctica está basada en un libro y en su autora. Es una manifestación de la cultura y una reivindicación del poder que la cultura, en este caso científica, puede tener en la sociedad y enriquecer al alumnado. A demás, este libro se utiliza como medio para el aprendizaje de estos alumnos como contexto de una sociedad y de una problemática que describe y que les sirve de guía durante el desarrollo de la misma.

3.3.3. Contenidos

Contenidos de la materia

- Distinción entre las cuestiones que pueden resolverse mediante respuestas basadas en observaciones y datos científicos de aquellas que no pueden solucionarse desde la ciencia
- Búsqueda, comprensión y selección de información científica relevante de diferentes fuentes para dar respuesta a los interrogantes, diferenciado las opiniones de las afirmaciones basadas en datos.
- Análisis de problemas científicos-tecnológicos de incidencia e interés social, predicción de su evolución y aplicación del conocimiento en la búsqueda de soluciones a situaciones concretas.
- Disposición a reflexionar científicamente sobre cuestiones de carácter científico y tecnológico para tomar decisiones responsables en contextos personales y sociales.
- Reconocimiento de la contribución del conocimiento científico. Tecnológico a la comprensión del mundo, a la mejora de las condiciones de vida de las personas y de los seres vivos en general, a la superación de la obviada, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico.
- Reconocimiento de las limitaciones y errores de la ciencia y la tecnología, de algunas aplicaciones perversas y de su dependencia del contexto social y económico, a partir de hechos actuales y de casos relevantes en la historia de la ciencia y la tecnología.

- Relación entre la sociedad, la tecnología, la ciencia y el medio ambiente

Contenidos transversales

En una concepción integral de la educación, los temas transversales son fundamentales para procurar que el alumnado adquiera comportamientos responsables en la sociedad, respetando las ideas y las creencias de los demás. Estos temas, llamados transversales, porque no corresponden de modo exclusivo a una única área educativa, sino que están presentes de manera global en los objetivos y contenidos de todas ellas contribuirán a que la educación de los estudiantes se lleve a cabo con una mayor unidad de criterio entre todas las materias.

Educación para la igualdad

Tiene como objetivos:

- Consolidar hábitos no discriminatorios.
- Analizar críticamente la realidad y corregir juicios sexistas.

A través del desarrollo de la unidad didáctica se presenta la figura de Rachel Carson una científica de los años cincuenta. Ella es el personaje principal que junto con su libro contextualiza el desarrollo de la unidad. No solamente se visualiza el papel de las científicas sino que además se marca la relevancia social que tuvo la persona y su labor.

Educación ambiental

Pretende:

- Concienciar acerca del deterioro del medio ambiente y las causas que lo producen.
- Influir en las actitudes que favorecen la conservación del medio ambiente.

A través de esta unidad se presenta diferentes perspectivas sobre impacto del desarrollo científico y tecnológico sobre el medio ambiente. Con el planteamiento de la propia unidad se hace hincapié en las relaciones de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. Además, se pone de manifiesto cómo surgen las preocupaciones medioambientales en los años sesenta a través de la publicación del libro 'Primavera Silenciosa'. Cómo esta denuncia de los efectos del DDT en la sociedad Norteamericana, marcaron un antes y un después.

Educación para la convivencia

Pretende educar en el pluralismo, en dos direcciones:

- Favorecer el diálogo como forma de solucionar las discrepancias entre individuos y grupos.

- Respetar la autonomía, las formas de pensar y los comportamientos de otros.

A través tanto de la presentación del trabajo como del debate los alumnos deberán trabajar en grupos, escuchar y decidir en una propuesta común donde cada uno deberá participar y respetar las decisiones y opiniones de los demás. Los alumnos deben trabajar los unos con los otros, dado que además de ello depende su resultado final.

Planes y programas

En el desarrollo de esta unidad didáctica se integraran los siguientes planes y programas:

Educación en Valores

El tema a tratar y a desarrollar en la unidad didáctica es la demostración de la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones. Se pretende que el alumnado comprenda la importancia del conocimiento de las realidades sociales y cómo puede afectar a diferentes ámbitos y a ellos mismo. Que comprendan que forman parte de una sociedad en la que todos estamos interconectados y que las decisiones que se toman afectan a todo el conjunto. Que valoren una situación problemática y hagan juicios de valor y además que consideren las consecuencias que ello pueden suponer no solo para él sino para la sociedad. Valoración del conocimiento científico para la formación de ciudadanos y ciudadanas.

Lectura y Biblioteca

La Consejería de Educación, Cultura y Deporte considerando la importancia de la competencia lectora en el desarrollo académico y personal de los alumnos y alumnas, tiene entre sus objetivos prioritarios impulsar actividades encaminadas a desarrollar prácticas lectoras y escritoras.

Esta unidad didáctica comienza con la lectura del capítulo 1, fauna del día de mañana, del libro Primavera Silenciosa. Esta lectura sirve para la introducción de la problemática a tratar en el resto de la unidad didáctica. Además, se resalta la importancia que el libro supuso en la sociedad y en el despertar de una conciencia ambiental siendo el protagonista a lo largo de la unidad didáctica. Además durante el desarrollo de las mismas se realizará la lectura de diferentes artículos y en la realización del proyecto deberán leer documentos de diferentes tipos, analizarlos y valorarlos.

Bilingüismo

En el desarrollo de las diferentes actividades se utilizará tanto la comprensión de la lengua castellana como de la lengua inglesa. La visualización de uno de los vídeos será en inglés con los subtítulos en inglés y se les proporcionará una transcripción de ese mismo video a los alumnos. Este mismo video y la transcripción del video serán utilizados por el profesor de inglés para todas las clases bachillerato esa misma semana

que se visualizara en cultura científica. Con ello el profesor de inglés trabajar la transversalidad mediante la educación ambiental y ayudara a los alumnos de esta asignatura a una mejor comprensión de dicho video.

Coeducación

La coeducación consiste en desarrollar todas las capacidades, tanto de niñas como de niños, a través de la educación. Supone eliminar estereotipos o ideas preconcebidas sobre las características que deben tener las niñas y los niños, los chicos y las chicas, las mujeres y los hombres. A través de la temática, se pone de relevancia la participación de la mujer en la actividad científica, la cual muchas veces ha estado olvidada por parte de la ciencia. Se presenta a un personaje importante de la historia científica en cual no es tan conocido como otros. Se muestra que la ciencia no es solamente un mundo de hombres y se intenta disipar la imagen preconcebida, en este caso de las científicas. Es una científica que con la ayuda de muchos compañeros y compañeras investiga y lleva a cabo unos hallazgos. Además en el debate socio científico, con la comparación de los científicos se pretende visualizar las posibles concepciones estereotipadas que se pueden relacionar por el hecho de ser una hombre y de una mujer y que comprendan y cambien esas ideas preconcebidas.

La formación y la participación de los grupos se harán de la manera más heterogénea posible y que estén formados de una manera equitativa.

3.3.4. Metodología

Esta unidad didáctica se enfoca desde una perspectiva de la enseñanza de las relaciones CTS. Su principal finalidad es la alfabetización científica de las personas para su participación en la toma de decisiones sobre asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología. Este enfoque manifiesta la importancia de situar la ciencia y la tecnología dentro de su perspectiva social, mostrando las posibles relaciones culturales, económicas y políticas que configuran la sociedad. El aprendizaje científico se convierte en un instrumento útil para la vida diaria, que ofrezca una imagen adecuada de la ciencia y eduquen a ciudadanos más responsables, racionales, creativos y críticos de los temas CTS.

No existe una metodología perfecta, pero debe presentar una perspectiva socio constructivista, es decir la relevancia de la ciencia como construcción social, en la que se lleve a cabo la resolución de problemas, el debate y el diálogo y la argumentación en el aula. Para ello utilizaremos diferentes procedimientos en donde se utilizarán diferentes recursos para explorar las diferentes relaciones CTSA y además se involucra al alumno de una forma activa mediante actividades de debate, resoluciones de

problemas e investigación. El profesor tendría el papel de guía del estudiante y no un mero transmisor de conocimientos, y el alumno sea participe de su propio aprendizaje.

Para ello, los alumnos trabajarán en grupos. “El trabajo en grupos en el aula es un instrumento imprescindible para aproximar la actividad de los estudiantes a las características de la actividad científica y lograr aprendizajes significativos y una creciente interés por la cultura científica” (Vilches y Gil, 2011:73. Este tipo de forma de trabajo irá acompañado de un problema sobre el cual deben tomar una decisión en conjunto. Para ello el alumnado discutirá sobre la situación del problema, formulará hipótesis, analizarán y comunicarán su toma de decisión conjunta. Al establecer una decisión en conjunto deberá tener en cuenta las opiniones de cada uno obligándose a compartir o no la visión de cada uno, pero al final será una decisión desde diferentes perspectivas.

Las estrategias llevadas a cabo serán:

a) Exposición del profesor al gran grupo: aporte de información unido al planteamiento de cuestiones, aclaraciones de ideas complejas, orientación en todo momento de las actividades y guía en el proceso de aprendizaje

b) Trabajo de cooperación en grupos: El trabajo en grupo se llevará a cabo en la resolución del problema y en el desarrollo del debate. La formación de los grupos será realizada por el profesor en función del tipo de bachillerato y, además se procurará que tanto alumnos como alumnas se distribuyan equitativamente. Con ello se pretende que el grupo sea lo más heterogéneo posible y así pueda enriquecerse desde diferentes perspectivas.

El profesor orientará la búsqueda y la resolución de las dudas planteadas

Temporalización

La unidad didáctica se realizara en el primer trimestre como unidad introductoria a la asignatura Cultura Científica. Se realizarán 7 sesiones de 50 minutos. Dado que la disposición horaria de la asignatura es de una hora a la semana. La programación de las clases quedaría así:

Septiembre 2015

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	15	16	17	18
19	20	21 Sesión 1	22	23
24	25	26 Sesión 2	27	28
29	30			

Octubre 2015				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
		1 Sesión 3	2	3
4	5	6 Sesión 4	7	8
9	10	11 Sesión 5	12	13
14	15	16 Sesión 6	17	18
19	20	21 Sesión 7	22	23

Tabla 3: Calendario de sesiones de la unidad didáctica.

Secuenciación de Actividades

Sesiones	Actividades
Sesión 1	Actividad 1 y Actividad 2
Sesión 2	Actividad 3
Sesión 3	Actividad 3
Sesión 4	Actividad 3
Sesión 5	Actividad 3
Sesión 6	Actividad 3
Sesión 7	Actividad 4

Tabla 4: Secuenciación de Actividades

Descripción de Actividades

Actividad 1: Lectura del capítulo 1 del libro ‘Primavera silenciosa’ (Carson, 1962): “Fábula para el día de mañana” (ver anexo 1)

El capítulo termina con una pregunta. ¿Qué es lo que ha silenciado las voces de la primavera en incontables ciudades de Norteamérica? Este libro te lo cuenta.

A través de esta pregunta los alumnos deberán contestar qué creen que pueden deberse estos acontecimientos. Con ello nos introduciríamos en las ideas que los alumnos les pude sugerir este capítulo. A continuación se plantean una serie de preguntas sobre la lectura que tienen un objetivo motivador e introductorio, además de sondear las ideas previas del alumnado.

¿Qué creéis que puede describir la situación?

¿A qué creéis que puede ser debida?

¿Pensáis que es algo ficticio o algo real?

Los alumnos lo pueden relacionar con la contaminación, al fin y al cabo, es un tema que está presente diariamente en nuestras vidas

Duración 20 minutos

Recursos: Capítulo 1 del libro 'Primavera silenciosa': "Fabula del día de mañana", se les proporcionará una copia a cada alumno.

Actividad 2: Visión de vídeos sobre el uso indiscriminado de pesticidas (Ver anexo 2)

De forma general la estructura de los vídeos se pueden resumir en:

- El uso del DDT en la segunda guerra mundial
- El uso de pesticidas y la revolución agrícola
- El paso desmedido del uso de los pesticidas
- La publicación del libro
- Las críticas hacia la autora y al libro
- La reacción ciudadana
- La reacción política

La intención de la visualización de los vídeos es que comprendan las relaciones Ciencia-tecnología-Sociedad-Ambiente:

- Ciencia: la química orgánica, el descubriendo de la propiedades insecticidas del DDT
- Tecnología: Con el tratamiento de la química orgánica se desarrolla el uso de pesticidas y la dispersión de los mismos
- Sociedad: Este descubrimiento supone una revolución agrícola y el uso para controlar enfermedades mediante la eliminación de por ejemplo el vector mosquito en la malaria
- Ambiental: Las consecuencias de uso excesivo en el medio ambiente

Después de la visualización de los vídeos se realizarán una serie de cuestiones al alumnado para reconocimiento de ideas previas:

¿Cuál de las imágenes os ha llamado más la atención? ¿Por qué?

¿Habéis pensado alguna vez lo que supone el uso de los pesticidas?

¿Sabéis que se utilizaron y se utilizan para luchar contra enfermedades como la malaria o el tifus?

¿Os resultan chocante las imágenes en las que se pulveriza a la gente directamente?

¿Sois conscientes de que muchos de los alimentos que ingerimos han sido rociados con insecticidas?

¿En qué año se publica el libro? Es una de las primera veces que se denuncian los efectos ambientales ¿Os resulta que hace mucho tiempo o que es reciente?

A continuación se le explica que este libro se publicó en 1962 y su carácter pionero como ensayo de base científica en defensa del medio ambiente tal y como en la edición española de 2001 escribe el historiador de la ciencia Sánchez-Ron (2001):

“La conservación del medio ambiente se ha convertido en uno de los grandes temas de nuestro tiempo. Con frecuencias tendemos a olvidar que lo que hoy es casi un lugar común, no hace mucho constituía una circunstancia conocida por pocos, ¿cuándo se convirtió realmente el medio ambiente en un problema del que capas amplias de la sociedad mundial fueron Conscientes? No es fácil contestar a una pregunta como esta, pero si hay que señalar un momento, ese sería, en mi opinión, 1962, el año en que se publicó un hermoso libro titulado Silent Spring (Primavera Silenciosa), de una zoóloga estadounidense, Rachel Louise Carson, en el que se efectuaba una de las más poderosas denuncias de los efectos nocivos que para la naturaleza tenía el empleo masivo de productos químicos como los pesticidas, el DDT en particular, un producto este que había aportado numerosos beneficios con anterioridad.”

A partir de esta serie de preguntas se pretende que alumno comprenda que, por ejemplo, las consideraciones ambientales son realmente recientes, y que su defensa o puesta en realidad supuso por ejemplo para una científica ponerse en contra no solo a la comunidad científica sino a la química, a la comunidad agrícola, pero también supuso una respuesta positiva por parte de otra parte de la sociedad.

Duración 30 minutos

Recursos: Un ordenador, un proyector, conexión a internet, pizarra para ir apuntando las ideas del alumno, Transcripción del video (ver anexo 3)

Actividad 3: Presentación del Proyecto

‘Primavera Silenciosa’ de Rachel Carson y los debates que levantó son controvertidos porque todavía queda mucho por conocer sobre los efectos de los insecticidas en el suelo, en los océanos, en la fauna y sobre los humanos. Si buscas información sobre Rachel Carson se pueden encontrar muchos libros, artículos, páginas webs que la elogian o la condenan:

¿Es primavera Silenciosa es una necesaria llamada de atención para los ciudadanos en general? ¿Realmente Ayudo a proteger la fauna y los humanos de la pulverización de tóxicos? ¿Es el libro responsable de salvar a los pájaros y distintos animales la extinción? ¿O fue el decline y la vuelta de sus población parte del ciclo natural?

¿Puede el principio de precaución salvar vidas o mejorar la salud? O ¿logra mínimos beneficios a la expensas de valores como la libertad? ¿Es el movimiento ambiental, que su libro ayudo a inspirar y guiar, puede mejorar futuro para nosotros o nuestra prosperidad? O ¿Está haciendo una montaña de un grano de arena y sofocando la innovación tecnológica por alentar las regulaciones gubernamentales? ¿Carson exagero su oposición sobre los pesticidas? ¿Qué de peligrosos son? ¿Son cancerígenos? ¿Qué de necesarios son para la agricultura y para la salud? ¿Creéis que la crítica de Carson sobre el uso excesivo de los pesticidas causo la muerte de millones de personas por malaria en África?

Todas estas preguntas están relacionados con las diferentes polémicas que creo y todavía crea el libro. Es verdad, que muchas de sus críticas se han centrado en culpabilizarla por las muertes que causa la malaria. Puntualizar que trabajo de Rachel Carson fue acerca del uso excesivo de los pesticidas, no de su prohibición sino de un uso adecuado y teniendo en cuenta las consecuencias que podía tener no solo para la población sino para el medio ambiente.

Como veis son muchos los factores que influyen, en algo que muchas veces se tiende a simplificar. ¿Cuál es vuestra tarea?

Deberéis realizar una investigación en base a la siguiente pregunta:

¿Cómo ciudadanos responsables deberéis decidir sobre la elección de productos de la agricultura ecológica o de la agricultura tradicional?

Para ello deberéis analizar las ventajas e inconvenientes desde un punto de vista económico, social y ambiental y, además, pensar en las consecuencias que os puedan afectar personalmente. De todo lo anterior decidir cuál es la que más peso tiene en vuestra decisión final.

Para ello debéis seguir el siguiente Guion:

1. Introducción: ¿Cuál es el problema a investigar?
2. ¿Qué ciencia hay detrás del tema? Fundamentos Científicos
3. ¿Qué aspectos económicos, políticos, sociales, culturales, medioambientales, etc., interaccionan con el desarrollo científico-tecnológico en cuestión?
4. ¿Qué saben nuestros amigos, familiares, compañeros de colegio, etc., sobre el problema?

5. ¿Qué conclusión obtenemos para responder a la pregunta que se plantea?

Para el desarrollo del trabajo dispones de las siguientes sesiones:

- Sesión 1: Presentación del proyecto, establecimiento de grupos, toma de contacto
- Sesión 2: Organización, planificación, discusión de la información y valoración de la misma
- Sesión 3: Redacción y preparación de los documentos
- Sesión 4: Presentación del Proyecto

El proyecto se realizara en grupos de cuatro personas

Para la realización del proyecto deberéis entregar:

- un documento final, no superior a cuatro folios en que argumentareis vuestra respuesta.
- Deberéis realizar un poster o presentación en la que resumáis los aspectos que habéis tenido en cuenta a la hora de realizar vuestra respuesta

Criterio de Evaluación

El trabajo con contendrá como máximo cuatro folios, no se valora la cantidad sino la calidad.

- Se valorara la argumentación y no la respuesta, debe estar justificada de manera crítica y basada en una valoración de todos los aspectos a tener en cuenta.
- Obtención, selección y valoración de la información relacionada con la ciencia y la tecnología a partir de distintas fuentes de información.
- La calidad de la expresión escrita y oral de la presentación

Producto.

- Informe de la valoración
- Un poster, presentación Power Point o la presentación en un poster de papel, lo que os resulte más cómodo. Este lo utilizareis para la realización de la presentación y os servirá de esquema resumen de vuestras valoraciones

Para la realización de la presentación tendrás 10 minutos por grupo, se valorar también la utilización del tiempo.

Calificación de proyecto

- 80%- Proyecto
- 20% - Actitud

Tiempo: 5 Horas

Recursos: Esta sesiones se realizaran en el aula de informática para que el alumnado pueda trabajar en grupo.

Actividad 4. Debate socio científico: Paul Müller y Rachel Carson, dos científicos y un mismo denominador común, el DDT. (VER ANEXO 4)

Para la realización del debate se proporcionara la siguiente documentación:

- Ficha Paul Hürder
- Ficha Rachel Carson

Los primeros 20 minutos se desarrollaran para analizar la información obtenida y se plantearan las siguiente preguntas para que cada grupo valores y argumente la información.

Se plantearan primero las siguientes preguntas para que las vayan argumentando

¿Cuáles son las aportaciones científicas de ambos científicos?

¿Cuál crees que son las diferencias entre ambos, dado que tenían un núcleo común?

¿Crees que los dos científicos han tenido la misma valoración por su trabajo?

¿Por qué creéis que fue tan atacada Rachel Carson?

¿Se podría, tal vez, acusar a Paul Müller por delitos medio ambientales?

¿Por qué si o por qué no?

Esta actividad tiene como propósito evaluar la reacción del alumnado y comprobar que tipos de conocimientos han adquirido en la parte investigación. Además poner en relieve las posibles concepciones que de las diferentes preguntas tenga los alumnos.

Duración: 50 Minutos

Recursos: Ficha de Paul Müller y Rachel Carson

Actividades	Agrupamientos	Competencias Clave
Actividad 1	Grupo Completo	1, 2
Actividad 2	Grupo Completo	1,2,3,4,5,7
Actividad 3	Grupos	1,2,3,4,5,6,7
Actividad 4	Grupos	1,3,4,5,7

Tabla 5: Relaciones Actividades, Agrupamientos y Competencias

3.3.5. Evaluación

La evaluación se entiende como el proceso que permite conocer en qué medida se está desarrollando y consiguiendo lo que se pretendía antes de iniciar la planificación, y lo que se ha conseguido al final de la misma, con vistas a controlar y regular los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Los procedimientos de evaluación sirven para valorar el grado de adquisición de los objetivos, contenidos y competencias básicas.

Técnicas de Evaluación:

- Observación
- Realización de las tareas
- Participación en los debates

Instrumentos:

- Escalas de observación de comportamiento y actitudes
- Rúbricas de evaluación del proyecto, de las explosiones y del debate las cuales se encuentran en el anexo 4

Procedimiento de Evaluación

- Evaluación Inicial: Lluvias de ideas
- Evaluación Formativa: Mientras el alumnado desarrolla sus actividades el profesor debe estar revisando el progreso: borradores, las discusiones de los alumnos.
- Evaluación Sumativa: El resultado de todas las observaciones y de las rúbricas tendrá una puntuación al final por el alumno

Criterios de Evaluación

1. Obtiene, selecciona y valora informaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología a partir de distintas fuentes de información.
2. Valora la importancia que tiene la investigación y el desarrollo tecnológico en la actividad cotidiana.
3. Comunica conclusiones e ideas en soportes públicos diversos, utilizando eficazmente las tecnologías de la información y comunicación para transmitir opiniones propias argumentadas.

Estándares de aprendizaje evaluables

- 1.1. Analiza un texto científico o una fuente científico-gráfica, valorando de forma crítica, tanto su rigor y fiabilidad, como su contenido.

1.2. Busca, analiza, selecciona, contrasta, redacta y presenta información sobre un tema relacionado con la ciencia y la tecnología, utilizando tanto los soportes tradicionales como Internet.

2.1. Analiza el papel que la investigación científica tiene como motor de nuestra sociedad y su importancia a lo largo de la historia.

3.1. Realiza comentarios analíticos de artículos divulgativos relacionados con la ciencia y la tecnología, valorando críticamente el impacto en la sociedad de los textos y/o fuentes científico-gráficas analizadas y defiende en público sus conclusiones.

Criterio de Calificación

- 70% El proyecto problema
 - 70% Documento
 - 30% Presentación
- 20% Actitud
- 10% Debate Socio científico

Recuperación

El alumno que no cumpla con los objetivos y no realice el proyecto-problema y no participe en clase, tendrá una oportunidad de recuperación. Para ello deberá realizar un trabajo final en el cual hará una pequeña investigación sobre el uso de los pesticidas y una ficha sobre Rachel Carson. La puntuación máxima que puede alcanzar en dicha recuperación será de un cinco, dado que los demás aspectos que se tienen en cuenta para el desarrollo didáctico no se valorarán.

3.3.6. Elementos curriculares complementarios

Medidas para atender al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (ANEAE). El alumnado que presenta esta clase, no requiere de unas necesidades de apoyo específicas. Para favorecer la comprensión del vídeo que está en inglés se proporcionará una transcripción del vídeo para que el alumnado pueda trabajarlo en la clase de inglés.

4. Bibliografía

Acevedo Díaz, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las ciencias* , 5 (2), 134-169.

Acevedo Díaz, J. A., Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electronica de las Ciencias* , 2 (2), 80-111.

Acevedo Díaz, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* , 1 (1), 3-16.

Acevedo, J., Vázquez , A., Martin, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F., y otros. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revision crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la ciencia* , 2 (2), 121-140.

Acevedo, J., Vázquez, Á., Martin, M., & Olivia, J. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científca para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.* , 2 (2), 121-140.

Aikenhead, G. (2003). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se llame. *Educación Química* , 16 (2), 114-124.

Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científca en secundaria: Opinion del profesorado sobre la situacion actual. *Revista Enseñanza de las ciencias* , 25 (1), 5-20.

Bennàssar Roig, A., García-Carmona, A., Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2010). Introducción: Educación científica y naturaleza de la ciencia. En A. Bennàssar Roig, A. García-Carmona, Á. Vázquez Alonso, & M. A. Manassero Mas, *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una Evaluación de la Comprensión de la Naturaleza de la Ciencia Tecnología* (págs. 15-24). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.

Blanco López, Á. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* , 1 (2), 70-86.

Carson, R. L. (2001). *Primavera Silenciosa*. Barcelona: Critica, S.L.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Reseach in Science Teaching* , 36 (6), 582-601.

Declaración De Budapest (1999). Marco general de accion de la declaracion de budapest. <http://www.oei.es/salactsi/budapestdec.htm>.

- Dillon, J. (2009). On Scientific Literacy and Curriculum Reform. *Internacional Journal of Environmental & Science Education* , 4 (3), 201-213.
- España Ramos, E., & Prieto Ruiz, T. (2010). Problemas socio científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela* , 17-24.
- Fernandes, I. M., Pires, D. M., & Villamañan, R. M. (2014). Educación Científica con enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. Construcción de un Istrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación Universitaria* , 7 (5), 23-32.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J., & Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las Ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización Cinetífica o Preparación Propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias* , 19 (3), 365-376.
- Gil Pérez, D., & Vilches, A. (2006). Educación ciudadanía y alfabetización cinetífica: Mitos y Realidades. *Revista Ibeoroamericana de educación* (42), 31-53.
- Gil Pérez, D., & Vilches, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿Necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la ciencias* , 302-329.
- Gil, D., & Vilches, A. (2006). Educación ciudadanía y alfabetización científica: Mitos y Realidades. *Revista Iberiamericana de Educación* , 42, 31-53.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for America Schools. *Educational Leadership* , 16, 13-16,52.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy: A conceptual Overview. *Science Education* , 84 (1), 71-94.
- Mansour, N. (2009). Science-Technology-Society (STS). *Bulletin of Science, Techology & Society* , 29 (4), 287-297.
- Manzanares Gavilán, M., & Saberiego del Castillo, J. M. (2006). Alfabetización científica. *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Inovación CTS+I* .
- Marco-Stiefel, B. (2004). Alfabetización Científica: Un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas. *Cultura y Educación* , 16 (3), 273-287.
- Matthiessen, P. (1999). Environmentalist Rachel Carson . *Times* .
- Membiela, P. (1999). Towards the reform of science teaching in Spain: the social and personal relevance of junior secondary school science projects for a socially responsible undestanding of science. *International Journal of Science Education* , 21 (7), 721-730.
- Membiela, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñaza de las ciencias* , 15 (1), 51-57.

- Membiela, P. (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela, *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (págs. 91-103). Madrid: Narcea.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Sánchez Ron, J. M. (2001). Prefacio. En R. Carson, *Primavera Silenciosa* (págs. 7-8). Barcelona: Crítica.
- Salder, T. D. (2011). Socio-scientific Issues-Based Education: What We Know About Science Education in the Context of SSI. En T. D. Salder, *Socio-scientific Issues in the Classroom* (págs. 1-10). Florida: Springer.
- Santos, S. E. (2003). La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias. *Revista electronica de las ciencias*, 2 (3), 399-415.
- Sanz Merino, N., & López Cerezo, J. (2012). Cultura Científica para educación del siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Educación* (58).
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre ENseñanza y divulgación de las Ciencias*, 10 (1), 1-10.
- Solbes, J., & Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (3), 337-348.
- Stein, K. F. (2012). *Rachel Carson Challenging Authors*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Vázquez Alonso, Á. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la formación de docentes en educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluri/versidad*, 14 (2), 37-49.
- Vázquez Alonso, Á. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluri/versidad*, 14 (2), 37-49.
- Vázquez Alonso, Á., Acevdo Díaz, J., & Manassero Mas, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2).
- Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. 9 (1), 2-31.
- Vilches, A., & Fruió, C. (1999). Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la educación Científica para el siglo XXI. *La Habana: Academia*, 1-16.

Vilches, A., & Furió, C. (1999). Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la educación científica para el siglo XXI. *I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias" y VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física*, 1-15.

Vilches, A., & Gil, D. (2011). El trabajo cooperativo en las clases de Ciencias. Una estrategia imprescindible pero aun infrautilizada. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* (69), 73-79.

Vilches, A., Gil, D., & Solbes, J. (2001). Las relaciones CTS y la alfabetización científica y tecnológica. *Actes V Jornades de la Curie*, 81.

Vilches, A., Solbes, J., & Gil, D. (2004). ¿Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos? *Revista Alambique*, 89-98.

Legislación Aplicada

Nacional

- Ley orgánica 8/2013, del 9 de Diciembre, para la mejora de la calidad educativa (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.*

Autonómica

- Instrucciones de 9 de mayo de 2015, de la Secretaría General de Educación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte, sobre la ordenación educativa y la evaluación del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato y otras consideraciones generales para el curso escolar 2015/16.

- Instrucciones de 8 de junio de 2015, por las que se modifican las de 9 de mayo de 2015, de la Secretaría General de Educación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte, sobre la ordenación educativa y la evaluación del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato y otras consideraciones generales para el curso escolar 2015-2016.

Anexos

Anexo 1: Fábula para el día de mañana (capítulo primero del libro 'Primavera silenciosa' Carson, 1962):

“Había una vez una ciudad en el corazón de Norteamérica donde toda existencia parecía vivir en armonía con lo que la rodeaba. La ciudad estaba enclavada en el centro de un tablero de ajedrez de prósperas granjas, con campos de cereales y huertos donde, en primavera, blancas nubes de flores sobresalían por encima de los verdes campos. En otoño, las encinas, los arces y los abedules, ponían el incendio de sus colores que flameaban y titilaban a través de un fondo de pinares. Entonces, los zorros ladraban en las colinas y los ciervos cruzaban silenciosamente los campos, medio ocultos por las nieblas de las mañanas otoñales.

A lo largo de las carreteras, el laurel, el viburno y el alder, los grandes helechos y las flores silvestres deleitaban el ojo del viajero la mayor parte del año. Incluso en invierno, los bordes de los caminos eran lugares de gran belleza, donde incontables pájaros acudían a comerse las moras y las bayas, y en los sembrados, el rastrojo sobresalía de entre la nieve. La comarca era famosa por la abundancia y variedad de sus pájaros y cuando la riada de las aves migratorias se derramaba sobre ella en primavera y en otoño, la gente llegaba desde grandes distancias. Otros iban a pescar en los arroyos que fluían, claros y fríos, de las montañas y que ofrecían sombreados remansos en que nadaba la trucha. Así sucedió en remotos días, hace muchos años, cuando los primeros habitantes edificaron sus casas, cavaron sus pozos y construyeron sus graneros.

Entonces un extraño agostamiento se extendió por la comarca y todo empezó a cambiar. Algún maleficio se había adueñado del lugar; misteriosas enfermedades destruyeron las aves de corral; los ovinos y las cabras enflaquecieron y murieron. Por todas partes se extendió una sombra de muerte. Los campesinos hablaron de muchos males que aquejaban a sus familias. En la ciudad, los médicos se encontraron más y más confusos por nuevas clases de afecciones que aparecían entre sus pacientes. Hubo muchas muertes repentinas e inexplicables, no sólo entre los adultos, sino incluso entre los niños que, de pronto, eran atacados por el mal mientras jugaban, y morían a las pocas horas.

Se produjo una extraña quietud. Los pájaros, por ejemplo... ¿dónde se habían ido? Mucha gente hablaba de ellos, confusa y preocupada. Los corrales estaban vacíos. Las pocas aves que se veían se hallaban moribundas: temblaban violentamente y no podían volar. Era una primavera sin voces. En las madrugadas que antaño fueron perturbadoras por el coro de gorriones, golondrinas, palomos, arrendajos y petirrojos y otra multitud de gorjeos, no se percibía un solo rumor solo el silencio se extendía sobre los campos, los bosques y las marismas.

En las granjas, las gallinas empollaban, pero ningún polluelo salía de los cascarones. Los

campesinos se quejaban de que no conseguían criar ningún cerdo...las crías eran pequeñas y sobrevivían solo unos cuantos días. Los manzanos echaban flor, pero ninguna abeja zumbaba entre las ramas, pero por consiguiente no había traslado de polen y no se conseguía fruto.

El borde de los caminos, tan atractivo tiempo atrás, estaba ahora cubierto de vegetación ennegrecida y reseca, como consumida por el fuego. Aquellos también se hallaban silenciosos y desiertos de toda criatura viviente. Incluso los riachuelos se veían son vida. Los pescadores ya no los visitaban, porque todos los peces habían muerto.

En los huecos, sobre los aleros y entre las rocas, un polvo blanco y granuloso mostraba aun algunas manchas; pocas semanas antes había caído como nieve sobre los campos, la tierra, las rocas y los arroyos.

Ninguna brujería ni acción del enemigo había silenciado el rebrotar de nueva vida en el agostado mundo. Era la gente quien lo había hecho por sí misma.

Esta ciudad no existe verdaderamente, pero podría haber tenido miles de duplicados en Norteamérica o en cualquier otro sitio del mundo. No conozco ninguna comunidad que haya sufrido todas las desgracias que he descrito. Pero cada uno de esos desastres ha ocurrido de verdad dondequiera, y muchas colectividades han experimentado buen número de ello. Un ceñudo espectro se ha deslizado entre nosotros casi sin notarse, y esta imaginaria tragedia podría fácilmente convertirse en completa realidad que todos nosotros conoceríamos.

¿Qué es lo que ha silenciados las voces de la primavera en incontables ciudades de Norteamérica? Este libro trata de explicarlo.” (Carson, 2001)

Anexo 2: Recursos web y vídeos para trabajar la actividad 2

<http://www.pbslearningmedia.org/resource/envh10.sci.life.eco.silentspring/rachel-carsons-silent-spring/>



Figura 1: Video 1

http://www.dailymotion.com/video/x1itkeu_ddt-primavera-silenciosa-rachel-carson_school#tab_embed



Figura 2: Video 2

Anexo 3: Transcripción del Video 1

Narrator: Pesticides had become a way of life in post-war America, and by 1955 the country was being treated with more than 600 million pounds a year. But in 1962, the chemical industry, the government and agribusiness were accused of poisoning the environment in a book called *Silent Spring* written by Rachel Carson her concern was not shared by many.

The most famous pesticide at the time was DDT. It had saved millions of lives in world war II by preventing the spread of disease. It was cheap, effective and apparently safe.

Following the war, DDT and other pesticides were put to civilian use on a massive scale.

They worked wonders, and production exploded from 1945 to 1955, annual pesticide use on farms went from 125 million pounds to over 600 million.

Soon, government agencies began treating even the suburbs with DDT.

Clement: People thought it was a good thing because they got action in solving a problem as they conceived it. They were, for example, complaining about mosquitoes and if the spray truck came down the street they were told to just stay indoors for a few minutes and everything would be all right – so you had the government endorsing a product and you had the chemical industry pushing it very aggressively.

Narrator: Public health department staged demonstrations to convince the public of DDT's effectiveness and safety. Enthusiasm for the chemical knew no bounds, and few were questioning the wisdom of such use.

Public place and private backyards were being treated whether people liked it or not.

In 1957, planes sprayed a Massachusetts bird sanctuary owned by Olga Huckins, a friend of Carson's.

In fury and desperation, Huckins told her what had happened. The birds showed all the symptoms typical of DDT poisoning. Huckins knew that the planes would be back in spite of her protests. She asked Carson for help.

Carson later remembered how the thought of a spring silent of birdsong had moved her to action.

Carson: It was your personal letter to me that started it all. In it, you told what had happened and begged me to find someone in Washington who could help. It was in the course of finding that someone that I realized I must write the book.

Narrator: Carson attacked what she saw as a heavy handed, public be damned attitude behind certain government programs.

Carson: They sprayed truck gardens and dairy farms, fish ponds and salt marshes. Showering insecticide over children at play.

A quarter horse drank from a trough in a field which the planes had sprayed the hours later. It was dead.

Clement: See, all the big programs prior to that were largely federal. This was a big federal program that began to treat private lands, including farmlands, and all of a sudden their milk was contaminated and the farmers couldn't sell their milk and people were worried about their wildlife. It just leads to a clamor.

Narrator: Carson's dire warning was that by poisoning nature, people were ultimately poisoning each other and subverting what she considered a fundamental right to a healthy environment.

Abraham Ribicoff: See, what people don't understand is that Rachel Carson wasn't for the complete outlawing of pesticides or chemical to help agriculture. Her point of view was that it was over abused, that it wasn't used properly, it wasn't under control.

Narrator: Carson knew that the only way to bring about lasting change, was to encourage government to take a leadership role.

President Kennedy's Science Advisory Committee released its report. It vindicated Carson's warning and ended with this conclusion: until the publication of *Silent Spring* by Rachel Carson, people generally unaware of the toxicity of pesticide but *Silent Spring* transcended the pesticide issue and forced people to think about the environment in a new way, and within a decade, sweeping environmental laws were enacted.

Anexo 4: Fichas Paul Müller y Rachel Carson

Fichas Paul Müller¹

Paul Hermann Müller (1899-1965)

“Paul Müller nació en Otten, del cantón de Solothurn, Suiza, el 12 de enero de 1899. Su padre era empleado de los ferrocarriles suizos. Su familia se trasladó primero a Lenzburg, en Aargau, y después a Basilea.

Realizó estudios primarios y secundarios en Basilea en el Freie Evangelische Volksschule y en el Realschule. Entre 1916 y 1917 abandonó los estudios para trabajar en una empresa de productos químicos, Cellonitgesellschaft Dreyfuss & Cie, y después en el laboratorio de la firma Lonza. Continuó sus estudios en 1918 y los finalizó un años después.

En 1919 ingresó en la Universidad de Basilea para estudiar química. Aprendió química inorgánica con Friedrich Fichter (1869-1952), uno de los creadores de la revista Helvetica Chimica Acta, y química orgánica en el laboratorio de Hans Rupe (1866-1951). En 1915 obtuvo el doctorado con la tesis Die chemische und elektrochemische Oxidation des as. m-Xylidins und seines Mono- und Di-Methylderivates .

En mayo de 1925 comenzó a trabajar como directivo en la firma Geigy. Sus primeras investigaciones se inscriben en el campo de los colorantes vegetales y sintéticos así como de los curtientes. Entre sus invenciones destacan el Irgatan G, Irgatan FL y el Irgatan FTL, productos con buena capacidad de teñir, resistentes al calor y a la luz y con buen envejecimiento.

En 1927 Müller se casó con Friedel Rüegsegger. Tuvieron dos hijos, Heinrich y Niklaus, y una hija, Margaretha.

Diez años más tarde, en 1935, Geigy inició una nueva línea de trabajo sobre agentes fitosanitarios, desinfectantes, etc. En 1937 patentó una técnica para sintetizar rodanuro y cianato, compuestos que tenían una actividad bactericida e insecticida. Se desarrolló un producto desinfectante de semillas, el Graminone, que era mucho más seguro que el que se utilizaba a base de mercurio.

Hasta ese momento los insecticidas disponibles no eran muy eficaces o eran caros. Los únicos asequibles eran los derivados del arsénico, pero eran venenosos para las personas y los animales.

¹ <http://www.historiadelamedicina.org/mueller.html>

Se trataba, pues, de encontrar una sustancia eficaz contra las plagas del campo, tóxico para la mayor parte de insectos pero que no afectara a los animales de sangre caliente y a las plantas, actuara con rapidez, no fuera irritante y de olor casi imperceptible, y además, que no resultara caro y fuera químicamente estable. Müller comprobó que los insectos absorbían los productos químicos de forma diferente a los mamíferos, característica que podía utilizarse para encontrar un producto específico para estos.

Müller pasó cuatro años investigando el tema y probando más de trescientos productos. En septiembre de 1949 encontró lo que buscaba, el diclorodifeniltricloroetano o DDT. Esta sustancia había sido sintetizada en 1874 por el farmacólogo vienés Othmar Zeidler (1859-1911), quien no estudió sus propiedades.

El gobierno suizo y también el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, realizaron pruebas y confirmaron su eficacia contra el escarabajo de la patata. El mismo éxito se tuvo con las pulgas, piojos, mosquitos, etc. Hay que tener en cuenta que algunos de estos insectos son transmisores de enfermedades tan importantes como la malaria, el tifus exantemático, la peste y otras enfermedades tropicales.

El producto se patentó en 1940, en el Reino Unido en 1942, en Estados Unidos y Australia en 1943. Comenzó su producción y su comercialización en forma de polvo al 3% llamado Neocid y en forma de spray al 5% llamado Gerasol. En 1944 se utilizó en Nápoles con motivo de la epidemia de tifus para despiojar a más de un millón de personas con eficacia. Poco después la experiencia se repitió en Japón con iguales resultados. El DDT había pasado la prueba de fuego.

En la primera guerra mundial se estima que dos millones y medio de personas habían muerto de tifus exantemático. Uno de los principales problemas de la segunda guerra mundial fue la malaria, aparte del tifus. Poco antes del estallido de la guerra los campos agrícolas se rociaban con compuestos que contenían arsénico. Después se utilizó DDT y se comprobó que para el caso del paludismo era suficiente rociar dos veces al año las paredes de las casas con el producto. En todos los escenarios de la guerra se utilizó con éxito ya que se perdían más hombres por enfermedades transmisibles por insectos que por la guerra. En 1945, por ejemplo, se rociaron las playas y campos Long Island.

Terminada la contienda, el DDT sirvió para erradicar definitivamente la malaria de algunos países como Estados Unidos. En 1956, con el apoyo financiero de la OMS se lanzó una campaña mundial para erradicar el paludismo mediante el uso de DDT. En muchos países, como algunos de América Latina, las tasas de se redujeron un 99%. Por otro lado, la producción agrícola se hizo más eficaz ya que se evitaban muchas plagas. Aumentó la producción de alimentos.”

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, por ejemplo, llegó a estimar que el DDT había evitado 500 millones de muertes y que se tenía una gran deuda con esta sustancia química.

En 1946 Müller se convirtió en director adjunto de Investigaciones científicas de Geigy para la protección de las plantas. En 1948 se le concedió el premio nobel por haber descubierto una sustancia como el DDT y su gran impacto en la lucha contra las enfermedades humanas.

Müller recibió otros premios y reconocimientos como el doctorado *honoris causa* de las Universidades de Tesalónica y Eva Perón, de Argentina. Recibió la Medalla de Honor del "Congrès International de Phytopharmacie et Phytiairie (Paris) (1952). Fue nombrado Miembro honorario de la "Sociedad de Química Industrial de París en 1949.

En 1961 Müller abandonó Geigy, pero siguió trabajando en el laboratorio de su casa. Murió el 13 de octubre de 1965.

Sin embargo, antes de que muriera, Müller llegó a conocer el comienzo de la etapa de decadencia para la sustancia que había descubierto. Él mismo se planteó los efectos secundarios del DDT. Con el tiempo y su uso masivo se comprobó que muchas especies se hacían resistentes y que la acción persistía en animales y plantas que pasaban a la cadena alimentaria y, por tanto, a los humanos. Incluso muchos productos como algunas colonias para niños contra los piojos lo contenían. No se disuelve en agua pero sí en las grasas.

El golpe definitivo vino de la mano de un libro. En 1962 Rachel Carson publicó *primavera silenciosa (Silent Spring)* que llegó a ser un éxito de ventas. Su autora era bióloga y una buena escritora. En él se explicaban los peligros ecológicos que se derivaban del uso de DDT. Se mencionaban las consecuencias para el medio ambiente, los animales y las personas. En 1958 Carson recibió una carta de Olga Hutchins, observadora de aves de Massachussetts que había escrito para el *Boston Herald* quejándose e informando de las fumigaciones con DDT que producían la muerte de numerosas aves. Carson decidió escribir un libro sobre cómo los pesticidas representaban una amenaza preocupante para los humanos y un peligro para el mantenimiento del equilibrio de la naturaleza. El trabajo de Carson apareció por vez primera como una serie de tres artículos en el la revista del *The New Yorker*. Lo leyó John F. Kennedy y creó una comisión para estudiar el problema.

En 1969 muchos países lo prohibieron. En 1972 la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos hizo lo mismo. Los países del tercer mundo se vieron inmediatamente desabastecidos y muchas de las ayudas que recibían se

condicionaron a la no utilización de la sustancia. En la actualidad está prohibida su producción, uso y comercialización. Sólo podría utilizarse por el procedimiento CFP (consentimiento fundamentado previamente).

Más tarde se estudió su poder carcinogénico sin que haya habido opiniones unánimes al respecto. En 2006 la OMS anunció que el insecticida volvería a formar parte de sus campañas para la erradicación de la malaria mediante fumigación del interior de las casas o residencias. Con el uso de mosquiteras el DDT resulta de gran utilidad contra el paludismo.

José L. Fresquet. Instituto de Historia de la Medicina y de la Ciencia (Universidad de Valencia-CSIC). Mayo, 2013.

Ficha Rachel Carson²

Rachel Carson

“Rachel Carson nació en 1907 en Springdale, Pennsylvania, y, por tanto, murió a los 56 años, en la plenitud de su talento como escritora y divulgadora. Era bióloga, con una tesis de máster en la Universidad Johns Hopkins de Baltimore. Por problemas familiares y falta de fondos, no pudo hacer el doctorado y seguir en la investigación, como ella quería, y enseñó durante unos años antes de entrar en el Servicio de Pesquerías del gobierno, luego llamado Servicio de Pesca y de la Vida Salvaje.

Después de esta breve introducción, vayamos al detalle. En Springdale, su lugar de nacimiento, vivió en la granja de su familia, de unas 26 hectáreas, y que, desde muy niña, Rachel había explorado a fondo. Gran lectora, con preferencia de libros que tratasen del mar y de autores como Herman Melville, Joseph Conrad o Robert Louis Stevenson, publicó su primer cuento a los 11 años. Cuando comenzó sus estudios secundarios se matriculó en inglés pero pronto, en 1928, pasó a Biología. Aunque por problemas económicos en la familia, ya que su padre, vendedor de seguros, perdió su trabajo y, además, estamos en 1928, al comienzo de la Gran Depresión, tardó en graduarse en la Universidad Johns Hopkins y no pudo continuar sus estudios de zoología y genética. Se dedicó a la enseñanza hasta 1935, cuando murió su padre y se hizo cargo de su madre. Por recomendación de una de sus profesoras entró, con un contrato temporal, en el Servicio de Pesquerías. Su trabajo consistía en escribir guiones educativos para un programa de radio llamado Romance bajo las aguas. Eran 52 programas de 7 minutos cada uno, y los completó con éxito. Le ofrecieron un contrato a tiempo completo y,

² <http://culturacientifica.com/2014/04/14/el-caso-de-rachel-carson/>

después, preparó y se presentó al examen para conseguir el puesto. Se celebró en 1936, sacó el número 1 y fue la segunda mujer en conseguirlo en el Servicio de Pesquerías.

Así comenzó su carrera como bióloga marina y, también, como escritora. Su función era revisar los trabajos de investigación y redactar textos y resúmenes para folletos que se hacían llegar a los profesionales del sector y al gran público en general. Por ejemplo, en 1943, en plena Segunda Guerra Mundial, apareció un texto suyo, de 78 páginas, promocionando los alimentos del mar, con descripciones de 27 especies de peces y mariscos. Trata de los hábitos de alimentación de los norteamericanos y de cómo están sustituyendo alimentos clásicos por otros nuevos debido a las dificultades de suministro provocadas por la guerra y, entre ellos, están los que llegan del mar, no muy populares hasta entonces entre los norteamericanos. Por ejemplo, sobre los mejillones escribe que “hay personas que aprecian su delicado sabor”, y añade que “son ricos en minerales, vitaminas y proteínas” y, además, son de “los alimentos más digeribles, pues el cuerpo humano es capaz de utilizar prácticamente todos los nutrientes contenidos en su carne y en sus líquidos”.

Cumplió a la perfección con estas tareas de revisar y redactar textos y llegó a ser nombrada editora en jefe de todas las publicaciones del Servicio de Pesca y Vida Silvestre.

*A la vez, y con lo que sabe y aprende en su puesto, comienza a publicar artículos sobre la naturaleza y el mar en varios periódicos. Pero, siguen las desgracias en su familia, y en 1937 muere su hermana mayor y se hace cargo de sus dos sobrinas, además de su madre. Pronto, y a pesar de las dificultades, en 1941, publica su primer libro sobre el mar, *Under the wind*, con buenas críticas y pocas ventas. Y en 1951, cuando prepara su segundo libro, toma la arriesgada decisión de dejar su trabajo y dedicarse a escribir a tiempo completo. Por fin consigue el éxito, y son excelentes las ventas de sus nuevos dos libros sobre el mar, *The sea around us*, publicado en 1951 y que se mantuvo 86 semanas en la lista de ventas del *New York Times*, y *The edge of the sea* que apareció en 1955.*

*Preocupada por lo que lee y por algunas conversaciones con científicos alarmados por lo que están encontrando en sus estudios, Rachel Carson comienza a investigar sobre el DDT y sus efectos e inicia la preparación de su siguiente libro, *primavera silenciosa*. El insecticida se había empleado con profusión en Europa y el Pacífico durante la Segunda Guerra Mundial para controlar los insectos que transmitían enfermedades como el mosquito de la malaria, los diversos insectos del tifus o las pulgas de la peste. Se convirtió en un insecticida de uso doméstico y agrícola y sin ninguna regulación que controlara su manejo. Incluso el propio Departamento de Agricultura organizó una campaña con DDT contra la hormiga roja de fuego, *Solenopsis invicta*, y fumigó cientos de miles de hectáreas en las zonas que había invadido esta especie.*

Los beneficios del DDT eran bien conocidos por el gran público pero no habían alcanzado igual difusión los daños que produce. Con los tratamientos de la época desaparecen los insectos, casi todos y no solo los que son el objetivo del pesticida, y el DDT se acumula en otras especies que, poco a poco y por su persistencia, sufren su toxicidad y, en algunos casos, también acaban por extinguirse. Así, piensa Rachel Carson, sin darnos cuenta llegaremos a nuestra particular “primavera silenciosa”. Es el efecto final del poder, a veces pernicioso, que nuestra especie ejerce sobre la naturaleza.

La autora se enfrentó a uno de los problemas más graves que la Revolución Industrial, el siglo XX y las conductas de nuestra especie han dejado en herencia al futuro y los que vivan ese futuro en nuestro planeta: la contaminación y sus efectos. Rachel escribió en primavera silenciosa que:

[...] por primera vez en la historia del mundo, todo ser humano está ahora en contacto con productos químicos peligrosos, desde el momento de su concepción hasta su muerte... Se han encontrado en peces en remotos lagos de montaña, en lombrices enterradas en el suelo, en los huevos de los pájaros y en el propio hombre, ya que estos productos químicos están ahora almacenados en los cuerpos de la vasta mayoría de los seres humanos. Aparecen en la leche materna y probablemente en los tejidos del niño que todavía no ha nacido.

Estas palabras, escritas a principios de los sesenta del siglo pasado, hace más de 50 años, son válidas todavía hoy en día y, es más, se puede asegurar que ahora la situación es mucho más grave.

El libro se publicó por entregas en la revista New Yorker en 1962 y, avisada la industria agroquímica sobre su contenido, intentaron impedir su edición como libro. Los ataques fueron terribles, tanto a su libro como a ella misma. Dijeron que sus datos no eran de fiar aunque nadie lo pudo demostrar. Llevaba cuatro años preparando el libro y, además de los textos que revisó, se entrevistó y mantuvo correspondencia con gran cantidad de científicos y expertos sobre el DDT y sus efectos. De ella se dijo que ni siquiera era doctora, como mucho una técnico que venía de la administración. Y personalmente tuvo que aguantar insultos y calumnias sin fin. Nunca se casó y su estado civil llevó a que se publicasen todo tipo de insultos y sugerencias, algunas muy impertinentes. Un antiguo Secretario de Agricultura llegó a escribir, en una carta dirigida al Presidente Eisenhower que luego se hizo pública, que “como no se ha casado, a pesar de ser físicamente atractiva, probablemente es comunista”. Extraordinaria crítica científica.

Pero el libro se publicó y tuvo un éxito extraordinario. Llegaron las alabanzas, los apoyos, los elogios aunque, además, siguieron los ataques a ella y a su libro. Incluso ahora, 50 años después, la polémica sobre la responsabilidad de Rachel Carson sobre el control del DDT continúa. En el 2012, al medio siglo de la edición de Primavera silenciosa, Rob Dunn, de la Universidad Estatal de Carolina del Norte en Raleigh, publicó un comentario breve,

de página y media, en Nature. Narraba la historia de la autora y de su libro y comentaba, elogiadamente, su influencia en la aparición de conductas de protección del ambiente sobre todo, es obvio, con referencia al DDT y a los pesticidas.

Un mes después aparecía, en la misma revista, la respuesta al artículo de Dunn. Estaba firmada por 11 investigadores liderados por Tony Trewavas, de la Universidad de Edimburgo. La primera frase ya deja claro que no consideran Primavera silenciosa como un “faro de razón”, en palabras de Dunn. Acusan a Carson de provocar la prohibición del DDT en Estados Unidos en 1972 (en España se prohibió en 1971) debido a la difusión y popularidad de su libro. En su crítica se centran, sobre todo, en la utilización del DDT en la lucha contra el mosquito de la malaria. Afirman que desde su prohibición en 1972, los enfermos de malaria se han multiplicado de 10 a 100 veces en todo el mundo, y el número de muertos se ha calculado entre 60 y 80 millones de personas.

En realidad, nunca se prohibió el DDT en las fumigaciones contra el mosquito de la malaria cuando era necesario, y en muchos países se sigue utilizando con ese fin. Rachel Carson, en Primavera Silenciosa, nunca se opuso a la utilización de insecticidas, y en concreto del DDT, en el control de la malaria pero, en cambio, sí que pidió más vigilancia en su uso.

Desde el punto de vista conceptual biológico, Rachel Carson popularizó que nuestra especie no es dueña de la naturaleza, sino parte de ella como cualquier otro ser vivo. Hasta entonces éramos dueños y, si conservábamos alguna parte de la naturaleza era porque nos gustaba, era bella, hermosa y nos hacía felices y, además, nos sentíamos generosos. Así empezaron a crearse, ya en el siglo XIX, los primeros parques naturales y reservas de todo tipo. Pero el DDT, obra nuestra, dañaba la naturaleza y, además, nos dañaba a nosotros porque, lo aceptáramos o no, éramos, y somos, parte de esa naturaleza.

Y solo me queda comentar que, por si fuera poco, Primavera silenciosa era un compromiso personal de Rachel Carson, una mujer que pasó por una mastectomía radical en 1960 por un cáncer de mama que se le diagnosticó según preparaba y escribía el libro. Murió de las complicaciones, anemia provocada por la radioterapia y metástasis en el hígado, dos años después de la publicación del libro, en 1964, en Silver Spring, en Maryland. Es un tipo de cáncer, el de mama, que ya en los años en que lo sufrió Rachel Carson se asociaba a la exposición a productos químicos carcinogénicos y, además, al DDT se le consideraba entonces un producto cancerígeno.

Nunca se ha probado fuera de toda duda la relación entre el DDT y el cáncer. Las exhaustivas revisiones de la bibliografía publicada que hace la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer, integrada en la OMS, llevan a la conclusión de que faltan datos fiables y de que, en todo caso, es un compuesto sospechoso.

Pero en 1960 y para Rachel Carson, que estaba investigando los efectos de los insecticidas y, en general, de productos químicos tóxicos y, a la vez, se le diagnostica un cáncer y sigue un duro tratamiento que termina con la mastectomía, el efecto tuvo que ser terrible. Y fue muy honrada en sus textos pues, aunque trató la relación de los insecticidas con el cáncer, llegó a la misma conclusión que ya he mencionado: no hay datos suficientes y falta mucho por investigar. Alguno de sus biógrafos asegura que cambió su estilo de escribir. Era alegre, tierna y sosegada cuando escribió sus tres libros sobre el mar. Pero Primavera silenciosa es más sobrio, más denso y mucho menos optimista sobre la relación entre nuestra especie y la naturaleza. Solo hay que leer el primer capítulo de su libro para captar lo que aquí cuento. Léanlo y experimenten lo que entonces sentía Rachel Car

Anexo 5: Rúbricas

Rúbrica para evaluar la Redacción y la presentación de trabajos escritos

	Excelente (10)	Muy Avanzado (9-8)	Satisfactorio (7)	Básico (6)	Escaso (5)
Redacción	El trabajo está bien estructurado y cumple en su totalidad con la estructura de introducción, desarrollo y conclusión	El trabajo se encuentra bien en estructurado en un 80% y cumple en su totalidad con la estructura de introducción, desarrollo y conclusión	El trabajo se encuentra bien estructurado en un 50 % y cumple en su totalidad con la estructura de introducción, desarrollo y conclusión.	El trabajo se encuentra bien estructurado en un 50% pero no cumple con la estructura de introducción, desarrollo y conclusión	EL trabajo no está estructurado y tiene introducción, desarrollo y conclusión
Ortografía	El texto no presenta errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática)	EL texto tiene menos de 3 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática)	EL texto tiene entre 4 y 6 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática)	El texto tiene entre 6 y 10 errores ortográficos (puntuación, acentuación y gramática).	El texto tiene más de 10 errores ortográficos.
Extensión	El ejercicio escrito se adapta a la extensión exigida (2, 3 o 4 páginas).	El ejercicio escrito presenta media página más de la extensión exigida.	El ejercicio escrito presenta una página más de la extensión exigida.	El ejercicio escrito presenta dos páginas más de la extensión exigida.	El ejercicio escrito presenta más de dos páginas de la extensión exigida.

CONTENIDO	Se aborda el contenido que se ha pedido.	En algunos párrafos no se aborda nada del contenido que se ha pedido.	Un 60 % del texto no tiene relación con el contenido que se ha pedido.	Algunos párrafos hacen alusión al tema pedido.	Solo se menciona el tema pedido, pero no se aborda.
ARGUMENTACIÓN DE IDEAS	Presenta ideas bien argumentadas y sin errores.	Presenta ideas bien argumentadas pero con algún error.	Presenta ideas que argumenta con debilidad.	Presenta ideas sin argumentar.	No presenta ideas y las que presenta no están argumentadas.
PRESENTACIÓN Y LIMPIEZA	El trabajo está presentado con pulcritud y limpieza.	El trabajo está presentado con pulcritud pero tiene un tachón.	El trabajo está presentado con pulcritud pero tiene dos o tres tachones.	El trabajo tiene dobleces y más de tres tachones.	El trabajo está presentado con un gran número de dobleces y tachones.
Tiempo	La entrega se realiza en la fecha indicada.	La entrega se realiza con un día de retraso.	La entrega se realiza con dos días de retraso.	La entrega se realiza con tres días de retraso.	La entrega se realiza después de pasados tres días de la fecha indicada.

Rúbrica para evaluar la exposición oral de trabajos

	Excelente (10)	Muy Avanzado (9-8)	Satisfactorio (7)	Básico (6)	Escaso (5)
PRESENTACIÓN	El estudiante se presenta de manera formal y da a conocer el tema de la presentación y el objetivo que pretende.	El estudiante se presenta de forma rápida y da a conocer el tema de la presentación y el objetivo que pretende.	El estudiante se presenta de forma rápida y comienza su exposición sin mencionar el tema del que trata.	El estudiante se presenta sin decir su nombre y menciona el tema de forma muy general.	El estudiante empieza su exposición sin hacer una presentación inicial.
EXPRESIÓN ORAL	Utiliza un vocabulario adecuado y la exposición es coherente.	El vocabulario es adecuado y la exposición es clara.	Le falta vocabulario y tiene algún problema para expresar correctamente sus ideas.	Maneja un vocabulario muy básico y tiene problemas para transmitir con claridad sus ideas.	Tiene un vocabulario muy básico y no logra transmitir con claridad sus ideas.
Volumen	Su volumen de voz es adecuado, suficientemente alto como para ser escuchado desde todas las partes del aula, sin tener que gritar.	Su volumen de voz es adecuado y alto para ser escuchado por todos, aunque, a veces, cuando duda, baja el volumen.	No es escuchado por todo el aula cuando habla en voz alta, excepto si se siente muy seguro y aumenta su volumen de voz por unos segundos.	Su volumen de voz es medio y tiene dificultades para ser escuchado por todos en el aula.	Su volumen de voz es muy bajo como para ser escuchado por todos en el aula.

	Sus expresiones faciales y su lenguaje corporal generan un fuerte interés y entusiasmo sobre el tema en los otros.	Expresiones faciales y lenguaje corporal que generan en muchas ocasiones interés y entusiasmo, aunque algunas veces se pierde y no presenta toda la información.	Expresiones faciales y lenguaje corporal que generan en algunas ocasiones interés y entusiasmo, aunque muchas veces se pierde y no presenta toda la información.	Sus expresiones faciales y su lenguaje corporal muestran una actitud pasiva y no generan mucho interés, pero algunas veces, cuando habla de algo que le gusta mucho, es capaz de mostrar algo de entusiasmo.	Muy poco uso de expresiones faciales o lenguaje corporal. No genera interés en la forma de hablar.
INCLUSIÓN DE LOS ASPECTOS RELEVANTES	Expone claramente el trabajo y aporta referencias a los conocimientos trabajados.	Expone claramente el trabajo, pero no relaciona toda la exposición con los conocimientos trabajados.	Expone claramente el trabajo, pero no lo relaciona con los conocimientos trabajados.	Tiene dificultad para exponer el trabajo porque no entiende los conocimientos trabajados.	No expone el trabajo ni conoce los conceptos trabajados necesarios para su realización.
RECURSOS DIDÁCTICOS	La exposición se acompaña con soportes audiovisuales en diversos formatos, especialmente	Soporte visual adecuado e interesante en su justa medida.	Soporte visual adecuado.	Soporte visual no adecuado.	Sin soporte visual.

	atractivos y de mucha calidad.				
TIEMPO	El alumno utilizó el tiempo adecuado y cerró correctamente su presentación.	El alumno utilizó un tiempo ajustado al previsto, pero con un final precipitado o excesivamente largo por falta de control de tiempo.	El alumno utilizó el tiempo adecuado, pero le faltó cerrar su presentación; o bien no utilizó el tiempo adecuado, pero incluyó todos los puntos de su presentación.	Excesivamente largo o insuficiente para poder desarrollar el tema correctamente.	El alumno olvidó por completo el tiempo que tenía y se salió del tema.

Rúbrica para evaluar el debate

	Excelente (10)	Muy Avanzado (9-8)	Satisfactorio (7)	Básico (6)	Escaso (5)
DEFENSA DE SU POSTURA	Mantiene la defensa de su postura a lo largo de todo el debate.	Mantiene la defensa de su postura en un 80% del tiempo de debate.	Mantiene la defensa de su postura en un 60% del tiempo de debate.	Mantiene la defensa de su postura menos del 60% del tiempo de debate	No mantiene la defensa de su postura durante el debate.
CAPACIDAD DE ESCUCHAR A SUS	Escucha a sus compañeros y compañeras	Escucha a sus compañeros y compañeras y analiza	Escucha a sus compañeros y compañeras, pero se	Escucha a sus compañeros y compañeras, pero se	No escucha a sus compañeros y compañeras ni analiza

COMPAÑEROS Y COMPAÑERAS	atentamente y analiza sus argumentos.	sus argumentos.	distrae en ocasiones y no analiza sus argumentos.	distrae la mitad del tiempo y no analiza sus argumentos.	sus argumentos.
RESPECTO DEL USO DE LA PALABRA Y DE LAS IDEAS DE LOS DEMÁS	Siempre espera su turno para hacer uso de la palabra y lo solicita con respeto y orden. Respeta siempre las opiniones de los demás.	Siempre espera su turno para hacer uso de la palabra y lo solicita con respeto pero no con orden. Respeta las opiniones de los demás.	En más de tres ocasiones no espera su turno para hacer uso de la palabra y, cuando lo solicita, lo hace con respeto pero no con orden. Respeta las opiniones de los demás.	En más de tres ocasiones no espera su turno para hacer uso de la palabra y, cuando lo solicita, no lo hace con respeto ni con orden. No respeta las opiniones de los demás.	Siempre interrumpe para hacer uso de la palabra y no respeta las opiniones de los demás.
VOCABULARIO	Utiliza un vocabulario adecuado y la exposición es coherente con las ideas planteadas.	El vocabulario es adecuado y la exposición es clara en la presentación de las ideas planteadas.	Le falta vocabulario y tiene algún problema para expresar correctamente sus ideas.	Tiene un vocabulario muy básico y problemas para transmitir con claridad sus ideas.	Tiene un vocabulario muy básico y no logra transmitir con claridad sus ideas.
ARGUMENTACIÓN	Todas las ideas expuestas están bien argumentadas.	Una de las ideas no está bien argumentada.	Dos de las ideas no están bien argumentadas.	Más de tres ideas no están bien argumentadas.	Ninguna idea está bien argumentada.

DOMINIO DEL TEMA	Cita más de tres referencias relevantes durante su participación.	Muestra conocimiento y dominio del tema.	El conocimiento y el dominio del tema es regular.	El conocimiento y el dominio del tema es malo.	No muestra conocimiento ni dominio del tema.
-------------------------	---	--	---	--	--

