



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Enseñanza del movimiento ondulatorio en Bachillerato: una aproximación mediante el aprendizaje basado en problemas.

Presentado por: Garazi Auzmendi Arkarazo
Tipo de trabajo: Propuesta de intervención
Director/a: Diego Ardura Martínez

Ciudad: Beasain
Fecha: 07/06/2018

*Porque al final, conservamos sólo lo que amamos,
amamos sólo lo que entendemos,
entendemos sólo lo que nos enseñaron.*

Baba Dioum

Resumen:

Es evidente que el cambio de paradigma sufrido en los últimos años ha desembocado en unas necesidades educativas que poco tienen que ver con las de hace unas décadas. La realidad actual demanda ciudadanos del mañana que estén dotados de capacidad de adquirir, crear y transferir conocimientos de forma autónoma. Por ello, es indispensable que los procesos de enseñanza-aprendizaje se adecúen a estas nuevas necesidades, ya que solo así se formarán ciudadanos versátiles y capaces de desenvolverse en nuestra sociedad moderna. La importancia de responder a las necesidades educativas del presente, ha motivado la realización de este trabajo fin de máster (TFM). De esta forma, se ha tratado de elaborar una propuesta de intervención innovadora para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos de Ondas en Física de 2º de Bachillerato. Con el fin de diseñar unas experiencias de aprendizaje reales que promuevan el desarrollo de diversas actitudes, capacidades y habilidades del alumnado, se ha optado por una metodología basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), donde los contextos planteados estarán directamente ligados a la vida cotidiana de los alumnos. Como resultado se ha obtenido una unidad didáctica que promueve el carácter activo y autónomo del alumnado y que, sin duda, sitúa a los jóvenes en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo estos los únicos protagonistas de su propio aprendizaje.

Palabras clave:

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), contextualización, Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), Física, Educación Secundaria.

Abstract:

It is clear that the paradigm shift suffered during the last years has led to some education needs that have little to do with the ones that were acceptable some decades ago. Current reality is demanding future citizens that will be provided with ability to acquire, create and transfer knowledge in an autonomous way. Therefore, it is essential that the teaching-learning processes get adapted to these new needs, since only in this way versatile and capable citizens that are able to function in our modern society will be created. The importance of responding to current education needs has motivated the development of this master's degree project. Thus, an innovative proposal to improve the teaching-learning process of the wave's contents of Physics in the last course of high school has been created. With the aim of designing some real learning experiences that promote the development of diverse attitudes, capacities and abilities of students, a methodology based on Problem-Based Learning (PBL) has been chosen, where the raised contexts are directly related to students' daily life. As a result, this project has led to a didactic unit that promotes the active and autonomous attitude of the students, and which is certainly situating the students in the centre of the teaching-learning process, being these ones the only protagonists of their own learning process.

Keywords:

Problem-Based Learning (PBL), contextualization, Science-Technology-Society (STS), Physics, Secondary Education.

ÍNDICE

1.	Introducción y justificación del proyecto	1
1.1.	Justificación y planteamiento del proyecto	2
1.2.	Objetivos	5
1.3.	Descripción del trabajo	6
2.	Marco teórico.....	7
2.1.	Justificación bibliográfica.....	7
2.2.	Aprendizaje significativo	7
2.3.	Desarrollo de las competencias clave	10
2.4.	Didáctica de la Física en Educación Secundaria.....	13
2.5.	Contextualización de la enseñanza	17
2.6.	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).....	21
3.	Propuesta de intervención.....	23
3.1.	Introducción	23
3.2.	Contextualización de la propuesta.....	23
3.3.	Objetivos	24
3.4.	Contenidos	26
3.5.	Competencias.....	27
3.6.	Descripción y secuencia de actividades	29
3.7.	Recursos.....	36
3.8.	Temporalización	37
3.9.	Evaluación.....	38
3.10.	Evaluación de la propuesta	46
4.	Conclusiones.....	49
5.	Limitaciones y prospectiva	52
6.	Referencias bibliográficas	55

Índice de figuras:

Figura 1. Cognición situada y enseñanza de la Esdística en Psicología (Díaz Barriga, 2003, p. 5).....	19
Figura 2: Secuencia de actividades de la propuesta.	29
Figura 3: Vista de la pantalla de la cámara de fotos a través de las gafas de sol polarizadas.....	31
Figura 4: Vista de la pantalla de la cámara de fotos sin gafas de sol.....	32
Figura 5: Sierra de Aralar al mediodía y al atardecer.....	34

Índice de tablas:

Tabla 1: Definición de los grupos de trabajo del ABP.....	30
Tabla 2: Contenidos y competencias trabajados en cada actividad.	36
Tabla 3: Temporalización de las actividades.	38
Tabla 4: Contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje evaluables y competencias	40
Tabla 5: Rúbrica de evaluación.....	43
Tabla 6: Análisis DAFO de la propuesta didáctica.	46
Tabla 7: Encuesta para alumnos.....	48

1. Introducción y justificación del proyecto

En el presente trabajo se desarrolla una propuesta innovadora sobre la didáctica de las Ondas de la asignatura de Física en 2º de Bachillerato, que tratará de responder a los retos educativos actuales. De esta forma, se considerarán las características de la materia y necesidades de aprendizaje del alumnado, los cuales se trabajarán mediante metodologías de aprendizaje que promoverán el carácter activo de los alumnos, para que ellos sean los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje.

Según la Real Academia Española (RAE), una onda es un movimiento periódico que se propaga en un medio físico o en el vacío. Pero más allá de su mera definición, la relevancia y repercusión que tienen las ondas en la realidad actual es mucho más amplia. Hace ya unas cuantas décadas que el conocimiento y dominio de las ondas posibilitaron grandes avances tecnológicos que derivaron en importantes cambios sociales. Por ejemplo, según Niqui (2011), a finales de la década de los 80, la cantidad de aparatos receptores de onda corta rondaba los 600 millones en todo el mundo. Esta tecnología posibilitó la expansión de la comunicación audiovisual, el cual permitía difundir de forma inmediata cualquier información por todo el mundo.

Es indiscutible el impacto que ha tenido la tecnología inalámbrica en la sociedad actual. Además de mejorar y facilitar todo tipo de transmisión de información, el alcance de dicha influencia ha revolucionado la forma de entender la comunicación y ha creado nuevas vías de debate, diálogo y toma de decisiones colectivas, que en muchos casos han posibilitado movilizaciones socio-políticas basadas en estas nuevas vías de comunicación (Castells, 2008).

El término “ondas” es un concepto muy general, bajo el cual se encuentra una división muy amplia de fenómenos, que se diferencian por tener características y, cómo no, aplicaciones diferentes. Esta evolución tecnológica de ritmo tan frenético viene marcando las tendencias de una sociedad que en poco se parece a la de hace unas pocas décadas. Esto mismo nos hace darnos cuenta que vivimos en una sociedad más cambiante que nunca, y que según las prospectivas del presente, dicha tendencia se mantendrá en los próximos años.

Bauman (2005) definió el concepto de modernidad líquida, en el cual la sociedad se caracteriza por su carácter variable e inestable. Lejos de la “solidez” de la realidad de épocas pasadas, las concepciones, ideas, políticas y valores actuales están sumidos en un proceso de cambio continuo, lo que repercute directamente en los

fundamentos de una nueva sociedad. En este escenario, Bauman (2005) y Morin (1999) defienden que la educación actual no responde a las necesidades de una sociedad de estas características, por lo que hay que innovar para adaptar los procesos de enseñanza-aprendizaje a este nuevo paradigma. Los conocimientos tienen una fecha de caducidad cada vez más corta, por eso es indispensable que los ciudadanos del mañana estén dotados de capacidad de adquirir, elaborar y transferir conocimientos de forma autónoma. Para conseguir esto, el modelo de enseñanza que se les ofrezca debe estar orientado a promover un carácter activo de los alumnos. Deben aprender a conocer y gestionar su propio aprendizaje, para que a lo largo de sus vidas desarrollos un proceso continuo de aprendizaje, que les sirva para ejercer su ciudadanía de forma responsable y democrática.

Gatto (1992) defiende que para ello es indispensable romper con la dependencia intelectual de los jóvenes. Los alumnos deben primero conocerse a sí mismos, para luego poder aprender a pensar, tomar decisiones propias y generar conocimiento de forma autónoma (Gatto, 1992). Solo así se conseguirá que los actuales alumnos se conviertan en ciudadanos responsables que ejerzan sus funciones sociales de forma democrática y coherente.

Esta realidad “líquida” se ha constituido en gran parte gracias a los avances tecnológicos desarrollados a partir del conocimiento de las ondas. La mayor parte de la ciudadanía hace un uso reiterado de estos instrumentos a lo largo del día, muchos de los cuales no sabrían vivir sin los mismos. No obstante, prácticamente desconocemos los fundamentos básicos de su funcionamiento y sus potenciales impactos en la salud y el medio ambiente, y aparentemente, no nos interesa demasiado.

1.1. Justificación y planteamiento del proyecto

1.1.1. Justificación teórica

Thomas Kuhn publicó en 1962 un trabajo titulado *The Structure of Scientific Revolution* donde insertaba un nuevo concepto llamado “paradigma”, mediante el cual explicaba que la ciencia no solo depende de factores lógicos o intelectuales, sino que, además está influenciado por factores históricos y sociales (Sandín, 2003). Esto significa que la concepción del propio conocimiento científico ha cambiado, ya que se reconoce que la ciencia está determinada por factores afectivos, actitudinales, sociales y políticos. Esto nos hace reflexionar sobre una sociedad cuyo progreso y

sustento depende más que nunca de la ciencia, pero en el cual el rendimiento de los alumnos en relación a las ciencias deja mucho que desear.

En un estudio realizado por Murphy y Beggs (2003), se observó que el interés que tiene el alumnado por las asignaturas de ciencias disminuye conforme van avanzando en sus estudios. Las opiniones de los propios alumnos mostraban que los estudiantes valoran mucho más positivamente las actividades de carácter práctico, frente a los ejercicios escritos que se limitan a la mera memorización de conceptos (Murphy y Beggs, 2003). En estas declaraciones los alumnos también añadían que el aprendizaje desarrollado mediante actividades prácticas y experimentos era mucho más efectivo a la hora de interiorizar conceptos. De esta forma, Murphy y Beggs (2003) concluyen que esta disminución del interés por parte de los alumnos puede ser derivado de la falta de trabajo experimental, de la revisión repetitiva de los temas y contenidos curriculares inadecuados, que poco hacen para despertar el interés de los alumnos.

Solbes, Montserrat y Furió (2007) argumentan que el alumnado tiene una imagen y valoración negativa respecto a las asignaturas de Física y Química, de forma que un 70,8% de los estudiantes los tachan de excesivamente difíciles y aburridas. A esto hay que sumarle el hecho de que los estudiantes perciben estas asignaturas como alejadas de su vida cotidiana, con pocas posibilidades futuras de éxito y con escasas salidas profesionales.

Según los propios alumnos, algunas de las actividades que aumentarían el interés por la Física y la Química serían realizar más trabajos de laboratorio, utilizar las relaciones CTSA, emplear la historia de la ciencia como herramienta didáctica, etc. Solbes et al. (2007) también ven necesario trabajar para mejorar la imagen negativa que tienen los alumnos sobre la propia actividad científica: enseñarles a relacionar el desarrollo científico con cuestiones positivas tales como su contribución en la respuesta a ciertas necesidades humanas, la conservación del medioambiente o actividades pacíficas. Según las conclusiones de este estudio, esta valoración negativa no se considera a la hora de diseñar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Química, por lo que las clases aún se fundamentan en aspectos puramente formales (Solbes et al., 2007).

Son muchos los autores que apuestan cada vez más por trabajar las ciencias desde un enfoque CTS. Siendo esto así, Vilches y Furió (1999) afirman que diversas asociaciones de profesores recomiendan, desde hace ya unas décadas, desarrollar actividades CTS para los diferentes niveles educativos. Las interacciones CTS se

plantean como algo necesario para relacionar el aprendizaje de las ciencias con el medio exterior, ya que, el trabajo científico, como cualquier otra profesión o actividad humana, no se encuentra aislado y es determinado por un medio social que afecta directamente a dicho trabajo. Según Vilches y Furió (1999), esto permitirá que los alumnos tengan una visión de la ciencia más integral y contextualizada.

Como consecuencia de los rápidos cambios que sufre el mundo en la actualidad, Valdmann, Holbrook y Rannikmae (2012) apuntan que nuestra vida diaria está cada vez más afectada por las diferentes tecnologías y logros científicos. Esto ha sobrellevado, en muchos países, a reformas y cambios de paradigma en el ámbito de la educación, por lo que las escuelas ya no se pueden limitar a ser meros transmisores de conocimientos. Las épocas donde la memorización de hechos y contenidos era considerada suficiente ya han quedado atrás y existe una preocupación creciente sobre la necesidad de crear ciudadanos versátiles y capaces de desenvolverse en nuestra sociedad moderna (Valdmann et al., 2012).

Solbes et al. (2007) defienden que es necesario conocer mejor a nuestros estudiantes, para comprender sus ideas y la forma en la que se desarrollan, así como para detectar las necesidades que tienen como ciudadanos de esta sociedad. Siendo esto así, se considera necesario entablar una conexión entre lo estudiado y los hechos cotidianos que los rodean. Solbes et al. (2007) también plantean que la enseñanza de las ciencias debe contribuir a la formación de futuros ciudadanos que puedan desarrollar opiniones propias sobre la realidad y que puedan ejercer sus derechos y obligaciones de forma democrática y responsable. Según Solbes et al. (2007), esto evitará que la información y las decisiones relativas a la ciencia queden limitadas a unas pocas personas y permitirá que los ciudadanos opinen, participen y voten sobre temas relacionados con las ciencias. Valdmann et al. (2012) añaden que una sociedad basada en el conocimiento y la innovación requiere de gente joven formada en una amplia gama de habilidades, así como en la resolución de problemas, habilidades de comunicación y capacidad de razonamiento, entre muchas otras.

1.1.2. Justificación personal

A la autora del presente trabajo le llama especialmente la atención la desconexión que viven las personas respecto a su realidad física y lo que acontece en él, siendo esta una tendencia aún más acusada entre los más jóvenes. Los ciudadanos de la sociedad moderna actual nos caracterizamos cada vez más por vivir absortos en nuestras “burbujas” propias, ignorando cada vez más los acontecimientos que

envuelven nuestras vidas y negando de sentido todo aquello que no nos afecte directamente. Además de tener esta percepción con ciertas problemáticas globales o controversias sociales del día a día, la autora observa que dicha falta de interés se extiende también al ámbito de lo cotidiano, donde al parecer, el ser humano a perdido la curiosidad por conocer la naturaleza de las cosas y fenómenos que lo rodean.

A pesar de que las ondas están presentes continuamente en nuestro entorno y condicionan de forma innegable nuestras rutinas diarias, la autora observa que la sociedad en general desconoce en gran parte los principios y fundamentos de dichos fenómenos. La comunicación verbal, la radio, la televisión por satélite, los *smartphones*, los hornos microondas, tecnología *wifi* y *bluetooth*, el funcionamiento de los mandos a distancia por infrarrojos, etc. condicionan nuestros hábitos, e incluso llegan a ser recursos indispensables para el desarrollo de actividades cotidianas. Para poder tener una opinión propia sobre estos fenómenos y hacer un uso responsable de estas tecnologías, la autora del presente trabajo cree indispensable el logro de una alfabetización científica que posibilite el desarrollo de una opinión propia y promueva la toma de decisiones, para así fomentar una ciudadanía con pensamiento crítico y sentimiento de responsabilidad respecto a la sociedad y el medio ambiente.

Cuando cursaba sus estudios, la autora de este trabajo experimentó una sensación de rechazo por el tema de las ondas y vibraciones porque percibía la complejidad y dificultad de comprensión de ciertos conceptos relacionados con la materia. Fue solo cuando profundizó en el tema y analizó los conceptos con otra perspectiva, que comprendió que las ondas resultan fascinantes, si se enseña realmente cómo deben ser observados y entendidos.

1.2. Objetivos

Los objetivos definidos para esta propuesta didáctica se presentan a continuación:

1.2.1. Objetivo general

El objetivo principal es:

- Crear una propuesta de intervención innovadora para mejorar y enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos de ondas en Física de 2º de Bachillerato basada en la contextualización y el enfoque CTS.

1.2.2. Objetivos específicos

Para lograr el objetivo principal se definen tres objetivos específicos:

- Realizar una revisión bibliográfica que constituya un fundamento teórico fiable y relevante para la propuesta innovadora.
- Realizar un planteamiento de la didáctica de las ondas donde se promueva el aprendizaje activo de los alumnos para que ellos sean los protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Fomentar el desarrollo de habilidades personales, sociales y cognitivas que mejore la capacidad que tienen los alumnos para gestionar su propio aprendizaje.

1.3. Descripción del trabajo

En el próximo apartado se desarrolla el marco teórico en el cual se fundamenta el presente trabajo. En él se describen las conclusiones y posturas de ciertos autores, que se tomarán como referencia a la hora de desarrollar la propuesta innovadora. Una vez definido el marco teórico, se desarrolla la propuesta de intervención, donde se describe de forma más detallada el planteamiento realizado para la unidad didáctica de las Ondas de la asignatura de Física en 2º de Bachillerato. Por último, se concluye el trabajo presentando las conclusiones obtenidas, así como las limitaciones y prospectiva observadas en el presente proyecto.

2. Marco teórico

En este apartado se presenta el marco teórico del trabajo. Éste se divide en varios apartados que buscan recopilar la información necesaria para completar una visión general de los estudios previos publicados sobre el tema. En primer lugar se presenta una justificación de las fuentes de información utilizadas. A continuación, se fundamentan las bases del aprendizaje significativo, desarrollo de las competencias clave, didáctica de la Física en la Educación Secundaria, contextualización en la enseñanza y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

La búsqueda de referencias bibliográficas se ha centrado en bases de datos de carácter académico, donde las fuentes principales han sido la Biblioteca Virtual de la UNIR y el buscador de Google Académico. Estas búsquedas se han realizado empleando las palabras clave más significativas relacionadas con la materia a analizar. Se ha procurado obtener información de fuentes relevantes y fiables que constituyan un fundamento sólido para el desarrollo del presente trabajo.

2.1. Justificación bibliográfica

Con el fin de sustentar el marco teórico en información válida y fiable, se ha desarrollado una búsqueda rigurosa de fuentes bibliográficas de referencia. Por una parte, se han analizado artículos y libros redactados por autores especializados, cuyas aportaciones cubren tanto los aspectos más genéricos, como los más específicos de la presente fundamentación teórica. Por otra parte, también se ha recurrido a fuentes oficiales y legislación europea y española, que han servido para describir el desarrollo histórico y el contexto legislativo vigente en cuanto a ciertos aspectos de la Educación Secundaria.

2.2. Aprendizaje significativo

Tal y como explica Tovar (2005), el constructivismo no defiende que el conocimiento sea una copia exacta de la realidad, sino que se considera una construcción propia del ser humano, que surge de la interacción de su comportamiento cognitivo y social. Siendo esto así, Tovar (2005) defiende que la memorización no es aprender, mientras que el hecho de construir significados sí constituye un aprendizaje. De esta forma, el constructivismo afirma que en dicho proceso de aprendizaje, todas las fases del desarrollo se fundamentan en la anterior,

por lo que los nuevos conocimientos y adquisiciones suponen una reorganización y creación de vínculos con lo adquirido previamente (Tovar, 2005).

La teoría del aprendizaje significativo es a su vez una teoría constructivista, ya que es el propio individuo el que construye y dirige su propio aprendizaje (Rodríguez Palmero, 2010). La misma autora defiende que la teoría del aprendizaje significativo tiene más de cuatro décadas de vigencia, y aunque esté globalmente aceptada y supuestamente integrada en gran parte de las instituciones educativas, no siempre se obtiene el éxito deseado en la práctica del aula. Según Rodríguez Palmero (2010), la teoría establecida por Ausubel resulta ser una teoría psicológica, ya que esta se dedica a estudiar los procesos que se ponen en marcha a la hora de aprender. No obstante, Ausubel no trató temas relacionados con la psicología propiamente dicha, sino que se centró en estudiar la naturaleza del aprendizaje que se da en el aula. De esta forma, para el desarrollo de esta teoría Ausubel analizó problemas como el análisis de los aspectos que afectaban al aprendizaje del alumno, influencia de las características cognoscitivas y personales del individuo, qué aspectos sociales e interpersonales favorecen el proceso de aprender, la motivación y distintas formas de asimilar el conocimiento, etc. (Rodríguez Palmero, 2010).

La teoría del aprendizaje significativo defiende que el nuevo conocimiento se adquiere mediante el proceso de interacción con la estructura cognitiva del individuo, lo que en otras palabras podría expresarse como relacionar los nuevos conocimientos con las ideas previas que el alumno adquirió en el pasado (Rodríguez Palmero, 2010). Estas ideas previas son, al fin y al cabo, los que dotan de significado a los nuevos conocimientos que deben ser adquiridos. Por su parte, Moreira (2012) defiende que esta interacción no se da con cualquier idea previa, sino con cierto conocimiento especialmente relevante que ya formaba parte de la estructura cognitiva del sujeto, lo que Ausubel definiría como *subsunso* o *idea-ancla*.

Tal y como explica Moreira (2012), es más adecuado asociar el término subsunso a un conocimiento específicamente relevante que pueda sostener o enraizar nuevos aprendizajes, en vez de simplificar su significado a un mero conocimiento. Dependiendo de las características de dicho subsensor o idea-ancla, este podrá ser más o menos estable y elaborado, pero cuando un nuevo conocimiento es ligado a la estructura cognitiva del individuo, la propia idea-ancla modifica su significado, lo que deriva en unos subsensores más elaborados, estables, diferenciados, potentes y explicativos (Rodríguez Palmero, 2010).

Tanto Moreira (2012) como Rodríguez Palmero (2010) coinciden en que deben existir ciertas condiciones favorables para que se dé lugar a un aprendizaje significativo:

- El material presentado al alumno debe ser potencialmente significativo: debe contener información que relacione los nuevos conocimientos con las ideas previas de los alumnos y el contenido debe estar bien organizado y contener un desarrollo lógico de la materia a trabajar.
- Predisposición favorable del alumno para desarrollar un aprendizaje significativo, lo que se traduce en una actitud cognitiva proactiva.
- Que el alumno posea unas ideas previas adecuadas sobre las cuales pueda construir el nuevo conocimiento.

Es por esto que, cuanto más claros y estables sean y mejor organizados estén las ideas previas del sujeto, más eficiente será el proceso de aprendizaje y más potencial tendrán los mismos como futuros nuevos anclajes de conocimiento (Moreira, 2012).

En este mismo contexto, Mayer (2002) explica las diferencias entre un aprendizaje mecánico basado en la memorización de conceptos y un aprendizaje verdaderamente significativo, que deriva en una visión mucho más amplia de la adquisición de conocimientos. Según Mayer (2002), el aprendizaje mecánico solamente promueve el proceso de memorización, que da como resultado un aprendizaje repetitivo y carente de significado. En contraposición a esto, el aprendizaje significativo no solo posibilita la retención de nuevos conocimientos, sino que desarrolla la capacidad de transferirlo a situaciones nuevas. Por todo esto, Mayer (2002) reclama la necesidad de ir más allá de la simple memorización y subraya la necesidad de desarrollar procesos cognitivos mucho más diversos tales como los de entender, aplicar, analizar, evaluar y crear.

Rodríguez Palmero (2010) explica que un ambiente de trabajo colaborativo que fomente la interacción intra e interpersonal, donde se desarrollen debates y se realicen contrastes entre iguales y con el docente ayudan a crear un clima favorable para el desarrollo de un aprendizaje significativo. Por eso, esta misma autora le otorga gran importancia al lenguaje, ya que lo define como facilitador indispensable para la interacción y consiguiente adquisición significativa de conocimientos.

Llegados a este punto, donde el aprendizaje significativo es definido como resultante de procesos cognitivos complejos y que a su vez requiere de una interacción social para su desarrollo, Rodríguez Palmero (2010) explica que la teoría del aprendizaje significativo es compatible con las teorías de aprendizaje piagetianas y vigotskyanas,

es más, apunta a estas dos teorías como sustratos en los que se sustenta la teoría del aprendizaje significativo.

Caballero Sahelices (2009) concluye que un aprendizaje significativo es la base fundamental para asegurar la formación científica de los alumnos y para que estos lleguen realmente a comprender los fenómenos físicos que rodean nuestra vida. De igual forma, este tipo de aprendizaje es considerada prometedora para conseguir el desarrollo de diversas competencias que se están promoviendo en las instituciones educativas (Caballero Sahelices, 2009).

2.3. Desarrollo de las competencias clave

Según apunta Figel (2009), debido a la crisis financiera existe una gran tendencia de enfocar los problemas con soluciones a corto plazo. La toma de ciertas acciones urgentes es, por supuesto, necesaria, pero en esta época de crisis también nos tenemos que asegurar de no perder la percepción a largo plazo. Figel (2009) cree que la educación es un cimiento que debe ser construido con vistas a largo plazo. Con más educación podemos conseguir un siglo XXI más “humano” y encaminar nuestra sociedad hacia la paz y la prosperidad, asegurándonos de que la educación esté al alcance de todos y también presente a lo largo de sus vidas (Figel, 2009).

Figel (2009) afirma que la naturaleza del empleo en Europa está cambiando más rápido que nunca. Además añade que para años posteriores se espera un aumento de los trabajos de alta cualificación, por lo que defiende que la formación continua es una necesidad, no un lujo. Por eso Figel (2009) subraya la necesidad de educar a los más jóvenes de acuerdo a estas necesidades y estos valores.

Tal y como apuntan Rychen y Salganik (2003), ya a finales de la década de los 90, concretamente en 1997, nació el proyecto denominado DeSeCo (Definition and Selection of Competencies). Esta iniciativa surgió en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), poco después de emprender el programa PISA (Program for International Student Assessment), cuyo objetivo es el de realizar un seguimiento a los estudiantes que se encuentran al final de su etapa escolar, para así conocer su nivel de adquisición de conocimientos y destrezas (OCDE, s. f.). La tarea principal del proyecto DeSeCo era identificar las competencias clave basándose en fundamentos teóricos y empleando perspectivas de diversa disciplinas (Rychen y Salganik, 2003). De esta forma, tal y como explican estos autores, se organizaron dos simposios internacionales para crear oportunidades para dialogar entre la comunidad de investigadores, analistas y

responsables políticos de nivel nacional, líderes de áreas sociales y representantes de organizaciones internacionales.

Rychen y Salganik (2003) explican que estas competencias clave no se constituían como entidades independientes, sino como una constelación de múltiples competencias clave interrelacionadas que adquieren diferente forma dependiendo del contexto y los factores culturales del momento. De esta forma, hubo un consenso entre estudiosos y expertos, que asumiendo las demandas de la sociedad, reclamaron un desarrollo mayor de la complejidad mental, que implicaba un pensamiento crítico y un enfoque reflexivo y holístico (Rychen y Salganik, 2003). Siendo esto así, según la OCDE (s. f.), una competencia es más que conocimientos y destrezas, implica poseer la habilidad de responder a problemas complejos, apoyándose y desarrollando diversos recursos psicosociales en un contexto en particular. En este marco, el proyecto DeSeCo clasificó dichas competencias clave en tres amplias categorías, que al mismo tiempo se dividían en varias subcategorías (OCDE, s. f.):

- Usar las herramientas de forma interactiva.
 - La habilidad para usar el lenguaje, los símbolos y el texto de forma interactiva.
 - Capacidad de usar este conocimiento e información de manera interactiva.
 - La habilidad de usar la tecnología de forma interactiva.
- Interactuar en grupos heterogéneos.
 - La habilidad de relacionarse bien con otros.
 - La habilidad de cooperar.
 - La habilidad de manejar y resolver conflictos.
- Actuar de manera autónoma.
 - La habilidad de actuar dentro del gran esquema.
 - La habilidad de formar y conducir planes de vida y proyectos personales.
 - La habilidad de afirmar derechos, intereses, límites y necesidades.

No obstante, tal y como afirma Briñas (2010), España, junto con países como Austria, Portugal, Luxemburgo o Francia, optó por el modelo mixto que había sido propuesto por la Comisión Europea, donde se combinan las competencias transversales y las áreas disciplinares, para dar lugar a las competencias clave. De esta forma, el marco normativo curricular español se desmarcó del modelo propuesto por DeSeCo.

Según la Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, es necesario promover una sociedad basada en el conocimiento, ya que solo así se podrá hacer frente a los nuevos retos a los que se enfrenta Europa. Esta recomendación estaba orientada a desarrollar una educación de calidad, que estuviera adaptada al contexto social y a las necesidades del futuro. Siendo esto así, en la Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo se subraya la necesidad de facilitar a la juventud los medios necesarios para desarrollar las competencias clave que les ayude a afrontar distintas situaciones y dificultades a lo largo de su vida, además de servirles como base para la vida laboral y la formación continua.

En este contexto, tal y como indica Briñas (2010), la Ley Orgánica de Educación del año 2006, más conocida como LOE, introdujo las Competencias Básicas como elemento fundamental del currículo. No obstante, pocos años después, la llamada LOMCE (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la Mejora de la Calidad Educativa*) implicó ciertas modificaciones, que en el caso de las competencias supuso algunos pequeños cambios. De esta forma, y siguiendo las pautas marcadas por la Recomendación 2006/962/CE, las competencias clave que están vigentes a día de hoy se incorporaron a la normativa curricular española.

Por consiguiente, en la LOMCE las competencias se entienden como un “saber hacer” que se aplica en diversos contextos académicos, sociales y profesionales, donde se le da igual importancia tanto al propio conocimiento adquirido, como al propio procedimiento de aprenderlo. Como no podría ser de otra forma, la denominación y el significado de dichas competencias adquieren el mismo sentido otorgado por la Unión Europea. De esta forma, se entiende que “las competencias clave son aquellas que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personal, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo” (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la Mejora de la Calidad Educativa*, p. 170). En este mismo contexto, la LOMCE deja claro que el papel del docente es fundamental, ya que será el responsable de diseñar y fomentar situaciones de aprendizaje verdaderos, donde se requiera que los alumnos resuelvan problemas, apliquen y transfieran los conocimientos adquiridos y se promueva la actitud activa de los alumnos.

Como ya se ha expuesto anteriormente, el aprendizaje basado en competencias que se propone se caracteriza por la transversalidad y su carácter integral. De esta forma, las competencias se definen literalmente como “capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de

lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos” (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la Mejora de la Calidad Educativa*, p. 172). De esta forma, en el sistema educativo español se definieron las siguientes competencias clave:

- a. Comunicación lingüística.
- b. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c. Competencia digital.
- d. Aprender a aprender.
- e. Competencias sociales y cívicas.
- f. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- g. Conciencia y expresiones culturales.

2.4. Didáctica de la Física en Educación Secundaria

Tal y como afirma Mallart (2001), desde la perspectiva etimológica, el origen de la palabra didáctica procede del griego, donde todos los términos relacionados con esta palabra están vinculados a acciones como enseñar, instruir o explicar con claridad. Desde aquellas épocas de la antigüedad clásica hasta la Edad Media, se conoce que el término “didáctica” siempre ha estado ligado a un género literario, al que pertenecían a aquellos libros cuyo principal objetivo era el de formar al lector (Mallart, 2001). Según este mismo autor, la palabra “didáctica” fue utilizada con un significado más actual por Comenio en el siglo XVII, que en su obra *Didáctica Magna*, se refería a dicho término como “el artificio universal para enseñar todas las cosas a todos, con rapidez, alegría y eficacia”. A pesar de pasar ciertas épocas en desuso, el término de “didáctica” pasó por autores como Herbart y Otto Willmann, ambos del siglo XIX, hasta llegar a la época actual, donde el mismo constituye un término muy extendido y normalizado (Mallart, 2001).

Como explica Mallart (2001), existen múltiples autores que han trabajado y estudiado el ámbito de la didáctica, y como cabría esperar, muchos de ellos emitieron distintas definiciones sobre la misma, donde naturalmente describían un concepto fundamentalmente similar con ciertos matices propios de cada autor. En este contexto, el propio Mallart (2001) se aventura a realizar su propia definición diciendo que “la didáctica es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del educando” (p. 5). Aún hablando de términos generales, Mallart (2001) ya habla de la importancia del aspecto práctico de la enseñanza, subrayando su gran valor

formativo y acentuando la necesidad de experimentar y reflexionar de forma tanto individual como colectiva.

En cuanto a la didáctica de las ciencias, Sanmartí (2009) afirma que su investigación se constituye a partir del ya mencionado constructivismo, el cual ha sufrido ciertas variaciones desde su creación, pero que hoy en día aún sigue fundamentando este campo. A pesar de que el constructivismo y el concepto de aprendizaje significativo derivado del mismo gozan de un reconocimiento muy amplio, esto no se traduce en prácticas constructivistas normalizadas que dan lugar a dinámicas de aula con resultados siempre exitosos. Por suerte o por desgracia, tal y como afirma Sanmartí (2009), existen muchas variables que influyen en el proceso de aprendizaje, donde una gran cantidad de las mismas no pueden ser controladas a través del diseño y aplicación curricular. De esta forma, para categorizar estas variables Sanmartí (2009) define distintos agrupamientos, donde enmarca los componentes científicos (relativos a la “ciencia” de la didáctica), los técnicos (los referentes a las “tecnologías” didácticas), los personales (el “arte” de cada docente) y, finalmente, los componentes ideológicos (relacionados con los “valores”):

- Las numerosas investigaciones realizadas en el campo de la didáctica de las ciencias han dado lugar a un amplio conocimiento científico, por lo que no tiene ningún rigor profesional basar las prácticas docentes únicamente en la experiencia y en el sentido común. Tal y como se hace en otros campos como el de la medicina, es indispensable que las prácticas docentes actuales se fundamenten en el conocimiento adquirido de investigaciones científicas.
- Igualmente son importantes los conocimientos tecnológicos, ya que el proceso de enseñanza-aprendizaje requiere de diversas técnicas y recursos para su desarrollo, los cuales dependerán en gran medida tanto del contexto como de los avances tecnológicos del momento.
- El arte del docente, su capacidad de comunicarse y empatizar con los alumnos también es un factor muy influyente, que a pesar de que en algunos casos se llegue a creer que es innato, se ha podido comprobar que también se pueden desarrollar y mejorar estas aptitudes mediante la formación.
- La ideología que pueda tener el profesor también afecta al proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que su práctica docente estará claramente guiada por sus creencias y valores (qué materia se debe priorizar, metodologías empleadas en el aula, el uso que se hace de la evaluación, el tipo de atención prestada a los alumnos con dificultades, etc.).

De la misma forma, Sanmartí (2009) defiende que el hecho de ejercer la docencia en el ámbito de las ciencias de forma competente requiere formación en una gran diversidad de campos. Según este mismo autor, esto implica que además de tener los conocimientos científicos especificados en el currículum, el profesor debe también tener conocimientos sobre epistemología, psicología, sociología, pedagogía, etc. Esto se debe a que todas estas disciplinas resultan necesarias para diseñar y gestionar adecuadamente el proceso de enseñanza-aprendizaje (Sanmartí, 2009). Siendo esto así, dicho autor expresa lo siguiente:

“El aprendizaje de la profesión de enseñar Ciencias comporta, pues, reconstruir críticamente los propios puntos de vista sobre la ciencia, sobre su aprendizaje y sobre su enseñanza, revisar los valores que lo sustentan y desarrollar un buen número de habilidades que posibiliten tomar las decisiones de enseñanza más adecuadas a las necesidades de unos determinados alumnos y alumnas” (Sanmartí, 2009, p. 25).

Pozo y Gómez (2009) explican que los contenidos de la asignatura de Física en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) se centran en el comportamiento macroscópico de los fenómenos, mientras que en la etapa del Bachillerato, sobre todo en el segundo curso, los contenidos de estudio se vuelven mucho más complejos y abstractos. Según estos autores, los conceptos trabajados en la ESO, e incluso en primero de Bachillerato, son fácilmente relacionables con fenómenos de la vida cotidiana, pero no por ello el estudio de la Física resulta fácil para el alumnado. Pozo y Gómez (2009) achacan esta falta de rendimiento de los alumnos a las contradicciones entre las ideas previas de los mismos y las representaciones idealizadas y simplificadas que se presentan en Física. En cuanto al segundo curso de Bachillerato, que es la etapa que atañe al presente trabajo, los contenidos propios de la asignatura de Física parecen alejarse del mundo cotidiano que conocemos para profundizar en temáticas mucho más abstractas, como puede ser el tema de las Ondas (Pozo y Gómez, 2009). Esto implica que el análisis y estudio de los contenidos se vuelve menos perceptible, acarreando así muchas dificultades de comprensión por parte de los alumnos. Según Pozo y Gómez (2009), el hecho de enfrentarse a conceptos tan abstractos que resultan estar más allá de lo observable e imaginable, hace que sea necesario recurrir a modelos que resulten más perceptibles y tangibles para los alumnos.

Autores como Chrobak (1997) manifiestan que la dificultad de los cursos introductorios a la Física es innegable. Este mismo autor añade que aún en los casos en los que existe predisposición por aprender, la Física genera cierto rechazo entre

los alumnos y añade que “esto hace de la Física una materia difícil, tanto para enseñar como para aprender” (Chrobak, 1997, p. 207).

Tal y como exponen Pozo y Gómez (2009), las concepciones alternativas de los alumnos también pueden acarrear dificultades para el aprendizaje de la Física, ya que estos son creados de forma inconsciente a partir de un aprendizaje asociativo del propio individuo, con la finalidad de establecer regularidades en los fenómenos del entorno para que éste sea más previsible y controlable. Por tanto, se considera de gran importancia trabajar con las concepciones erróneas de los alumnos, para reorientar dichas perspectivas y así evitar malentendidos o contradicciones. Además, añaden que el aprendizaje de las ciencias no se limita a la interiorización de conceptos, sino que el aprendizaje de los procedimientos de trabajo adquiere una importancia equivalente. Por todo ello, Pozo y Gómez (2009) exponen que uno de los recursos más útiles y empleados en este ámbito sea la resolución de problemas.

En este mismo contexto, Pinto Cañón, Martín Sánchez, Escudero González y Redondo Ciércoles (2006) consideran de altamente preocupante la situación que viven la enseñanza de la Física y la Química en la actualidad y advierten que este panorama puede llegar a hipotecar el futuro de las nuevas generaciones, dando lugar a una sociedad con conocimientos científicos muy pobres y escasos. Por todo ello, estos autores concluyen que es necesario realizar un cambio curricular en la Educación Secundaria y atañen dicha responsabilidad no sólo al profesorado de Ciencias, sino que también a la comunidad científica, la sociedad en general, o a ámbitos como la Economía, la Industria y la Universidad.

Otero, Fanaro y Arlego (2009), critican que tanto en la enseñanza media como en la universidad, se ha producido un cambio en los procesos de enseñanza-aprendizaje de asignaturas de ciencias, donde parece ser que las preguntas que daban origen y sentido al saber propio de la materia han caído en el olvido, y ahora la enseñanza se limita solamente a las respuestas. Además de esto, reivindican una concepción más completa del grupo clase, donde explican que estos deben funcionar como espacios de convivencia que posibiliten el desarrollo de la identidad de todos sus miembros en un espacio de armonía y felicidad, donde la aceptación y el respeto entre los diferentes miembros debe ser la base del proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.5. Contextualización de la enseñanza

Para empezar a hablar sobre el “contexto”, es necesario mencionar a Dewey (1938), ya que fue este autor el que introdujo dicho término en el ámbito de la enseñanza y trabajó el significado de dicha palabra como un marco de referencia dentro del cual se situaban diversos elementos que constituían a su vez un entramado común que dotaba de sentido a una situación particular (Zapata Peña, 2016). Según esta visión, el contexto puede ser considerado como un elemento que desempeñe la función de mediador en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, en el cual los alumnos realizan vínculos con un contexto de su vida cotidiana que a su vez les permite desarrollar relaciones y modos de transferencia entre las teorías y conceptos estudiados (Zapata Peña, 2016).

Pozo y Gómez (2009) defienden que los contenidos del currículum deberían seleccionarse en base a los objetivos que se quieran alcanzar, donde estos autores reclaman que el aprendizaje de ciencias debe ser situado en un contexto social donde sobra la información y existe una carencia de marcos conceptuales para la interpretación de dicha información. Por esta razón, Pozo y Gómez (2009) proponen que la educación científica no debería estar centrada en la mera transmisión de datos, sino en dar sentido y explicar el mundo que rodea nuestras vidas, tratar de comprender los principios y fenómenos que lo rigen. En esta misma línea, se afirma que:

A este problema universal está enfrentada la *educación del futuro* porque hay una inadecuación cada vez más amplia, profunda y grave, por un por lado entre nuestros saberes desunidos, divididos, compartimentados y por el otro, realidades o problemas cada vez más poli-disciplinarios, transversales, multidimensionales, transnacionales, globales, planetarios (Morin, 1999, p. 15).

Es por esto que, entre otras cosas, Morin (1999) afirma que no es suficiente con conocer elementos o datos aislados, sino que es necesario ubicar dichas informaciones en su propio contexto, para que de esta forma adquieran sentido. En este mismo contexto, se afirma que el desarrollo cognitivo no está enfocado a elaborar y adquirir conocimientos que son cada vez más abstractos, sino que se dirige hacia su contextualización (Bastien, 1992, citado en Morin, 1999). Este mismo autor, habla de la contextualización como una condición fundamental y necesaria para el aprendizaje.

En esta misma línea, Díaz Barriga (2003) presenta su concepto de cognición situada, mediante el cual expone y defiende que el conocimiento “forma parte y es producto

de la actividad, el contexto y la cultura en el que se desarrolla y utiliza” (p. 2). Este planteamiento presenta el aprendizaje escolar como un proceso de “enculturación” en el que los alumnos van integrándose en una comunidad con unas prácticas sociales características de su propia cultura. Esta visión también sostiene que en el ámbito del aprendizaje, “aprender” y “hacer” son acciones que deben ir siempre de la mano (Díaz Barriga, 2003). Esta misma autora se une a las críticas realizadas sobre modelos de enseñanza que se fundamentan en la transmisión descontextualizada de conceptos abstractos y en conocimientos inertes y poco útiles que dejan muy poco margen a la relevancia social y cultural de las materias. De hecho, Díaz Barriga (2003) defiende la necesidad de promover prácticas educativas auténticas que se basen en un aprendizaje colaborativo y recíproco que de pie a la construcción conjunta de conocimientos.

En este sentido, Díaz Barriga (2003) expone que es imprescindible superar los modelos basados en la repetición y memorización de contenidos descontextualizados e inconexos, y en su lugar, desarrollar situaciones que favorezcan procesos multidimensionales que desemboquen en un aprendizaje significativo. Esta misma autora propone dos dimensiones a través de las cuales se puede mejorar la capacidad de los alumnos para trabajar con situaciones de la vida cotidiana:

- Relevancia cultural: se refiere al planteamiento de ejercicios, actividades, ejemplos, analogías, debates o demostraciones que sean relevantes en la cultura propia de los alumnos.
- Actividad social: esta dimensión concierne al tipo de participación en el aula, donde se puede trabajar en distintos formatos: trabajo colaborativo, discusiones o debates en grupo, juegos de rol, etc.

Cuanto más elevada sea la relevancia cultural y la actividad social del trabajo planteado a los alumnos, mayor será el significado del aprendizaje adquirido. En la Figura 1 se ubican seis ejemplos de actividades en relación a su relevancia respecto a las dos dimensiones mencionadas (Díaz Barriga, 2003).

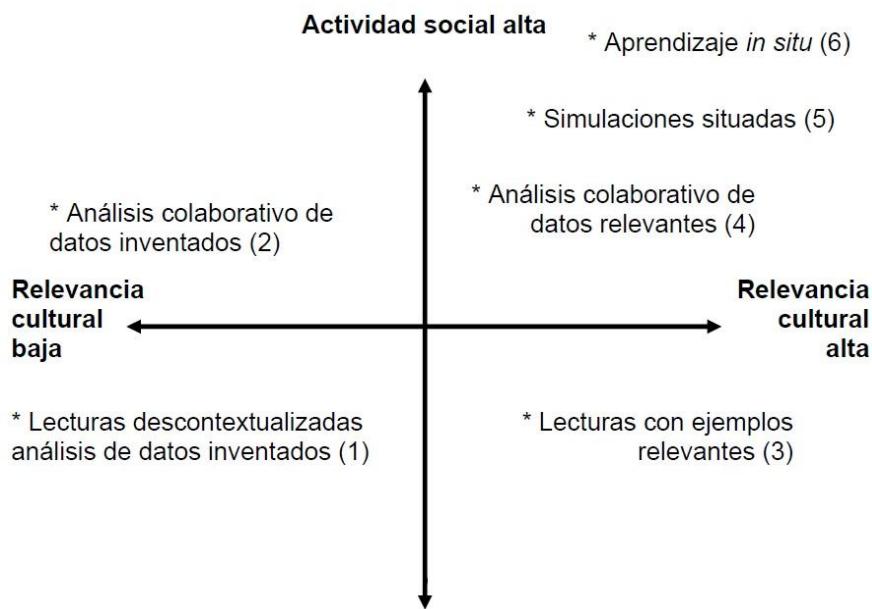


Figura 1. Cognición situada y enseñanza de la Estadística en Psicología (Díaz Barriga, 2003, p. 5).

Siguiendo la misma línea, Fernández Rodríguez (2009) apunta que, de cara al futuro, los currículum de aprendizaje deben tratar de armonizar las experiencias dirigidas al aprendizaje con las estructuras de la vida cotidiana del sujeto, ya que en su opinión, es la única forma de que los conocimientos profesionales adquieran un valor significativo para el alumno. Kolb (1984), por su parte, afirma que el aprendizaje es el mayor de los procesos de la adaptación humana, al cual le confiere un carácter integral y holístico.

En el trabajo de Zapata Peña (2016) la inclusión del contexto social y cultural se presenta como un elemento necesario en el aprendizaje de la Física, donde añade que esta asignatura debe contemplar una visión humanística y un componente cultural que le dé relevancia en el escenario actual. Además, Zapata Peña (2016) analiza diversos trabajos donde se observa que los alumnos le otorgan mayor significado a aquello que han aprendido si tienen capacidad de relacionarlo con el mundo real. Este mismo autor añade que los estudiantes presentan mayor motivación e interés por la materia, si son capaces de reconocer posibles usos o aplicaciones de lo aprendido en futuros contextos profesionales.

Si hablamos de trabajar las Ciencias a través de situaciones de aprendizaje contextualizadas y con una relevancia social y cultural, resulta inevitable relacionar dicha visión con el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), el cual además de ser un campo de estudio de investigación, constituyó, en la década de los años 80 del siglo pasado, una propuesta educativa innovadora (Acevedo, 1997). Si nos centramos en las CTS desde un punto de vista del ámbito educativo, debemos entender dicha

propuesta como un replanteamiento radical del currículum, cuyo propósito principal es el de formar una ciudadanía alfabetizada científica y tecnológicamente (Osorio Marulanda, 2010) que contribuya a crear una ciudadanía más responsable y participativa en las controversias e implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología (Acevedo, 1997). Por todo ello, tal y como define Osorio Marulanda (2010), el campo de las CTS constituye un ámbito multidisciplinar y transversal, donde distintas disciplinas como la sociología, filosofía, economía, política e historia de la ciencia y tecnología interactúan constantemente.

El campo de las CTS que está dirigido a la educación abarca distintos objetivos (Acevedo, 1997):

- Mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, para así aumentar los conocimientos adquiridos por los alumnos en los ámbitos de la ciencia y tecnología, y así atraer a los estudiantes hacia las profesiones relacionadas con estos campos.
- Hacer ver el valor que tienen la ciencia y tecnología, y qué cosas aportan las mismas a la sociedad. Es preciso subrayar los aspectos éticos para que la utilización de la ciencia y tecnología se realice de forma responsable.
- Facilitar el desarrollo cognitivo que dé lugar a una mejor comprensión de la influencia que tienen la ciencia y la tecnología en la sociedad. De esta forma se pretende que los alumnos del presente se conviertan en ciudadanos democráticos y participativos en la sociedad del mañana.

El enfoque CTS empezó a aplicarse en la Educación Secundaria allá por los años ochenta (Acevedo, 1997), y según el estudio realizado por Vázquez-Alonso, García-Carmona, Manassero-Mas y Antoni Bennàssar-Roig (2013), se evidencia que los profesores de Educación Secundaria de Ciencias en España le otorgan a las CTS la capacidad de mejorar sustancialmente los estudios sin suponer una gran inversión de tiempo o recursos. Vázquez-Alonso et al. (2013) concluyen que el profesorado español percibe las CTS como una vía muy útil para tratar temas de actualidad como la responsabilidad civil sobre la contaminación del medio ambiente, el conocimiento humanístico y científico como parte de una cultura, la igualdad de género en los campos de la ciencia y tecnología, o la interdependencia entre la ciencia y tecnología, entre otros.

Para concluir, se recurre a Acevedo (1997), quien manifiesta que ni la sociedad actual ni los ámbitos de educación científica y tecnológica pueden seguir dando la espalda a la formación de jóvenes con capacidades y actitudes que en un futuro

cercano contribuyan a solventar las controversias y problemas sociales que estén relacionadas con la ciencia y tecnología. Acevedo (1997) reclama que “CTS es el camino para ello” (p. 5).

2.6. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Siguiendo el pensamiento de Bauman (2009) y Morin (1999), Tedesco (2005) afirma que, a diferencia del pasado, los conocimientos que adquieren los alumnos en su etapa escolar y universitaria, solo les proporcionará la posibilidad de desempeñarse en un corto periodo de sus vidas, ya que, la obsolescencia o caducidad de los conocimientos es cada vez más temprana. Por todo ello, Tedesco (2005) manifiesta que la educación del presente y del futuro no podrá basarse en la mera transmisión de conocimientos, sino que deberá enseñar a los alumnos a producirlos y utilizarlos. Bajo estos razonamientos subraya la necesidad de “aprender a aprender”.

Para dar respuesta a las necesidades propias de este escenario, se presenta la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), mediante el cual no solo se promueve la adquisición de los conocimientos propios de la materia, sino que los alumnos deben realizar un diagnóstico de sus necesidades cognitivas, deben asumir la importancia de trabajar en equipo, tienen que desarrollar distintas habilidades de análisis y síntesis, así como mostrar una actitud comprometida y activa respecto a su propio aprendizaje (Montealegre García, 2016).

Según Montealegre García (2016), el ABP implica, entre otras, las siguientes ventajas:

- Aumentar la motivación de los alumnos: Estos se sienten más involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Se consigue un aprendizaje más significativo: El hecho de aplicar los conocimientos a un problema auténtico facilita su comprensión y asimilación.
- Desarrollo de pensamiento crítico y creativo: El proceso de resolución de los problemas hace que los alumnos desarrollen la habilidad de pensar.
- Desarrollo de habilidades de aprendizaje: Los alumnos deben analizar y conocer cómo aprenden, para así desarrollar las estrategias adecuadas.
- Integración del aprendizaje: Los alumnos no se limitan a memorizar, ya que el ABP promueve la comprensión. De esta forma, los estudiantes empezarán a tratar el conocimiento como lo harán en situaciones futuras.

- Mejora de la retención de información: Al tratarse de un aprendizaje significativo, la información es recordada con mayor facilidad.
- Carácter integral: Para la resolución del problema, se realiza un desarrollo transversal entre diferentes disciplinas.
- Desarrollo de habilidades perdurables: Como los alumnos aprenden de forma auto-gestionada y auto-dirigida, desarrollan la capacidad de afrontar dificultades que les servirá para situaciones futuras.
- Auto-dirección: Los alumnos desarrollan su aprendizaje de forma independiente, responsable y autónoma.
- Desarrollo de habilidades sociales: La interacción entre alumnos promueve las habilidades de trabajo en equipo.
- Desarrollo de actitud auto-motivadora: El ABP ayuda a los alumnos a que continúen aprendiendo una vez que hayan finalizado su etapa escolar.

Por su parte, Schmidt, Rotgans y Yew (2011), concluyen que el ABP obtiene buenos resultados porque fomenta la activación del aprendizaje previo en pequeños grupos y proporciona oportunidades de elaboración de ese conocimiento. Estos mismos autores apuntan a que estas actividades facilitan la comprensión de la nueva información relacionada al problema y potencia la memorización a largo plazo. Tanto Montealegre García (2016) como Schmidt et al. (2011) coinciden en que los problemas planteados deben ser auténticos, deben estar adaptados al nivel y contexto de los estudiantes, deben promover el debate entre alumnos, deben estar orientados hacia el aprendizaje y ser de interés de los alumnos.

Según Ramaswamy y Ramaswamy (2016) la premisa subyacente de la filosofía del aprendizaje experiencial es que los alumnos aprenden mejor a través de experiencias de aprendizaje que son conducidas por la participación activa y reflexiones sobre estas experiencias. De esta forma, los alumnos desarrollan conocimientos, habilidades y valores de estas experiencias directas. Zapata Peña (2016) le confiere una especial relevancia a la resolución de problemas auténticos contextualizados en el aprendizaje de la Física, ya que estos promueven una rigurosa conceptualización y desarrollo de habilidades cognitivas que les permitan a los estudiantes analizar diversos escenarios, relacionar variables, emitir hipótesis, estudiar comportamientos y alternativas, discutir y proponer distintas soluciones. Además, algunos estudios muestran que los propios alumnos prefieren trabajar con problemas contextualizados, ya que los encontraban más interesantes (Zapata Peña, 2016).

3. Propuesta de intervención

3.1. Introducción

En base a todo lo expuesto anteriormente, en la presente propuesta de intervención innovadora se desarrollará un trabajo fundamentado en el ABP basado en la contextualización y el enfoque CTS, donde se tratará de trabajar con problemas auténticos que los alumnos puedan identificar con situaciones de su vida cotidiana. Mediante las actividades propuestas se promoverá el desarrollo de las competencias clave, a la vez que se potenciará el aprendizaje significativo de los alumnos.

La propuesta de intervención está dividida en diferentes apartados, donde se aporta información relevante sobre el contexto donde se aplicará la propuesta, así como información detallada de la unidad didáctica: objetivos, contenidos, competencias, descripción y temporalización de las actividades, recursos necesarios para su desarrollo y una descripción de la evaluación, tanto de los alumnos como de la propia propuesta didáctica.

3.2. Contextualización de la propuesta

Esta propuesta didáctica está dirigida al aula 2B de segundo de Bachillerato perteneciente a un instituto público que se encuentra situado en un municipio de 7.500 habitantes en el noroeste de Navarra. Se trata de una zona montañosa donde abundan los pequeños municipios que en la mayoría de los casos no cuentan con centros educativos que imparten clases a nivel de Bachillerato. Por todo ello, el presente instituto acoge a alumnos de diversos municipios de los alrededores. A pesar de tratarse de una zona bastante rural, existe un gran potencial industrial en la zona, por lo que la mayoría de los estudiantes pertenecen a familias de nivel adquisitivo medio-alto.

El grupo 2B está compuesto por 21 alumnos: 12 chicos y 9 chicas. Dos de los alumnos son descendientes de familias que emigraron de Marruecos, pero que se han criado en esta misma zona, por lo que dominan el idioma local (Euskera) y se encuentran perfectamente integrados en el grupo clase. Por otra parte, hay varios alumnos (2 chicos y una chica) que suelen mostrar dificultades para concentrarse y tienen poco hábito al trabajo. A pesar de que les cuesta centrarse en clase, la inercia de trabajo del grupo les impulsa y les ayuda a mostrar un comportamiento más serio y responsable. Por lo demás, aparte de una alumna más aventajada, el resto de la

clase muestra una actitud adecuada y su rendimiento académico es, en general, satisfactorio.

A pesar de que el centro educativo lleva unos años tratando de implementar nuevas metodologías de aprendizaje, la mayoría de las sesiones se desarrollan en base a un modelo de enseñanza expositivo, donde los profesores tienen en cuenta las ideas previas de los alumnos y procuran que las clases sean participativas, pero donde los alumnos están acostumbrados a actuar como meros receptores de información.

En cuanto al marco legal, para el desarrollo de la presente propuesta didáctica se han considerado tanto la legislación estatal como la autonómica. De esta forma, esta unidad didáctica se ha desarrollado en base a los requisitos curriculares marcados por la LOMCE y el Decreto Foral 25/2015, de 22 de abril, del Gobierno de Navarra, *por el que se establece el currículo de las enseñanzas del Bachillerato en la Comunidad Foral de Navarra*. Por tanto, toda acción docente debe estar diseñada en base a los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables fijados en esta legislación, con la finalidad de que los alumnos alcancen los objetivos y desarrollos las competencias detalladas en las mismas. La legislación autonómica subraya el papel fundamental del docente para crear situaciones de aprendizaje que promuevan la resolución de problemas, transferencia de conocimientos a distintos contextos, el trabajo en equipo, la capacidad de aprender por sí mismos y el carácter activo del alumnado. Por todo esto, dentro del marco legislativo se otorga cierta autonomía a los centros, donde es tarea del profesorado elegir las metodologías y enfoques más apropiados para conseguir el éxito académico de los alumnos.

3.3. Objetivos

En cuanto a los objetivos que se pretenden alcanzar mediante esta propuesta didáctica, podemos diferenciar entre los objetivos generales y los específicos. Los objetivos generales estarán relacionados con aquellos logros más genéricos o transversales definidos para la presente etapa educativa. Los objetivos específicos, por su parte, estarán relacionados con los logros propios de la materia, que en este caso se tratará de las Ondas en la asignatura de Física.

3.3.1. Objetivos generales

A través de la presente propuesta didáctica, se pretende lograr ciertos objetivos marcados por la legislación estatal y autonómica vigente, a los que se han sumado

otros objetivos complementarios relacionados con las características propias de la propuesta:

- a) Desarrollar actitudes y habilidades sociales que promuevan la adquisición de una conciencia cívica responsable, que posibilite la creación de una ciudadanía democrática y que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
- b) Afianzar habilidades inter- e intrapersonales que les permita a los alumnos actuar de forma autónoma y responsable, y que promueva el desarrollo del espíritu crítico.
- c) Fomentar la igualdad de oportunidades, sin discriminar a las personas por cualquier condición de género o circunstancia personal o social.
- d) Consolidar hábitos de estudio, lectura y disciplina que posibiliten y afiance el desarrollo personal de los alumnos.
- e) Dominar la expresión oral y escrita, tanto de la lengua castellana como el de la lengua cooficial de Navarra, el euskera.
- f) Emplear las tecnologías de la información y de la comunicación con responsabilidad.
- g) Conocer y valorar de forma crítica las diversas realidades del mundo y participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.
- h) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas de la modalidad.
- i) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales del método científico y de la investigación. De la misma forma, conocer y valorar la contribución de la ciencia y de la tecnología a nuestra vida cotidiana, y consolidar una sensibilidad y respeto hacia el medio ambiente.
- j) Consolidar el espíritu emprendedor, promoviendo la creatividad, iniciativa, flexibilidad, trabajo en equipo, sentido crítico y confianza en uno mismo y en los demás.
- k) Desarrollar hábitos saludables que combinen el contacto con el medio ambiente y las relaciones sociales como vía para conseguir un bienestar individual y colectivo.
- l) Crear una conciencia real sobre el interés y la necesidad de aumentar el conocimiento, como base fundamental para la vida tanto personal como profesional de las personas.

3.3.2. Objetivos específicos

Para las actividades planteadas en la presente propuesta se marcan los siguientes objetivos específicos:

- a) Conocer las características y peculiaridades de los distintos tipos de ondas.
- b) Reconocer e interpretar fenómenos como la difracción, reflexión, dispersión y polarización de las ondas.
- c) Comprender y aplicar el principio de Huygens para explicar distintos fenómenos ondulatorios.
- d) Interpretar el espectro electromagnético y comprender el significado de dicha clasificación.
- e) Relacionar los conceptos estudiados con los contextos analizados en las actividades.
- f) Valorar la importancia del conocimiento científico para explicar y comprender la realidad de nuestra vida cotidiana.
- g) Desarrollar, interpretar y expresar los conceptos y procesos trabajados en las actividades de forma razonada y coherente.
- h) Operar de forma organizada y lógica durante el desarrollo de las actividades en grupo.
- i) Cooperar y mostrar una actitud activa y participativa como miembro responsable del grupo.
- j) Demostrar la adquisición de habilidades sociales que permitan trabajar en equipo en base a términos de empatía, respeto y solidaridad.

3.4. Contenidos

Los contenidos que se trabajarán en esta unidad didáctica se han planteado de acuerdo a los marcos curriculares definidos en la LOMCE y el Decreto Foral 25/2015, de 22 de abril, del Gobierno de Navarra, *por el que se establece el currículo de las enseñanzas del Bachillerato en la Comunidad Foral de Navarra*. En los cuales, para la presente etapa educativa (2º de Bachillerato), se considera el Bloque 4 que corresponde al tema de Ondas. Durante el desarrollo de las actividades planteadas para la presente unidad didáctica, se trabajarán aquellos contenidos marcados por la legislación que se creen más relevantes en relación a las características de dicha propuesta. De esta forma, también se profundizará en conceptos como la polarización, el principio de Huygens y las características de la luz. Siendo esto así, con las actividades propuestas, se pretende que los alumnos desarrollen los siguientes contenidos:

- Clasificación y magnitudes que caracterizan a las ondas.
- Fenómeno de reflexión y difracción. Principio de Huygens.
- Ondas longitudinales: el sonido.
- Ondas electromagnéticas.
- Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas.
- El espectro electromagnético.
- Las características de la luz.
- Fenómeno de dispersión. El color.
- Fenómeno de polarización.

3.5. Competencias

Según el marco legal definido por la LOMCE, se definen siete competencias clave que, en el transcurso de cada etapa educativa, deben ser desarrollados por el alumnado. Tal y como indica la legislación, en la presente propuesta didáctica, se tratará de integrar más de una competencia en una misma actividad, por lo que en total se trabajarán seis de las siete competencias clave. De esta forma, a continuación se detalla de qué forma o en qué situación se desarrollará cada una de las competencias clave planteadas:

a. Comunicación lingüística (CCL):

La competencia clave relativa a la comunicación lingüística se trabajará ampliamente, ya que esta estará presente a lo largo de todo el proceso de las actividades planteadas. Por un lado, los alumnos deberán comunicarse de forma oral para organizar el trabajo en grupo y durante el desarrollo de las exposiciones orales, y por otro, también deberán emplear la comunicación escrita durante la recopilación y análisis de la información. El desarrollo de estas habilidades también estará presente durante la redacción de los informes y desarrollo de las exposiciones.

b. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):

Esta competencia también se desarrollará de forma considerable, dado que los estudiantes deberán recurrir al conocimiento científico y tecnológico durante todo el proceso de resolución de problemas. Se puede decir que, junto con la comunicación lingüística, esta competencia constituye una base fundamental para el desarrollo satisfactorio de las actividades propuestas.

c. Competencia digital (CD):

Los alumnos emplearán ordenadores con conexión a internet para la búsqueda, análisis, recopilación y tratamiento de información, por lo que se promoverá el desarrollo de un adecuado manejo de estas tecnologías. Además de esto, las memorias y presentaciones de diapositivas que tendrán que realizar en grupos, se desarrollarán empleando programas de Microsoft Office (Word y Power Point), lo que les ayudará mejorar sus capacidades y aptitudes respecto a estas aplicaciones. Por último, también es relevante el empleo de Kahoot (s.f.), mediante el cual los alumnos podrán familiarizarse con las distintas posibilidades de aprendizaje que ofrecen las nuevas tecnologías.

d. Aprender a aprender (CPAA):

Considerando que el ABP constituye una metodología donde los alumnos deben generar su propio conocimiento de forma autónoma, la competencia de “aprender a aprender” también será una de las grandes protagonistas de la presente propuesta. Después de la presentación inicial de la actividad, los grupos de alumnos deberán planificar, organizar y gestionar su propio proceso de aprendizaje de forma autónoma. Esto les ayudará a conocer mejor sus propias necesidades y a emplear diversas estrategias que resulten más convenientes en cada caso. Estas experiencias de aprendizaje fomentarán el desarrollo de capacidades que los alumnos serán capaces de transferir a situaciones futuras, lo que les ayudará a dirigir su aprendizaje de forma personalizada y consciente.

e. Competencias sociales y cívicas (CSC):

Durante el desarrollo de las actividades en grupo, los alumnos desarrollarán habilidades sociales y aprenderán a trabajar en equipo. Experimentarán situaciones de desacuerdo y conflicto, donde deberán aprender a gestionar sus propias emociones y mostrar una actitud tolerante, respetuosa y de empatía con sus compañeros. El hecho de aprender a manejarse en estas situaciones les facilitará participar de una forma eficaz y constructiva en la vida social.

f. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIE):

Tal y como se ha mencionado previamente, en el ABP se promoverá el aprendizaje autónomo de los estudiantes, de forma que cada grupo deberá organizarse para tratar de resolver el problema planteado en cada actividad. Esto significa que cada grupo deberá auto-gestionarse y organizarse para lograr dicho objetivo, por lo que

sus participantes deberán mostrar sentido de iniciativa para la toma de decisiones que será tan fundamental para encaminar el desarrollo de su trabajo.

3.6. Descripción y secuencia de actividades

En la presente propuesta didáctica se desarrolla una secuencia de tres actividades (Figura 2) que describen ciertos fenómenos que nuestros protagonistas, los alumnos en este caso, observarán a lo largo de un supuesto día de verano.

Para el desarrollo de esta unidad didáctica, nuestros alumnos se trasladarán a un día soleado de verano, donde todos juntos vivirán ciertas experiencias que les harán reflexionar e indagar sobre la naturaleza de las ondas. Siendo esto así, para el desarrollo de la primera actividad, nuestros alumnos realizarán una supuesta excursión al campo, donde disfrutarán de un día soleado y aprovecharán la ocasión para sacar fotografías en el medio natural. Después de una larga caminata, y antes de llegar a casa, los alumnos se ven sorprendidos por un anochecer teñido totalmente de rojo, que los situará en la segunda actividad. Por último, a pocos minutos de llegar a su barrio, nuestros protagonistas contemplan que las nubes de evolución que se han ido formando en las últimas horas han desencadenado una gran tormenta eléctrica. Los alumnos se resguardan en un bar cercano, y mientras esperan a que el tiempo se calme, observan la tormenta a través de la gran cristalera del local y desarrollan la tercera actividad.



Figura 2: Secuencia de actividades de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se ha mencionado en el apartado “3.2 Contextualización de la propuesta”, los alumnos no están acostumbrados a trabajar mediante la metodología ABP, por lo que se prevén ciertas dificultades para que los grupos de alumnos desarrollosen las actividades de forma totalmente autónoma. Por esta razón, y para que los alumnos vayan adaptándose gradualmente a este nuevo método, se han definido unos hitos intermedios que los alumnos deberán ir alcanzando para resolver el problema de forma coherente y ordenada. Así, se prevendrá que los alumnos se desanimen y se evitará que el profesor tenga que intervenir con demasiada frecuencia para que los alumnos puedan avanzar en sus trabajos.

A pesar de que Montealegre García (2016) propone grupos de trabajo constituidos por 6-8 integrantes, en la presente propuesta se plantearán grupos de trabajo un poco menores (5-6 estudiantes). Esto se debe a que, como se ha mencionado previamente, los alumnos del grupo clase al que va dirigida la propuesta no están acostumbrados a trabajar con esta metodología, por lo que se considera que el trabajar en grupos de 6 a 8 integrantes podría acarrear mayor desorganización y falta de disciplina en los grupos. De esta forma, para este planteamiento se apuesta por unos grupos más reducidos. Siendo esto así, y dado que hay 21 alumnos en este aula, se propone trabajar en cuatro grupos, donde tres de los cuales estarán formados por cinco alumnos y el cuarto grupo estará constituido por seis estudiantes. Con el fin de promover valores de igualdad entre géneros y con la idea de dar una mejor respuesta a la diversidad, se ha procurado que los grupos sean lo más equilibrados posibles, tanto desde el punto de vista de género como de rendimiento académico (ver Tabla 1).

Tabla 1: Definición de los grupos de trabajo del ABP.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
	α	α	
α	β		

Chicos
 Chicas

α: Alumnos con dificultades de concentración (dos chicos y una chica).

β: Alumnos aventajados (una chica).

Fuente: Elaboración propia.

A no ser que durante el desarrollo de las actividades se perciban ciertas actitudes o acontecimientos que requieran lo contrario, estos cuatro grupos de trabajo se mantendrán a lo largo de las tres actividades propuestas.

3.6.1. Actividad 1: Excursión fotográfica.

Para iniciar la actividad, el profesor planteará a los alumnos un contexto y un problema que deberán resolver:

Contexto: “Hace un día espléndido y hemos planeado una excursión a la cercana sierra de Aralar con los amigos y aprovecharemos para sacar fotografías del medio natural. Vamos bien equipados: ropa y calzado adecuado, comida, agua, gorro, protección solar y gafas de sol”.

Problema: “Nos damos cuenta de que, dependiendo de cómo posicionamos la cámara de fotos (en horizontal o en vertical), la imagen de la pantalla se ve correctamente o totalmente negra (Figura 3). ¿Se habrá estropeado? Nos quitamos las gafas de sol y comprobamos que las imágenes de la pantalla son visibles en ambas posiciones (Figura 4). ¿Por qué en ciertas posiciones no vemos la imagen de la pantalla si llevamos las gafas de sol puestas?”.



Figura 3: Vista de la pantalla de la cámara de fotos a través de las gafas de sol polarizadas. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4: Vista de la pantalla de la cámara de fotos sin gafas de sol. Fuente: Elaboración propia.

Para que los alumnos puedan experimentar este fenómeno en clase, el profesor llevará al aula una cámara de fotos y unas gafas de sol polarizadas. De esta forma, los alumnos podrán comprobarlo uno por uno antes de iniciar el trabajo en grupo.

Para tratar de resolver este problema, los grupos de alumnos deberán seguir los pasos marcados por las siguientes fases, los cuales les servirán de orientación durante su desarrollo:

Fase 1: Analizar qué tipos de cristales se emplean en las gafas de sol: polarizadas o no polarizadas.

Fase 2: Comprender el fenómeno de polarización.

Fase 3: Conocer las posibles propiedades de la luz emitida por la pantalla de la cámara de fotos.

Fase 4: Emitir una hipótesis que explique el fenómeno presentado.

Una vez que los alumnos hayan resuelto el problema, cada grupo deberá reflejar todo el trabajo desarrollado en un informe de 2-4 páginas, el cual debe seguir la siguiente estructura:

- a) **Descripción del problema:** planteamiento y descripción del problema que deben resolver.
- b) **Planificación del trabajo:** una breve explicación sobre cómo van a desarrollar el trabajo: cómo se van a repartir las diferentes tareas y responsabilidades, definir unas pautas de temporalización, etc.
- c) **Desarrollo:** la secuencia de fases planteada y su desarrollo detallado.
- d) **Resultados y conclusiones:** plasmar las ideas clave obtenidas y las conclusiones que den respuesta al problema planteado.

- e) Bibliografía: detallar las fuentes bibliográficas empleadas para el desarrollo del trabajo.

Para el desarrollo de los informes, los alumnos también deberán respetar los requisitos de formato que les facilitará el profesor al inicio de la actividad. Siendo esto así, las memorias presentadas deberán estar redactadas de acuerdo a las siguientes pautas:

- Márgenes: 2,5 cm superior e inferior, 3 cm izquierdo y derecho.
- Tipo de letra: Calibri.
- Tamaño de letra (normal): 11 puntos.
- Tamaño de letra (títulos): 14 puntos y en negrita.
- Interlineado: múltiple 1,15.
- Alineación: justificada, alineado en los márgenes derecho e izquierdo.

Además de realizar una memoria, los grupos de alumnos deberán desarrollar una pequeña presentación de diapositivas (con Power Point, por ejemplo) con el fin de hacer una exposición de unos 4 minutos al resto de la clase. En esta presentación deberán participar todos los integrantes del grupo y el objetivo será explicar el desarrollo realizado a sus compañeros de clase. Los alumnos podrán emplear una estructura semejante a la planteada para el desarrollo de la memoria de la actividad. Como no podría ser de otra forma, sus compañeros y el profesor tendrán la oportunidad de hacer preguntas al final de cada presentación. Una vez realizadas las presentaciones, el profesor concluirá la actividad con una pequeña intervención donde subrayará las ideas principales y expresará ciertas conclusiones sobre el trabajo realizado por los alumnos.

3.6.2. Actividad 2: Cielo azul de día, cielo rojo al atardecer.

Para comenzar con la segunda actividad, el profesor describe el contexto y el problema que servirán de desencadenantes para el desarrollo de esta actividad:

Contexto: “Después de la larga caminata en Aralar, emprendemos el camino a casa. Mientras vamos charlando sobre las magníficas fotografías que hemos sacado, nos damos cuenta que se nos está haciendo tarde y poco a poco empieza a anochecer”.

Problema: “Después de un día soleado con un cielo azul totalmente despejado, el anochecer se presenta con el cielo y las nubes que hay en él teñidos de un color rojo intenso (Figura 5). ¿Por qué ha cambiado el cielo de color?”.

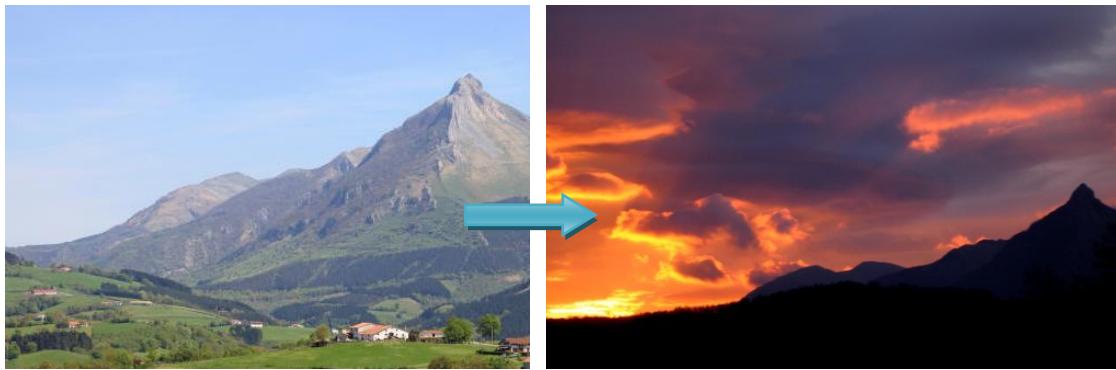


Figura 5: Sierra de Aralar al mediodía y al atardecer. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se definen los hitos que los alumnos deberán emplear como referencia en la resolución del problema:

Fase 1: Identificar qué es la luz solar y qué características tiene.

Fase 2: Conocer las diferencias entre las ondas de luz azul y luz roja.

Fase 3: Analizar el fenómeno de dispersión y reflexión de la luz.

Fase 4: Interpretar y explicar el fenómeno natural mencionado con la información recopilada.

Tal y como se ha realizado en la primera actividad, en este caso los alumnos también deberán realizar un informe y una exposición acompañada de una presentación de diapositivas. La estructura, extensión y duración son las mismas que se han definido para la primera actividad, por lo que se seguirán las mismas pautas. Una vez más, la actividad se dará por concluida cuando el profesor exponga sus conclusiones e ideas principales de dicha actividad.

3.6.3. Actividad 3: ¡Rayos y truenos!

Como no podía ser de otra forma, para la presentación de la última actividad, el profesor también describirá el contexto en el que deberán situarse los alumnos y planteará el problema a resolver:

Contexto: “Ya es casi de noche y cuando estamos a pocos minutos de llegar a nuestro barrio, observamos que el cielo está cubierto por unas enormes nubes de evolución. Para cuando nos damos cuenta, se ha desencadenado una fuerte tormenta eléctrica y decidimos tomar refugio en un bar cercano donde esperaremos a que amaine la tormenta tomando un refresco. El bar tiene una enorme cristalera exterior, de donde se observan los rayos que caen en las montañas”.

Problema: “Todos observamos el espectáculo atónitos y nos percatamos de un fenómeno curioso”. El profesor muestra el video *Extreme Close Lightning in HD compilation! Loud thunder!*. (Robinson, 2012) y plantea el problema a los alumnos: ¿Por qué primero se ve el rayo y después de unos segundos se escucha el trueno? ¿Cómo explicáis que en algunos casos se escuche un trueno proveniente de un rayo que no se ha visto (por ejemplo, si ha caído al otro lado de una gran montaña)?

Para la resolución de dicho problema, los alumnos deben seguir las pautas definidas por los siguientes hitos:

Fase 1: Identificar las diferencias entre la luz visible emitida por el rayo y el sonido del trueno (propiedades y características).

Fase 2: Explicar el fenómeno planteado en la primera cuestión.

Fase 3: Analizar el principio de Huygens y el fenómeno de difracción.

Fase 4: Emitir una hipótesis que explique la segunda cuestión planteada.

De la misma forma en que se ha realizado en las actividades anteriores, en este caso los alumnos también tendrán que desarrollar una pequeña memoria que recopila las ideas más importantes de su proceso de resolución del problema. La extensión y estructura de dicha memoria son las mismas planteadas en la primera actividad. En este caso, en vez de realizar una exposición, la actividad finalizará con un pequeño concurso de Kahoot. Para ello, cada grupo deberá redactar cuatro preguntas sobre la materia trabajada en esta tercera actividad. Junto con cada pregunta, deben plantear cuatro posibles respuestas, de forma que con las preguntas recopiladas en toda la clase, el profesor preparará un Kahoot, que empleará para realizar el concurso de preguntas. Para dicho concurso, cada alumno deberá participar de forma individual, por lo que cada uno necesitará un ordenador propio. La preparación y entrega de estas preguntas y respuestas se realizará antes de entregar la memoria de la actividad, por lo que, mientras el profesor recoge las preguntas y prepara el Kahoot, los alumnos pueden continuar con el desarrollo de la memoria. De esta forma, una vez terminada la memoria, se proseguirá directamente con el concurso de preguntas de Kahoot. En caso de que distintos grupos hayan planteado algunas preguntas que se parezcan mucho, el profesor reemplazará alguna de ellas para evitar repeticiones. Como cada grupo preparará cuatro preguntas y considerando que hay cuatro grupos en total, el concurso estará constituido por una ronda de dieciséis preguntas. Tal y como se ha hecho en las actividades anteriores, en este caso la actividad también se

concluirá con una breve intervención del profesor, donde comunicará las ideas principales y algunas conclusiones sobre el desarrollo de los trabajos.

Siendo esto así, en la Tabla 2 se reflejan de forma esquemática los contenidos y las competencias que se trabajan en cada una de las actividades propuestas para esta unidad didáctica.

Tabla 2: Contenidos y competencias trabajados en cada actividad.

Actividad	Contenidos	Competencias
1	Clasificación y magnitudes que caracterizan a las ondas	CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC, SIE
	Ondas electromagnéticas	
	Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas	
	Fenómeno de polarización	
2	Ondas electromagnéticas	CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC, SIE
	Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas	
	Espectro electromagnético	
	Características de la luz	
	Dispersión y reflexión de la luz blanca. El color.	
3	Clasificación y magnitudes que caracterizan a las ondas	CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC, SIE
	Espectro electromagnético	
	Ondas electromagnéticas	
	Características de la luz	
	Ondas longitudinales: el sonido	
	Principio de Huygens	
	Fenómenos de difracción y reflexión	

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Recursos

En cuanto a los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades propuestas, estos resultan ser básicamente materiales. Cada alumno dispondrá de un ordenador portátil con acceso a internet y con los programas de Microsoft Office instalados. También se necesitará una red de intranet (o equivalente) para que los alumnos pertenecientes a cada grupo puedan compartir y editar información en línea. Los alumnos, además de tener internet como fuente de información, el profesor pondrá a su disposición libros de texto específicos de la materia, para que estos puedan consultarlos durante el desarrollo de la resolución de problemas. Por lo tanto, y considerando que la metodología se basa en el trabajo en grupo, sería muy aconsejable que la disposición de las mesas permitiera que los alumnos se agruparan en sus respectivos grupos de forma que puedan trabajar colaborativamente sin renunciar a la comodidad y ergonomía. En cuanto a las exposiciones, para que los grupos de alumnos puedan acompañar su intervención con la presentación de

diapositivas que hayan preparado el aula deberá contar con un proyector o una pizarra digital.

En referencia al material que necesitará el profesor, este se limitará a lo que pueda necesitar para hacer la presentación y el planteamiento del problema al inicio de la actividad. Siendo esto así, para la primera actividad, el profesor deberá proporcionar una cámara de fotos digital y unas gafas de lentes polarizadas. Para la tercera actividad, por su parte, solamente necesitará un ordenador con altavoces y un proyector o pizarra digital para mostrar el vídeo propuesto.

3.8. Temporalización

A pesar de que en principio se hayan planteado solamente tres actividades, hay que tener muy en consideración el hecho de que los alumnos no están acostumbrados a trabajar con este tipo de metodologías, por lo que es muy probable que les cueste desenvolverse en su desarrollo. Es por esto que, aunque quizá pueda parecer excesivo, se ha planteado dedicarle tres sesiones a cada actividad, de tal forma que constituirían un número total de nueve sesiones, siendo cada una de ellas de 55 minutos.

Tal y como se muestra en la Tabla 3, la temporalización de las tres actividades resulta ser bastante parecida. De esta forma, al principio de cada actividad el profesor realizará una pequeña presentación de unos 5-10 minutos, dependiendo del contenido a exponer, y una breve intervención de conclusiones y comentarios que durará alrededor de unos 5 minutos al final de cada actividad. Exceptuando los 25 minutos dedicados a las exposiciones grupales y al concurso Kahoot, el resto del tiempo intermedio se dedicará al trabajo en grupo de los alumnos, por lo que estos podrán organizarse de la forma que más les convenga, siendo los tiempos marcados en la Tabla 3 totalmente orientativos.

Si se observa la columna “ejecutor” en la Tabla 3, se observará que las intervenciones realizadas por el profesor se desarrollan únicamente al principio y al final de cada actividad, por lo que se pretende que el protagonismo recaiga sobre todo en el trabajo autónomo y auto-gestionado de los propios alumnos.

Tabla 3: Temporalización de las actividades.

Act.	Sesión	Tiempo	Contenido	Ejecutor*
1	1	10 min	Definición de agrupamientos y distribución de la clase	P
			Planteamiento del contexto y problema	P
			Explicar las fases intermedias que servirán de orientación	P
	2	45 min	Observación del fenómeno in situ (cámara y gafas polarizadas)	A
			Desarrollo de la resolución del problema	A
	3	55 min	Desarrollo de la resolución del problema	A
			Iniciar la redacción de la memoria	A
		25 min	Finalizar la redacción de la memoria	A
		25 min	Diseñar presentación de diapositivas y preparar exposición	A
2	4	5 min	Exposiciones de los distintos grupos	A
			Conclusiones y cierre de la actividad	P
		50 min	Planteamiento del contexto y problema	P
	5	55 min	Explicar las fases intermedias que servirán de orientación	P
			Desarrollo de la resolución del problema	A
	6	55 min	Iniciar la redacción de la memoria	A
			Finalizar la redacción de la memoria	A
		25 min	Diseñar presentación de diapositivas y preparar exposición	A
		25 min	Exposiciones de los distintos grupos	A
3	7	5 min	Conclusiones y cierre de la actividad	P
			Planteamiento del contexto y problema	P
		10 min	Explicar las fases intermedias que servirán de orientación	P
	8	45 min	Desarrollo de la resolución del problema	A
			Desarrollo de la resolución del problema	A
	9	55 min	Iniciar la redacción de la memoria	A
			Preparar las preguntas para el Kahoot	A
		25 min	Finalizar la redacción de la memoria	A
		25 min	Desarrollo del concurso Kahoot	P/A
		5 min	Conclusiones y cierre de la actividad	P

* P: Profesor

A: Alumnos

Fuente: Elaboración propia.

3.9. Evaluación

De acuerdo a la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la Mejora de la Calidad Educativa* y el Decreto Foral 25/2015, de 22 de abril, del Gobierno de Navarra, *por el que se establece el currículo de las enseñanzas del Bachillerato en la Comunidad Foral de Navarra*, se definen los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables, que constituirán un fundamento relevante para conseguir una evaluación que valore y reconozca la dedicación, el esfuerzo y el rendimiento de los alumnos de la forma más objetiva posible. Del mismo modo, se considera necesario que la evaluación sea un proceso continuo, formativo e integrador, ya que

solo así se conseguirá orientarlo a la mejora integral del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dado que los contenidos trabajados en las unidades didácticas se han basado en aquellos contenidos definidos en el Bloque 4 de la asignatura de Física de 2º de Bachillerato marcado por la LOMCE, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables expuestos en este apartado también se han desarrollado en base a las pautas definidas por dicha legislación. No obstante, de la misma forma en la que se ha hecho con los contenidos, se han realizado ciertas adaptaciones y ampliaciones de acuerdo a las características de las actividades planteadas.

Toda la información relevante de este apartado se halla reflejada de forma visual y esquemática en la Tabla 4, donde se puede observar cómo se relacionan los contenidos, los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje evaluables y las competencias.

Tabla 4: Contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje evaluables y competencias

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables		Competencias
Clasificación y magnitudes que caracterizan a las ondas.	1. Identificar en experiencias cotidianas o conocidas los principales tipos de ondas y sus características.	1.1.	Explica las diferencias entre ondas longitudinales y transversales a partir de la orientación relativa de la oscilación de propagación.	CMCT, CCL
			1.2.	Reconoce ejemplos de ondas mecánicas y electromagnéticas en la vida cotidiana.
Ondas longitudinales: el sonido.	2. Comprender las características y propiedades del sonido.	2.1.	Reconoce las características del sonido: la velocidad de propagación en el aire y comportamiento ante diversos fenómenos.	CMCT
Ondas electromagnéticas. Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas.	3. Comprender las características y propiedades de las ondas electromagnéticas en fenómenos de la vida cotidiana.	3.1.	Clasifica casos concretos de ondas electromagnéticas presentes en la vida cotidiana en función de su longitud de onda y su energía.	CMCT
El espectro electromagnético.	4. Determinar las principales características de la radiación a partir de su situación en el espectro electromagnético.	4.1.	Establece la naturaleza y características de una onda electromagnética dada su situación en el espectro.	CMCT
Las características de la luz.	5. Comprender las características y propiedades de la luz.	5.1.	Reconoce las características de la luz: la velocidad de propagación y comportamiento ante diversos fenómenos.	CMCT
Fenómeno de reflexión y difracción. Principio de Huygens.	6. Utilizar el principio de Huygens para comprender e interpretar la propagación de las ondas y los fenómenos ondulatorios.	6.1.	Explica la propagación de las ondas utilizando el principio de Huygens.	CMCT, CCL

	7.	Reconocer la difracción y reflexión como fenómenos propios del movimiento ondulatorio.	7.1.	Interpreta el fenómeno de difracción a partir del principio de Huygens.	CMCT
			7.2.	Interpreta el fenómeno de reflexión a partir del principio de Huygens y sus consecuencias.	CMCT, CCL
Fenómeno de dispersión. El color.	8.	Interpretar el fenómeno de dispersión de la luz blanca y la consecuente separación de los colores.	8.1.	Interpreta la separación de los colores como consecuencia del fenómeno de dispersión e identifica sus diferentes características.	CMCT, CCL
Fenómeno de polarización.	9.	Interpretar el fenómeno de polarización y conocer su efecto en las ondas transversales.	9.1.	Interpreta y conoce los fundamentos del fenómeno de polarización.	CMCT, CCL
			9.2.	Determina experimentalmente la polarización de las ondas electromagnéticas a partir de experiencias sencillas utilizando objetos empleados en la vida cotidiana.	CMCT, CCL, SIE

Fuente: Elaboración propia.

Resulta indispensable comentar que todas las competencias que se desarrollarán en las actividades no se han plasmado en la Tabla 4. Esto se debe a que en esta tabla se hace referencia al aspecto más conceptual de la propuesta, por ello, no hay que olvidar que la metodología del ABP y el desarrollo de actividades grupales de redacción de informes y exposiciones, promoverá el amplio desarrollo de la competencia lingüística (CL), digital (CD), la de aprender a aprender (CPAA), las competencias sociales y cívicas (CSC) y el de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIE), tal y como se ha especificado en el apartado 3.5 Competencias.

Considerando los criterios definidos en la Tabla 4, se ha diseñado una rúbrica mediante la cual se calificará el trabajo realizado por los alumnos. En la Tabla 5, se especifican diferentes niveles de logro para cada aspecto relacionado con las actividades, donde se especifica cómo se puntuarán tanto los aspectos más conceptuales, como los procedimentales y actitudinales. Las memorias, las presentaciones de diapositivas, así como las preguntas y resultados del Kahoot se evaluarán mediante evidencias documentales. Por otra parte, la calificación de las exposiciones y la actitud que han mostrado los alumnos durante el desarrollo de las actividades se evaluarán mediante el trabajo de observación realizado por el profesor.

Tal y como se puede observar en la Tabla 5, se han definido cuatro niveles de logro para cada indicador: nivel 1 (suspenso), nivel 2 (aprobado), nivel 3 (notable) y nivel 4 (sobresaliente). A cada nivel se le atribuye una puntuación del 25% del máximo considerado para ese indicador, de forma que si se logra un sobresaliente obtendrá la puntuación máxima definida para ese caso.

En cuanto a los resultados del Kahoot, hay que recordar que cada grupo planteará cuatro preguntas, por lo que el concurso estará compuesto por una ronda de dieciséis preguntas en total. Por una parte, se considerará la puntuación individual que ha obtenido cada alumno en función del número de respuestas acertadas. Por otro, se realizará un ranking global de cada grupo (sumando la puntuación de todos los integrantes del grupo), de forma que el nivel de logro se definirá en función de la posición que haya obtenido cada grupo.

Tabla 5: Rúbrica de evaluación.

INDICADORES		Nivel 1 (suspenso)	Nivel 2 (aprobado)	Nivel 3 (notable)	Nivel 4 (sobresaliente)	Punt. máx.	Competencias
Memoria 40%	Estructura 10%	No incluye todos los apartados o no tiene una estructura coherente. Los apartados no están relacionados entre sí.	Incluye todos los apartados pero el desarrollo de algunos es escaso. Existe relación entre ellos pero se observa una falta de cohesión.	Incluye todos los apartados y el desarrollo es correcto, aunque se observa cierta falta de relación entre ellos.	Incluye todos los apartados, su desarrollo es adecuado y muestran una coherencia entre ellos.	1	
	Redacción 10%	No se cumplen los requisitos de formato establecidos. El lenguaje empleado es demasiado coloquial, es de difícil comprensión y muestra muchas faltas de ortografía.	Se cumplen los requisitos de formato establecidos, el lenguaje empleado es adecuado pero algunos fragmentos resultan difíciles de comprender. Existen algunos fallos de ortografía.	Se cumplen los requisitos de formato y el lenguaje empleado es formal, con vocabulario específico y estructuras elaboradas pero fácilmente comprensibles. No hay faltas de ortografía.	Se cumplen los requisitos de formato y el lenguaje empleado es formal, con vocabulario específico y estructuras elaboradas pero fácilmente comprensibles. No hay faltas de ortografía.	1	CCL, CMCT, CD, CPAA, SIE
	Contenido 20%	Los razonamientos están poco trabajados y no constituyen una resolución del problema presentado.	Aunque no se ha llegado a dar una explicación completa del problema, ciertas reflexiones y razonamientos muestran una comprensión de la materia.	Aunque no se ha llegado a dar una explicación completa del problema, ciertas reflexiones y razonamientos muestran una comprensión profunda de la materia.	Se responde de forma reflexionada y razonada al problema planteado. Las explicaciones muestran un grado alto de comprensión de los casos planteados.	2	

Exposición 30%	Diapositivas 10%	No existe estructura o existe una falta de coherencia entre los apartados. El diseño de las diapositivas no es adecuado (demasiado texto y pocas referencias visuales) o resulta incomprensible.	Aunque la presentación está bien estructurada, el diseño de las diapositivas no es adecuado (demasiado texto y pocas referencias visuales que acompañen a las explicaciones).	La estructura es correcta y el diseño de las diapositivas es adecuado (buen equilibrio entre texto y referencias visuales).	La estructura es correcta y el diseño es sofisticado y creativo. Muestra una buena relación entre texto y referencias visuales. Incluye imágenes y animaciones que facilitan la comprensión de lo expuesto.	1	CCL, CMCT, CD, CPAA, SIE
	Expresión oral 10%	El alumno se expresa con un lenguaje demasiado coloquial y poco adecuado. Resulta difícil de comprender.	Aunque en lenguaje empleado es bastante coloquial, las explicaciones son comprensibles.	En lenguaje empleado es adecuado, habla de forma pausada y fácilmente comprensible.	Se emplea un lenguaje formal y vocabulario específico, con un correcto ritmo de exposición que facilita mucho la comprensión.	1	
	Expresión corporal 10%	El alumno se muestra tenso e incómodo, casi no gesticula. Habla entrecortadamente y es muy difícil de entender.	Aunque el alumno no se desenvuelva cómodamente, trata de mostrar una postura relajada y acompaña sus explicaciones con gestos y movimientos corporales.	El alumno se desenvuelve de forma adecuada y utiliza la expresión corporal para acompañar las explicaciones verbales.	El alumno se muestra relajado y se desenvuelve perfectamente. Emplea la expresión corporal de forma muy natural para acompañar sus explicaciones.	1	

Kahoot 30%	Calidad de las preguntas 10%	Las preguntas planteadas no tienen relación con el tema trabajado.	Las preguntas planteadas están relacionadas con el problema pero no son del todo adecuadas (respuestas demasiado evidentes o demasiado complejas).	Las preguntas están relacionadas con la materia y presentan una dificultad adecuada.	Las preguntas están relacionadas con el tema, muestran un nivel de dificultad adecuado y promueven la reflexión.	1	CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC, SIE
	Puntuación individual 10%	Las respuestas correctas son ≤ 7 .	Las respuestas correctas son > 7 y ≤ 10 .	Las respuestas correctas son > 10 y ≤ 13 .	Las respuestas correctas son > 13 y ≤ 16 .	1	
	Puntuación grupal 10%	Si el grupo ha quedado cuarto en la puntuación total.	Si el grupo ha quedado tercero en la puntuación total.	Si el grupo ha quedado segundo en la puntuación total.	Si el grupo ha quedado primero en la puntuación total.	1	
Actitud 30%	Relación con compañeros 15%	Se muestra distante, tiene comportamiento inadecuado y promueve el conflicto.	Muestra una actitud reservada pero trata de integrarse en el grupo. Es respetuoso con sus compañeros.	Muestra una actitud muy abierta, colaborativa, respetuosa y amable, trata de ayudar y animar a los compañeros más reticentes o pasivos.	Además de mostrar una actitud abierta, colaborativa, respetuosa y amable, trata de ayudar y animar a los compañeros más reticentes o pasivos.	1,5	CCL, CPAA, CSC, SIE
	Interés por el trabajo 15%	Se muestra totalmente desinteresado y su actitud respecto al trabajo es negativa.	Su actitud es bastante pasiva pero intenta involucrarse en el trabajo en equipo.	Muestra una actitud positiva y motivada hacia el trabajo.	Además de demostrar una actitud positiva y motivada, muestra un carácter de liderazgo proactivo que impregna al resto de compañeros.	1,5	

Fuente: Elaboración propia.

3.10. Evaluación de la propuesta

Para realizar una evaluación de la presente propuesta didáctica, por una parte se ha desarrollado un análisis DAFO (Tabla 6), donde se estudian las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que pueden favorecer o dificultar la implementación y éxito de la propuesta.

Tabla 6: Análisis DAFO de la propuesta didáctica.

Factores internos	
FACTORES POSITIVOS	Fortalezas:
	Debilidades:
FACTORES NEGATIVOS	<p>Fortalezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cultura de mejora continua establecida en el centro. ▪ Profesorado motivado por aplicar nuevas metodologías. ▪ Formación continua del profesorado. ▪ Equipo Directivo implicado en la transformación metodológica. ▪ Existencia de recursos necesarios para la desarrollar dichas actividades. ▪ Centro educativo comprometido con la mejora continua, la investigación e innovación educativa.
	<p>Debilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Calendarios muy ajustados (pocas sesiones para tratar muchos contenidos). ▪ Falta de formación del profesorado en la implementación de nuevas metodologías. ▪ Falta de motivación por parte del profesorado. ▪ Dificultad para transferir esta metodología a otras asignaturas. ▪ Falta de compromiso por parte del centro. ▪ Falta de implicación y apoyo del Equipo Directivo y otros profesores. ▪ Alumnos no familiarizados con esta metodología.
FACTORES NEGATIVOS	<p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios legislativos favorables. ▪ Apoyo institucional a nivel local, estatal, etc. ▪ Impulsos por parte de las administraciones para promover la cultura de mejora continua de los procesos de enseñanza-aprendizaje. ▪ Alumnos comprometidos, responsables y motivados. ▪ Existencia de una comunidad educativa implicada, con actitud positiva y ganas de mejorar.
	<p>Amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Currículos muy extensos (contenidos muy amplios). ▪ Legislación estatal muy dirigida a la adquisición de contenidos y menos centrada en aspectos procedimentales. ▪ Gran dependencia de la actitud de los alumnos. ▪ Falta de tiempo para trabajar todos los contenidos curriculares marcados por la legislación. ▪ Posibles dificultades para la compatibilización con futuras etapas formativas y pruebas de selección.
Factores externos	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 se muestran tanto los factores internos como externos, que pueden promover u obstaculizar el desarrollo satisfactorio de la presente propuesta

didáctica. Siendo esto así, hay que asumir que muchos de los mismos vienen establecidos por las características del contexto donde se desarrolla la propuesta, por lo que, habrá que asumirlos y considerarlos durante el diseño de los mismos. De esta forma, habrá que apoyarse y fomentar las oportunidades y fortalezas, y por el contrario, tratar de minimizar las debilidades y amenazas que puedan causar un efecto negativo sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje que se pretende mejorar. Por todo ello, resulta de vital importancia que todos los agentes implicados que componen la comunidad educativa sean conscientes de la importancia y necesidad de promover los hábitos de investigación e innovación educativa enfocados a la mejora continua.

Por otra parte, además del análisis DAFO, se propone realizar una encuesta a aquellos alumnos que hayan desarrollado la presente propuesta didáctica. Mediante esta encuesta se pretende conocer si muchos de los objetivos definidos llegan a causar el efecto deseado en los alumnos. En la Tabla 7 se muestra el cuestionario donde se establece una escala de valoración que abarca del uno al cuatro, donde cada alumno puede expresar su nivel de conformidad para cada punto de forma anónima. A pesar de que la mayor parte del cuestionario está enfocada a la recepción de información cuantitativa, existen un par de preguntas finales donde el alumno puede expresar su opinión de forma más cualitativa.

El objetivo de realizar este cuestionario es el de recibir información útil que pueda servir para evaluar la propuesta didáctica. Como no podía ser de otra forma, dicha evaluación estará enfocada a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que los datos obtenidos deberán ser recogidos y analizados. Estos datos deben llevar a una retroalimentación del proceso, donde se deberán tomar las decisiones y acciones pertinentes para enfocar el mismo en una dirección orientada a la mejora continua. Por tanto, dicha evaluación debe ser considerada como un elemento regulador del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 7: Encuesta para alumnos.

ENCUESTA PARA ALUMNOS					
Clase:	Fecha:	Puntuación			
PUNTOS A VALORAR:		1: Nada; 2: Poco; 3: Bastante; 4: Mucho			
		1	2	3	4
La nueva propuesta me ha parecido interesante.					
La nueva metodología ha aumentado mi motivación por la materia.					
Ha mejorado el nivel de comprensión de conceptos.					
El aprendizaje de conceptos se realiza más fácilmente con esta metodología.					
Además de ampliar conocimientos, he desarrollado capacidades procedimentales y actitudinales.					
He aprendido a cómo generar conocimientos de forma autónoma.					
Me ha ayudado a conocer cuál es la mejor forma de aprender para mí.					
Me ha servido para relacionar los conceptos curriculares con fenómenos de la vida cotidiana.					
Me ha servido para reconocer y transferir los conceptos a otros contextos.					
Además de conceptos propios de la materia, he desarrollado otros aspectos que creo necesarios para el futuro (redacción de informes, realizar exposiciones, etc.)					
Pienso que esta metodología es útil para prepararnos para la vida personal y profesional del futuro.					
He reconocido el potencial del trabajo en equipo.					
Me ha servido para desarrollar y mejorar mis habilidades sociales y de trabajo en equipo.					
He ayudado a mis compañeros y he recibido ayuda por su parte.					
Me he implicado y esforzado en el trabajo.					
Me gustaría realizar más actividades con esta metodología.					
Me gustaría que se aplicara esta metodología en otras asignaturas.					
¿Cúal(es)?					
Puntuación total que le das a la propuesta (sobre 10 puntos):					
Cosas que te han gustado:					
Aspectos a mejorar:					

Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Para el planteamiento de la presente propuesta didáctica se ha partido de la necesidad de mejorar y enriquecer la didáctica relacionada con el tema de Ondas de 2º de Bachillerato, para tratar de adaptarlo a las necesidades actuales tanto de los alumnos como los de la propia sociedad. De esta forma, se ha realizado un análisis del marco teórico para diseñar una propuesta de intervención fundamentada en trabajos de autores de referencia, cuyas aportaciones constituyen una base firme sobre la que se ha diseñado este proyecto. Siendo esto así, la propuesta didáctica se desarrolla en torno al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), donde las actividades se centran en situaciones de la vida cotidiana de los alumnos. A pesar de tratarse de fenómenos comunes y conocidos por los alumnos, la resolución de los problemas requerirá el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas, que promoverá el despliegue de diversas competencias.

Dado que la propuesta no se ha puesto en práctica, actualmente no existen unos resultados reales que se puedan analizar para poder evaluar la propuesta y así obtener unas conclusiones más fiables y contrastadas. Por ello, el presente apartado se centrará en obtener unas conclusiones en base a una reflexión que, como se indicará en la prospectiva, deberá ampliarse con la aplicación práctica de la propuesta.

En referencia a la valoración del logro de los objetivos planteados, se concluye que, dentro del plano teórico, el presente proyecto responde a los objetivos planteados en el apartado correspondiente. En el desarrollo del marco teórico sobre el que se sustenta la propuesta didáctica, se han analizado diversas fuentes bibliográficas, donde muchas de ellas constituyen unos referentes ampliamente reconocidos en el ámbito de la educación. De esta forma, se ha evitado realizar razonamientos o afirmaciones que no puedan ser respaldados por obras o artículos cuya veracidad ha sido comprobada.

En el planteamiento inicial se pretendía promover el aprendizaje activo de los alumnos, por lo que se determina que la propuesta didáctica realizada cumple ampliamente dicho requisito. En todas las actividades planteadas se fomenta el carácter activo del estudiante, de forma que en todo momento se trata de situar al alumnado en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo ellos los protagonistas de estas experiencias de aprendizaje. De la misma forma, mediante las actividades diseñadas se promueve el desarrollo de habilidades personales, sociales

y cognitivas, que dan lugar a un aprendizaje más autónomo y auto-gestionado. Como no podría ser de otra forma, se potencian actitudes y valores que constituyan a unos jóvenes responsables que el día de mañana ejerzan la ciudadanía de forma abierta, democrática y participativa, en base a valores de respeto y empatía hacia los demás.

Considerando los aspectos mencionados previamente, se espera que la propuesta contribuya a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ondas en Física de 2º de Bachillerato. Esta propuesta no solo promoverá el desarrollo de diversas habilidades y competencias, sino que favorecerá el aumento del interés y motivación del alumnado, al mismo tiempo que relaciona los contenidos a estudiar con fenómenos de la vida cotidiana. Esto mejorará la capacidad de transferir conocimientos y resaltará la importancia de la cultura científica para conocer y comprender el mundo que nos rodea.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, en el marco teórico se han analizado diversas fuentes bibliográficas, donde se han estudiado diferentes aspectos del ámbito educativo. La presente propuesta didáctica se ha diseñado con el fin de englobar y aplicar todas estas visiones de forma integral. Así, el aprendizaje significativo, el aprendizaje basado en competencias, la necesidad de contextualización en la educación y el ABP se han integrado de forma cohesionada y equilibrada para dar lugar a una propuesta didáctica que trata de optimizar y sacar el máximo partido a las experiencias de aprendizaje propuestas.

En este sentido, cabe destacar que más allá de argumentos propiamente teóricos, la presente propuesta didáctica se considera atractiva e interesante para los alumnos, ya que no se puede olvidar en ningún momento que los estudiantes son los protagonistas de su proceso de enseñanza-aprendizaje. Sabiendo esto, se podría afirmar que sería absurdo diseñar y tratar de implementar un proyecto que no se considere de su agrado, dado que son ellos los que deben sentirlo e integrarlo como una experiencia real de aprendizaje.

Es innegable que el hecho de aplicar nuevas metodologías tiene unas implicaciones que afectan a distintos agentes pertenecientes al ámbito educativo. Por una parte, resulta evidente que los cambios en la forma de trabajar afectan directamente al desempeño de los alumnos, por lo que hay que tener muy presente que los alumnos puedan necesitar un proceso de adaptación en el cual aprendan a trabajar mediante las nuevas dinámicas propuestas. Concretamente, en la propuesta didáctica desarrollada en el presente proyecto, se ha contemplado este factor y el planteamiento realizado no se ha limitado a desarrollar el ABP de forma estricta.

Considerando que los alumnos no están acostumbrados a trabajar con la metodología planteada, se han propuesto una serie de fases intermedias que los alumnos deben ir alcanzando a lo largo de sus desarrollos de resolución de problemas hasta llegar a la solución final. A pesar de que la metodología del ABP no contempla este aspecto, en la presente propuesta didáctica se ha tratado de proponer unas actividades que se adapten a las necesidades de aquellos alumnos que no hayan tenido contacto con esta metodología. Con esto, se quiere dar a entender que además de identificar prácticas educativas que puedan resultar interesantes, hay que trabajar para adecuarlos y adaptarlos al contexto, ya que las necesidades seguramente serán distintas en cada caso.

De la misma forma, se puede intuir que el hecho de trabajar con nuevas metodologías afecta directamente a la labor del profesorado. Siendo esto así, resulta esencial que los profesores muestren un alto nivel de implicación y que se comprometan a desarrollar su labor docente de forma responsable. Esto implica que los profesores deben estar inmersos en un proceso formativo continuo, donde además de enriquecer y actualizar sus conocimientos respecto a los campos relacionados con sus asignaturas, estos deben interesarse por conocer y ampliar los conocimientos relativos a la propia didáctica. A esto hay que sumarle la necesidad del trabajo en equipo, ya que la implementación de proyectos innovadores siempre requiere la interacción y colaboración entre el profesorado. Cuanto mayor sea el número de profesores implicados en el proyecto, las posibilidades de éxito del mismo aumentarán consecuentemente. Sólo si el profesorado está motivado y comprometido con mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje se conseguirá desarrollar experiencias de aprendizaje reales que constituyan una mejora del proceso de aprendizaje de los alumnos.

Aunque en un principio pueda no resultar tan evidente, también es esencial que la propia institución educativa reconozca su compromiso e implicación por la mejora continua de los procesos de enseñanza-aprendizaje. A pesar de que muchas veces toda la presión y responsabilidad recaiga sobre el profesorado, la filosofía, la actitud y el trabajo de la propia institución educativa tienen una enorme influencia en la forma de trabajar en las aulas. Es necesario que el propio centro educativo promueva una cultura de mejora continua que envuelva todo el proceso educativo y que fomente la participación de todos los agentes de la comunidad educativa.

5. Limitaciones y prospectiva

Tal y como se ha mencionado en el apartado de conclusiones, no se ha llegado a aplicar la presente propuesta didáctica, por lo que no se ha podido realizar una evaluación real de la misma. Para ello, sería necesario poner en práctica las actividades planteadas y obtener información y datos reales que constituyeran una visión objetiva de los resultados de dicho desarrollo. De esta forma se podría realizar una evaluación exhaustiva de la propuesta y obtener unas conclusiones más detalladas y fiables.

En el caso de que se quisiera extraer la metodología empleada a todo el tema de Ondas, o incluso a la totalidad de la asignatura, se prevén dificultades para desarrollar ciertos contenidos más teóricos. Algunos temas donde los requisitos curriculares hacen profundizar en cálculos y desarrollos matemáticos supondrían dificultades, ya que su planteamiento mediante el ABP basado en situaciones cotidianas no resulta tan evidente. Este problema también estaría presente si se quisiese aplicar el ABP en otras asignaturas del currículo. De la misma forma que la aplicación de esta metodología resulta ser bastante intuitivo en algunas asignaturas (Física, Química, Biología, Geología, Tecnología, etc.), podría resultar complicado de desarrollar en algunas otras, como por ejemplo en Matemáticas.

En cuanto al proceso de implantación e institucionalización de la presente propuesta didáctica, también se prevén ciertos inconvenientes. Hay que tener en cuenta que la presente propuesta innovadora supone un cambio drástico respecto a las metodologías que se aplican hoy en día en la mayoría de los centros educativos, por lo que esto derivará en obstáculos y dificultades a la hora de integrar la presente unidad didáctica en la práctica del centro. Por una parte, existe la falta de costumbre de los alumnos para trabajar con metodologías que exigen una gran autonomía y un alto sentido de la iniciativa de los alumnos. Siendo esto así, hay un gran riesgo de que los estudiantes tengan dificultades para desarrollar las actividades de forma auto-gestionada, sin perder el interés o la motivación por el trabajo. Considerando el riesgo que esto supone, tal y como se ha explicado en el apartado de conclusiones, la metodología de ABP aplicada en la presente propuesta didáctica se ha modificado ligeramente para que el mismo se adapte mejor a las necesidades y características del contexto.

Uno de los mayores inconvenientes que presenta el ABP es que requiere muchas sesiones para desarrollar un número bastante limitado de contenidos (mucho menor

que si se impartiesen mediante clases magistrales de tipo expositivo, por ejemplo). Teniendo en cuenta este hecho, es fácil de prever que un proyecto educativo basando en el ABP presentaría serias dificultades para desarrollar todos los contenidos marcados por la legislación para esa etapa educativa. Esto se debe a que los alumnos necesitan mucho más tiempo para poder generar ese conocimiento de forma autónoma, en vez de limitarse a ser meros receptores de la información provista por el profesor.

Por otro lado, tal y como se ha mencionado en el apartado anterior, existen otros factores que también afectan directamente al planteamiento de aplicar nuevas metodologías en un centro educativo: el nivel de implicación y compromiso del profesorado, apoyo por parte de la propia institución, aceptación y apoyo por parte de la comunidad educativa, etc. A esto hay que sumarle otros hechos como el alto nivel de rotación de los profesores o los cambios frecuentes en las políticas de centro, que pueden dificultar o impedir la correcta y exitosa implementación de un proyecto innovador. Por ello, se enfatiza en la necesidad de crear una cultura compartida por toda la comunidad educativa, donde se promueva la mejora continua de los procesos de enseñanza-aprendizaje que esté basada en la investigación y en la innovación educativa. Si se crea una comunidad educativa que sea consciente de las necesidades del contexto y que se muestre sensibilizada y comprometida para trabajar a favor de la mejora de los procesos educativos, será mucho más fácil afrontar y superar las diferentes adversidades que se encuentren en el camino.

Considerando todo lo anterior, se podría plantear la asignatura de Física, combinando la metodología empleada en la presente propuesta didáctica, con otras metodologías que compensen las dificultades que plantea esta (siempre que respondan a las necesidades del contexto y de los jóvenes). Así los alumnos aprenderían a adaptarse a la diversidad, al mismo tiempo que se enriquecería su proceso de aprendizaje y resultaría más ameno y variado. De la misma forma, se podría plantear una programación que se adaptase a los requisitos curriculares que marca la legislación vigente, pero sin renunciar a un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en la innovación y la mejora continua. Un planteamiento global que además de ser eficaz y eficiente, sea válido y factible.

Para concluir, se quisiera hacer hincapié en el hecho de que es muy común renunciar a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje bajo las premisas de un sistema educativo que entorpece e imposibilita el cambio y la innovación. Es necesario apoyarse en la autonomía de los centros y apostar por la mejora de los

procesos educativos, que siempre deberán respetar el marco legal, pero que no por ello deberán renunciar a la investigación y a la innovación educativa. No se debe olvidar que, la mayoría de los grandes cambios políticos de la historia han surgido de pequeños movimientos sociales. De la misma forma, hay que trabajar y esforzarse para tratar de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de nuestros centros educativos, ya que, de esta forma, paso a paso, se estará construyendo el camino hacia el futuro educativo que todos deseamos.

6. Referencias bibliográficas

- Acevedo, J. A. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, 269-275.
- Bauman, Z. (2005). *Los retos de la educación en la modernidad líquida*. Barcelona: Gedisa, S.A.
- Briñas, L. T. (2010). Las Competencias Básicas: El Nuevo Paradigma Curricular en Europa. *Foro de Educación*, nº12, 25-44.
- Caballero Sahelices, M. C. (2009). ¿Qué aprendizaje promueve el desarrollo de competencias? Una mirada desde el aprendizaje significativo. *Revista Curriculum*, nº22, 11-34.
- Castells, M. (2008). The New Public Sphere: Global Civil Society, Communication Networks and Global Governance. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 616 (1), 78-93.
- Chrobak, R. (1997). Enseñanza de la física y teoría cognitiva del aprendizaje significativo. *Revista Educación y Pedagogía*, 9(18), 167-210.
- Comunidades Europeas (2007). *Competencias clave para el aprendizaje permanente. Un Marco de Referencia Europeo*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Decreto Foral 25/2015, de 22 de abril, del Gobierno de Navarra, *por el que se establece el currículo de las enseñanzas del Bachillerato en la Comunidad Foral de Navarra*. Boletín Oficial de Navarra, 127, de 2 de julio de 2015.
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), 1-13.
- Robinson, D. (Director). (2012). *Extreme Close Lightning in HD compilation! Loud thunder!*. [Video] YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Sp9bKDHRfsM>

Fernández Rodríguez, E. (2009). Aprendizaje experiencial, investigación-acción y creación organizacional de saber: la formación concebida como una zona de innovación profesional. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 12 (3), 39-57.

Figel, J. (2009). Al life of learning for all. *Adults learning*, n°5, 16-17.

Gatto, J.T. (1992). *Dumbing Us Down: The Hidden Curriculum of Compulsory Schooling*. Canada: New Society Publishers.

Kahoot (s.f.). *Make Learning Awesome*. Recuperado de <https://kahoot.com/>

Kolb, D.A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013.

Mallart, J. (2001). Didáctica: Concepto, objetivo y Finalidades. En N. Rajadell & F. Sepúlveda (coord.), *Didáctica general para psicopedagogos*. Madrid: UNED.

Mayer, R. E. (2002). Rote Versus Meaningful Learning. *Theory Into Practice*, 41(4), 226-232.

Montealegre García, C. A. (2016). *Estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Ibagué: Universidad de Ibagué.

Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Curriculum*, n°25, 29-56.

Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación en el futuro*. Madrid: Santillana.

Murphy, C. y Beggs, J. (2003). Children's perceptions of school science. *School Science Review*, 84 (308), 109-116.

Niqui, C. (2011). *La comunicación es vida: reflexiones eclécticas sobre tics y contenidos audiovisuales*. Barcelona: Editorial UOC.

OCDE (sin fecha). La Definición y Selección de Competencias Clave, Resumen ejecutivo. Recuperado de

<http://deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dsceexecutivesummary.sp.pdf>

Osorio Marulanda, C. (2010). Algunas orientaciones sobre la construcción de los estudios en ciencia, tecnología y sociedad. *Revista CS, nº6, 45-67.*

Otero, M. R., Fanaro, M.A. y Arlego, M. (2009). Investigación y desarrollo de propuestas didácticas para la enseñanza de la Física en la Escuela Secundaria: Nocións Cuánticas. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, nº1, 58-74.*

Pinto Cañón, G., Martín Sánchez, M., Escudero González, P. y Redondo Ciércoles, M. F. (2006). Algunas consideraciones sobre la didáctica de la física y la química en los distintos niveles educativos. *Annales de la Real Sociedad Española de Química, 102(1), 53-54.*

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (2009). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.* Madrid: Ediciones Morata.

Ramaswamy, S. y Ramaswamy, P. (2016). Global Perspective on Experiential Learning. *Global Education Review, 3(4). 1-5.*

Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial de la Unión Europea, de 30 de diciembre de 2006. Recuperado de <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=EN>

Rychen, D. S. y Salganik, L. H. (2003). Highlights from the OECD Project Definition and Selection Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo). *Annual Meeting of the American Educational Research Association in Chicago, IL.* Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED476359.pdf>

Rodríguez Palmero, M. L. (2010). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva.* Barcelona: Ediciones Octaedro, S.L.

Sandín, M.P. (2003). *Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones.* Madrid: McGraw-Hill España.

Sanmartí, N. (2009). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.

Schmidt, H. G., Rotgans, J.I. y Yew, E. H.J. (2011). The process of problem-based learning: what works and why. *Medical Education*, 45(8), 792–806.

Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, n°21, 91-117.

Tedesco, J.C. (2005). Los pilares de la educación del futuro. *Revista Colombiana de Sociología*, n°25, 11-23.

Tovar, A. (2005). *El constructivismo en el proceso enseñanza-aprendizaje*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Valdmann, A., Holbrook, J. y Rannikmae, M. (2012). Evaluating the teaching impact of a prior, context-based, professional development programme. *Science Education International*, 23(2), 166-185.

Vázquez-Alonso, A., García-Carmona, A., Manassero-Mas, M. A. y Antoni Bennàssar-Roig, A. (2013). Spanish Secondary-School Science Teachers' Beliefs About Science-Technology-Society (STS) Issues. *Science & Education*, 22(5), 1191-1218.

Vilches, A. y Furió, C. (1999). Ciencia, tecnología y sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI. *Biblioteca Digital da OEI*. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/salactsi/ctseducacion.htm>

Zapata Peña, J. (2016). Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la Física. *Revista Góndola: Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias*, 11(2), 193-211.