FÍSICA

La Física, como disciplina que estudia la naturaleza, se encarga de entender y describir el universo, desde los fenómenos que se producen en el microcosmos hasta aquellos que se dan en el macrocosmos. La materia, la energía y las interacciones se comportan de forma distinta en las diferentes situaciones, lo que hace que los modelos, principios y leyes de la Física que el alumnado ha de aplicar para explicar la naturaleza deban ajustarse a la escala de trabajo y a que las respuestas que encuentre serán siempre aproximadas y condicionadas por el contexto. Resulta adecuado que los alumnos y las alumnas perciban la Física como una ciencia que evoluciona, y reconozcan también que los conocimientos que implica relacionan íntimamente a la Física con la Tecnología, la sociedad y el medioambiente, lo que la convierte en una ciencia indispensable para la formación individual de cada estudiante de esta modalidad, pues le proporciona la capacidad de formar parte activa de una ciencia en construcción a partir del análisis de su evolución histórica y de las destrezas que adquiere para observar, explicar y demostrar los fenómenos naturales.

Por otro lado, con la enseñanza de esta materia se pretende desmitificar que la Física sea algo complejo, mostrando que muchos de los fenómenos que ocurren en el día a día pueden comprenderse y explicarse a través de modelos y leyes Físicas accesibles. Conseguir que resulte interesante el estudio de estos fenómenos contribuye a formar una ciudanía crítica y con una base científica adecuada. La Física está presente en los avances tecnológicos que facilitan un mejor desarrollo económico de la sociedad, que actualmente prioriza la sostenibilidad y busca soluciones a los graves problemas ambientales. La continua innovación impulsa este desarrollo tecnológico y el alumnado, que puede formar parte de esta comunidad científica, debe poseer las competencias para contribuir a él y los conocimientos, destrezas y actitudes que lleven asociados. Fomentar en el estudiante o en la estudiante la curiosidad por el funcionamiento y conocimiento de la naturaleza es el punto de partida para conseguir unos logros que contribuirán de forma positiva en la sociedad.

El diseño de la materia parte de las competencias específicas, cuyo desarrollo da al alumnado la capacidad de adquirir conocimientos, destrezas y actitudes científicos avanzados. Estas competencias no se refieren exclusivamente a elementos de la Física, sino que también hacen referencia a elementos transversales que juegan un papel importante en la completa formación de los alumnos y de las alumnas. En este proceso no debe olvidarse el carácter experimental de esta ciencia, por eso se propone la utilización de metodologías y herramientas experimentales, entre ellas la formulación matemática de las leyes y principios, los instrumentos de laboratorio y las herramientas tecnológicas que pueden facilitar la comprensión de los conceptos y fenómenos. Por otro lado, estas competencias también pretenden fomentar el trabajo en equipo y los valores sociales y cívicos para lograr personas comprometidas que utilicen la ciencia para la formación permanente a lo largo de la vida, el desarrollo medioambiental, el bien comunitario y el progreso de la sociedad.

Los conocimientos, destrezas y actitudes básicas que ha adquirido el alumnado en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y en el 1.er curso de Bachillerato han creado en él una estructura competencial sobre la que consolidar y construir los saberes científicos que aporta la Física en este curso. Los diferentes bloques de saberes básicos de la materia de Física de Bachillerato van enfocados a relacionar y completar a los de las enseñanzas de etapas anteriores, de forma que el alumnado pueda adquirir una percepción global de las distintas líneas de trabajo en Física y de sus muy diversas aplicaciones. Aunque aparezcan presentados de este modo, en realidad la ordenación de los bloques no responde a una secuencia establecida para que el profesorado pueda trabajar de acuerdo a la temporalización más adecuada para las necesidades de su grupo concreto.

Los dos primeros bloques hacen referencia a la teoría clásica de campos. En el primero de ellos se abarcan los conocimientos, destrezas y actitudes referidos al estudio del campo gravitatorio. En él se estudiarán, empleando las herramientas matemáticas adecuadas para conferirle al bloque el rigor suficiente, las interacciones que se generan entre partículas másicas y, en relación con algunos de los conocimientos de cursos anteriores, su mecánica, su energía y los principios de conservación. A continuación, el segundo bloque comprende los saberes sobre electromagnetismo. Describe los campos eléctrico y magnético, tanto estáticos como variables en el tiempo, y sus características y aplicaciones tecnológicas, biosanitarias e industriales.

El siguiente bloque se refiere a vibraciones y ondas, contemplando el movimiento oscilatorio como generador de perturbaciones y su propagación en el espacio-tiempo a través de un movimiento ondulatorio. El estudio se completa con el análisis detallado de la conservación de energía en las ondas y su aplicación en ejemplos concretos como son las ondas sonoras y las ondas electromagnéticas, lo que abre el estudio de los procesos propios de la óptica Física y la óptica geométrica.

Con el último bloque se muestra el panorama general de la Física del presente y el futuro. En él se exponen los conocimientos, destrezas y actitudes de la Física cuántica y de la Física de partículas. Bajo los principios fundamentales de la Física relativista, este bloque explica cómo es la constitución de la materia y la descripción de los procesos que ocurren cuando se estudia ciencia a nivel microscópico. Este bloque permitirá al alumnado aproximarse a las fronteras de la Física y abrirá su curiosidad –el mejor motor para su aprendizaje– al ver que todavía quedan muchas preguntas por resolver y muchos retos que deben ser atendidos desde la investigación y desarrollo de esta ciencia.

Para completar el aprendizaje competencial de esta materia, el currículo presenta los criterios de evaluación.

Al referirse directamente a las competencias específicas, estos evalúan el progreso competencial del alumnado de forma significativa, y pretenden una evaluación que vaya más allá de verter íntegramente contenidos teóricos o resultados y justificar el saber útil sobre situaciones concretas de la naturaleza, es decir, van encaminadas a la adquisición de estrategias y herramientas para la resolución de problemas como elemento clave del aprendizaje significativo. La integración de aprendizajes en un contexto global permite, así, que el desarrollo científico del alumnado contribuya en su evaluación.

A través de esta materia se busca, en definitiva, que los alumnos y las alumnas generen curiosidad por la investigación de las ciencias y se formen para satisfacer las demandas sociales, tecnológicas e industriales que nos deparan el presente y el futuro cercano.

I. Competencias específicas

Competencia específica de la materia Física 1:

CE.F.1. Utilizar las teorías, principios y leyes que rigen los procesos físicos más importantes, considerando su base experimental y desarrollo matemático en la resolución de problemas, para reconocer la Física como una ciencia relevante implicada en el desarrollo de la tecnología, de la economía, de la sociedad y la sostenibilidad ambiental.

Descripción

Utilizar los principios, leyes y teorías de la Física requiere de un amplio conocimiento de sus fundamentos teóricos. La capacidad de comprender y describir, a través de la experimentación o la utilización de desarrollos matemáticos, las interacciones que se producen entre cuerpos y sistemas en la naturaleza permite, a su vez, desarrollar el pensamiento científico para construir nuevo conocimiento aplicado a la resolución de problemas en los distintos contextos en los que interviene la Física. Esto implica apreciar la Física como un campo del saber con importantes implicaciones en la tecnología, la economía, la sociedad y la sostenibilidad ambiental.

De esta forma, a partir de la comprensión de las implicaciones de la Física en otros campos de la vida cotidiana, se adquiere la capacidad de formarse una opinión fundamentada sobre las situaciones que afectan a cada contexto, lo que es necesario para desarrollar un pensamiento crítico y una actitud de contribuir al progreso a través del conocimiento científico adquirido, aportando soluciones sostenibles.

Vinculación con otras competencias

Esta competencia junto con la CE.F.2. ponen de relieve el papel fundamental de la Física como ciencia que pretende dar respuesta a los fenómenos físicos de la naturaleza y a la aplicación de los mismos en el desarrollo de la tecnología. Esta competencia no se puede desarrollar en plenitud si no se tiene en cuenta la CE.F.6., ya que este curso realiza una recopilación de los conocimientos físicos que el ser humano ha realizado en su recorrido histórico, quedando patente la importancia de los mismos en el desarrollo de la sociedad actual.

La materia de Física tiene vinculación con el desarrollo de la mayoría de materias científicas de la etapa y por ello se relaciona con muchas otras competencias específicas de otras materias. Su vinculación tal vez sea más estrecha con competencias específicas de la materia de Química, como la CE.Q.1, al trabajar con leyes y teorías que implican a ambos campos de estudio. Por la presencia de las herramientas matemáticas en su desarrollo también se vincula con varias competencias específicas de la materia de Matemáticas, como la CE.M.1 y 2., la resolución de problemas de la vida diaria utilizando diferentes estrategias y formas de resolverlos y la verificación de la validez de los resultados.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, STEM2, STEM3, CD5.

Competencia específica de la materia Física 2:

CE.F.2. Adoptar los modelos, teorías y leyes aceptados de la Física como base de estudio de los sistemas naturales y predecir su evolución para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos relacionados con las aplicaciones prácticas demandadas por la sociedad en el campo tecnológico, industrial y biosanitario.

Descripción

El estudio de la Física, como ciencia de la naturaleza, debe proveer de la capacidad para analizar fenómenos que se producen en el entorno natural. Para ello, es necesario adoptar los modelos, teorías y leyes que forman los pilares fundamentales de este campo de conocimiento, y que a su vez permiten predecir la evolución de los sistemas y objetos naturales. Al mismo tiempo, esta adopción se produce cuando se desarrolla la capacidad de relacionar los fenómenos observados en situaciones cotidianas con los fundamentos y principios de la Física.

Así, a partir del análisis de diversas situaciones particulares se adquiere la capacidad de inferir soluciones generales a los problemas cotidianos y que pueden redundar en aplicaciones prácticas necesarias para la sociedad y que darán lugar a productos y beneficios a través de su desarrollo desde el campo tecnológico, industrial o biosanitario.

Vinculación con otras competencias

Esta competencia junto con la CE.F.1., ponen de relieve el papel clave de la Física como una ciencia que pretende dar respuesta a los fenómenos físicos de la naturaleza y sus posibles aplicaciones en la mejora de la sociedad desde el punto de vista del desarrollo tecnológico. En este sentido, no se puede entender esta competencia sin tener en cuenta la CE.F.6., ya que, esta asignatura realiza un recorrido histórico en el desarrollo del conocimiento físico del universo y sus aplicaciones tecnológicas en la sociedad.

La materia de Física tiene vinculación con el desarrollo de la mayoría de materias científicas de la etapa y por ello se relaciona con muchas otras competencias específicas de otras materias. Su vinculación tal vez sea más estrecha con competencias específicas de la materia de Química, como la CE.Q.2, en la que se sugiere la adopción de los modelos, teorías y leyes aceptados como base de estudio de los sistemas naturales para inferir soluciones generales a problemas cotidianos. Por otro lado, también tiene vinculación con la CE.B.4. de la materia de Biología, al requerirse un pensamiento lógico-formal ante el planteamiento de hipótesis, el diseño experimental y la interpretación de resultados. Por último, también existe vinculación con las competencias de Matemáticas que vinculan la utilización de distintas formas de razonamiento lógico-matemático en la resolución de problemas.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM2, STEM5, CPSAA3, CC4.

Competencia específica de la materia Física 3:

CE.F.3. Utilizar el lenguaje de la Física con la formulación matemática de sus principios, magnitudes, unidades, ecuaciones, etc., para establecer una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y como una herramienta fundamental en la investigación.

Descripción

El desarrollo de esta competencia específica pretende trasladar a los alumnos y a las alumnas un conjunto de criterios para el uso de formalismos con base científica, con la finalidad de poder plantear y discutir adecuadamente la resolución de problemas de Física y discutir sus aplicaciones en el mundo a su alrededor. Además, se pretende que valoren la universalidad del lenguaje matemático y su formulación para intercambiar planteamientos físicos y sus resoluciones en distintos entornos y medios.

Integrar al alumnado en la participación colaborativa con la comunidad científica requiere de un código específico, riguroso y común que asegure la claridad de los mensajes que se intercambian entre sus miembros. Del mismo modo, con esta competencia específica se pretende atender a la demanda de los avances tecnológicos teniendo en cuenta la conservación del medioambiente.

Vinculación con otras competencias

Los conocimientos, destrezas y actitudes implícitos en esta competencia tienen conexión con otras competencias específicas de la materia de Física, como CE.F.1. y CE.F.4. El uso correcto de las unidades de medida, así como del resto de elementos propios del lenguaje científico, son fundamentales para conseguir el desarrollo de estas competencias al constituir la base para la elaboración de preguntas relevantes y a partir de ellas colaborar en los procesos de investigación utilizando un lenguaje común que permita una comunicación fluida y eficaz.

De la misma forma, la competencia específica CE.Q.3. de la materia de Química y la competencia específica CE.M.8. de la materia de matemáticas, también se valora la utilización de los códigos del lenguaje científico para establecer una adecuada comunicación entre comunidades científicas y como herramienta fundamental para trabajar en investigación.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, CCL5, STEM1, STEM4, CD2.

Competencia específica de la materia Física 4:

CE.F.4. Utilizar de forma autónoma, eficiente, crítica y responsable recursos en distintos formatos, plataformas digitales de información y de comunicación en el trabajo individual y colectivo para el fomento de la creatividad mediante la producción y el intercambio de materiales científicos y divulgativos que faciliten acercar la Física a la sociedad como un campo de conocimientos accesible.

Descripción

Entre las capacidades que deben adquirirse en los nuevos contextos de enseñanza y aprendizaje actuales se encuentra la de utilizar plataformas y entornos virtuales de aprendizaje. Estas plataformas sirven de repositorio de recursos y materiales de distinto tipo y en distinto formato y son útiles para el aprendizaje de la Física, así como medios para el aprendizaje individual y social. Es necesario, pues, desarrollar la capacidad de utilizar estos recursos de forma autónoma y eficiente para facilitar el aprendizaje autorregulado y al mismo tiempo ser responsable en las interacciones con otros estudiantes o con otras estudiantes y con el profesorado.

Al mismo tiempo, la producción y el intercambio de materiales científicos y divulgativos permiten acercar la Física de forma creativa a la sociedad, presentándola como un campo de conocimientos accesible.

Vinculación con otras competencias

Los conocimientos, destrezas y actitudes implícitos en esta competencia tienen conexión con otras competencias específicas de la materia de Física, como CE.F.1. y CE.F.3. El uso correcto y responsable de la información en la comunicación científica es fundamental, así como el desarrollo de las competencias necesarias para participar en procesos de investigación conjunta en el que exista una comunicación fluida y eficaz, ya sea entre expertos o en un formato divulgativo.

De la misma forma, la competencia específica CE.Q.3. de la materia de Química y la competencia específica CE.M.8. de la materia de matemáticas, también se valora la utilización de los códigos del lenguaje científico para establecer una adecuada comunicación entre comunidades científicas y como herramienta fundamental para trabajar en investigación.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM3, STEM5, CD1, CD3, CPSAA5.

Competencia específica de la materia Física 5:

CE.F.5. Aplicar técnicas de trabajo e indagación propias de la Física, así como la experimentación, el razonamiento lógico-matemático y la cooperación, en la resolución de problemas y la interpretación de situaciones relacionadas, para poner en valor el papel de la Física en una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.

Descripción

Las ciencias de la naturaleza tienen un carácter experimental intrínseco. Uno de los principales objetivos de cualquiera de estas disciplinas científicas es la explicación de los fenómenos naturales, lo que permite formular teorías y leyes para su aplicación en diferentes sistemas. El caso de la Física no es diferente, y es relevante trasladar a los alumnos y a las alumnas la curiosidad por los fenómenos que suceden en su entorno y en distintas escalas. Hay procesos físicos cotidianos que son reproducibles fácilmente y pueden ser explicados y descritos con base en los principios y leyes de la Física. También hay procesos que, aun no siendo reproducibles, están presentes en el entorno natural de forma generalizada y gracias a los laboratorios virtuales se pueden simular para aproximarse más fácilmente a su estudio.

El trabajo experimental constituye un conjunto de etapas que fomentan la colaboración e intercambio de información, muy necesarias en los campos de investigación actuales. Para ello, se debe fomentar en su desarrollo la experimentación y estimación de los errores, la utilización de distintas fuentes documentales en varios idiomas y el uso de recursos tecnológicos. Finalmente, se debe plasmar la información en informes que recojan todo este proceso, lo que permitiría a los estudiantes y a las estudiantes formar, en un futuro, parte de la comunidad científica.

Vinculación con otras competencias

El uso del pensamiento científico para resolver problemas y explicar fenómenos relacionados con esta materia en un ambiente colaborativo de trabajo en equipo son las características que unen a esta competencia con competencias como la CE.F.1. o la CE.F.2. prestando un especial interés por la búsqueda de soluciones tecnológicas innovadoras y sostenibles para dar respuesta a necesidades concretas.

En relación a otras materias, esta competencia se vincula con la CE.B.4 de Biología, la CE.Q.1 de la materia de Química y con la CE.M.1 de la materia de Matemáticas, que priorizan la aplicación del pensamiento científico tomando como base el trabajo experimental y el razonamiento lógico-matemático para confirmar la relevancia de la ciencia en la explicación de fenómenos, en el desarrollo de la tecnología, de la sociedad y de la sostenibilidad ambiental.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, CPSAA6, CC4, CE3.

Competencia específica de la materia Física 6:

CE.F.6. Reconocer y analizar el carácter multidisciplinar de la Física, considerando su relevante recorrido histórico y sus contribuciones al avance del conocimiento científico como un proceso en continua evolución e innovación, para establecer unas bases de conocimiento y relación con otras disciplinas científicas.

Descripción

La Física constituye una ciencia que está profundamente implicada en distintos ámbitos de nuestras vidas cotidianas y que, por tanto, forma parte clave del desarrollo científico, tecnológico e industrial. La adecuada aplicación de sus principios y leyes permite la resolución de diversos problemas basados en los mismos conocimientos y la capacidad de aplicar en distintas situaciones planteamientos similares a los estudiados muestra la universalidad de esta ciencia.

Los conocimientos y aplicaciones de la Física forman, junto con los de otras ciencias como las matemáticas o la tecnología, un sistema simbiótico cuyas aportaciones se benefician mutuamente. La necesidad de formalizar experimentos para verificar los estudios implica un incentivo en el desarrollo tecnológico y viceversa, el progreso de la tecnología alumbra nuevos descubrimientos que precisan de explicación a través de las ciencias básicas como la Física. La colaboración entre distintas comunidades científicas expertas en diferentes disciplinas es imprescindible en todo este desarrollo.

Vinculación con otras competencias

Esta competencia específica se relaciona con otras pertenecientes a la misma materia como la CE.F.3. en cuanto a la necesidad de usar el lenguaje científico de manera apropiada y adecuada para producir información que permita mantener relaciones con otras ciencias y campos de conocimiento para la consecución de una concepción holística de la ciencia.

En cuanto a la relación con las competencias de otras materias, se relaciona con CE.B.2 de la materia Biología, por la valoración de la aproximación de todo el conocimiento científico para poder explicar de forma más precisa el funcionamiento del medio natural y con la competencia CE.Q.6 de la materia Química, por los objetivos que comparten en cuanto a alcanzar un desarrollo de la ciencia, la tecnología y la sociedad dentro de un marco respetuoso con el medio ambiente y con el ser humano.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM2, STEM5, CPSAA7, CE1.

II. Criterios de evaluación

La evaluación debe constituir un proceso constante a lo largo del proceso de enseñanza/aprendizaje, que es necesario planificar. Los contenidos y procedimientos seleccionados para evaluar con finalidades calificadoras y los criterios de evaluación aplicados condicionan totalmente cómo se enseña y cómo se estudia y aprende. La evaluación no sólo mide los resultados, sino que condiciona qué se enseña y cómo, y muy especialmente qué aprenden los estudiantes y las estudiantes y cómo lo hacen.

Las actividades de evaluación deberían tener como finalidad principal favorecer el proceso de regulación, es decir, que el alumnado consiga reconocer las diferencias entre lo que se propone y sus propias maneras de pensar o hacer. De esta manera, se ayuda a que el alumnado pueda detectar sus dificultades y disponga de estrategias e instrumentos para superarlas. Si se realiza una buena evaluación con funciones reguladoras, se consigue que una proporción mayor del alumnado obtenga buenos resultados en las evaluaciones sumativas. No hay duda de que es difícil y en algunos casos no se consigue, pero la investigación en este campo demuestra que cuando se consigue, los resultados son mucho mejores (Sanmartí, 2007).

Además, evaluar es una condición necesaria para mejorar la enseñanza. La evaluación es la actividad que más impulsa el cambio, ya que posibilita la toma de conciencia de unos hechos y el análisis de sus posibles causas y soluciones. Evaluar la enseñanza comporta (Sanmartí, 2007) por un lado, detectar la adecuación de sus objetivos a una determinada realidad escolar, y la coherencia, con relación a dicho objetivos, de los contenidos, actividades de enseñanza seleccionadas y criterios de evaluación aplicados. Por otro, emitir juicios sobre los aspectos que conviene reforzar y sobre las posibles causas de las incoherencias detectadas. Y finalmente, tomar decisiones sobre cómo innovar para superar las deficiencias observadas.

CE.F.1
Utilizar las teorías, principios y leyes que rigen los procesos físicos más importantes, considerando su base experimental y desarrollo matemático en la resolución de problemas, para reconocer la Física como una ciencia relevante implicada en el desarrollo de la tecnología, de la economía, de la sociedad y la sostenibilidad ambiental.
1.1. Reconocer la relevancia de la Física en el desarrollo de la ciencia, tecnología, la economía, la sociedad y la sostenibilidad ambiental, empleando adecuadamente los fundamentos científicos relativos a esos ámbitos. 1.2. Resolver problemas de manera experimental y analítica, utilizando principios, leyes y teorías de la Física.
CE.F.2
Adoptar los modelos, teorías y leyes aceptados de la Física como base de estudio de los sistemas naturales y predecir su evolución para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos relacionados con las aplicaciones prácticas demandadas por la sociedad en el campo tecnológico, industrial y biosanitario.
2.1. Analizar y comprender la evolución de los sistemas naturales, utilizando modelos, leyes y teorías de la Física. 2.2. Inferir soluciones generales a problemas generales a partir del análisis de situaciones particulares y las variables de que dependen. 2.3. Conocer aplicaciones prácticas y productos útiles para la sociedad en el campo tecnológico, industrial y biosanitario, analizándolos en base a los modelos, las leyes y las teorías de la Física.
CE.F.3

Utilizar el lenguaje de la Física con la formulación matemática de sus principios, magnitudes, unidades, ecuaciones, etc., para establecer una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y como una herramienta fundamental en la investigación.
3.1. Aplicar los principios, leyes y teorías científicas en el análisis crítico de procesos físicos del entorno, como los observados y los publicados en distintos medios de comunicación, analizando, comprendiendo y explicando las causas que los producen. 3.2. Utilizar de manera rigurosa las unidades de las variables Físicas en diferentes sistemas de unidades, empleando correctamente su notación y sus equivalencias, así como la elaboración e interpretación adecuada de gráficas que relacionan variables Físicas, posibilitando una comunicación efectiva con toda la comunidad científica. 3.3. Expresar de forma adecuada los resultados, argumentando las soluciones obtenidas, en la resolución de los ejercicios y problemas que se plantean, bien sea a través de situaciones reales o ideales.
CE.F.4
Utilizar de forma autónoma, eficiente, crítica y responsable recursos en distintos formatos, plataformas digitales de información y de comunicación en el trabajo individual y colectivo para el fomento de la creatividad mediante la producción y el intercambio de materiales científicos y divulgativos que faciliten acercar la Física a la sociedad como un campo de conocimientos accesible.
4.1. Consultar, elaborar e intercambiar materiales científicos y divulgativos en distintos formatos con otros miembros del entorno de aprendizaje, utilizando de forma autónoma y eficiente plataformas digitales. 4.2. Usar de forma crítica, ética y responsable medios de comunicación digitales y tradicionales como modo de enriquecer el aprendizaje y el trabajo individual y colectivo.
CE.F.5
Aplicar técnicas de trabajo e indagación propias de la Física, así como la experimentación, el razonamiento lógico-matemático y la cooperación, en la resolución de problemas y la interpretación de situaciones relacionadas, para poner en valor el papel de la Física en una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.
5.1. Obtener relaciones entre variables Físicas, midiendo y tratando los datos experimentales, determinando los errores y utilizando sistemas de representación gráfica. 5.2. Reproducir en laboratorios, sean reales o virtuales, determinados procesos físicos modificando las variables que los condicionan, considerando los principios, leyes o teorías implicados, generando el correspondiente informe con formato adecuado e incluyendo argumentaciones, conclusiones, tablas de datos, gráficas y referencias bibliográficas. 5.3. Valorar la Física, debatiendo de forma fundamentada sobre sus avances y la implicación en la sociedad desde el punto de vista de la ética y de la sostenibilidad.
CE.F.6
Reconocer y analizar el carácter multidisciplinar de la Física, considerando su relevante recorrido histórico y sus contribuciones al avance delconocimiento científico como un proceso en continua evolución e innovación, para establecer unas bases de conocimiento y relación con otras disciplinas científicas.
6.1. Identificar los principales avances científicos relacionados con la Física que han contribuido a las leyes y teorías aceptadas actualmente en el conjunto de las disciplinas científicas, como las fases para el entendimiento de las metodologías de la ciencia, su evolución constante y su universalidad. 6.2. Reconocer el carácter multidisciplinar de la ciencia y las contribuciones de unas disciplinas sobre otras, estableciendo relaciones entre la Física y la Química, la Biología o las Matemáticas.

III. Saberes básicos

III.1. Descripción de los diferentes bloques en los que se estructuran los saberes básicos

- Campo gravitatorio

La gravitación es una de las cuatro fuerzas o interacciones fundamentales del Universo conocidas hasta ahora, siendo en este curso el primer momento en el que se realiza su estudio formal desde el punto de vista de las fuerzas y de los campos. Así, se puede presentar el concepto de campo gravitatorio como aquel que permite encajar las piezas sueltas de la mecánica clásica relacionadas con la cinemática, la dinámica y la energía vistas en cursos anteriores, dando respuesta matemática a afirmaciones que hasta ahora habían quedado sin una respuesta formal.

A. Campo electromagnético

El estudio del campo electromagnético en este curso debería permitir al alumnado realizar una aproximación con relativa profundidad al estudio de las interacciones asociadas al electromagnetismo. Dichos conocimientos deben incluir el estudio de la interacción electrostática y el estudio del campo eléctrico, el estudio del campo magnético y los fenómenos asociados y finalmente el estudio de la interacción entre ambos campos y algunas

de las aplicaciones más importantes.

B. Vibraciones y ondas

El bloque de conocimientos, destrezas y actitudes dedicado al estudio del movimiento oscilatorio y las ondas engloba un amplio espectro de fenómenos físicos. En este sentido, podrían establecerse tres sub-bloques de conocimientos que de forma secuencial establezcan el desarrollo de todo el bloque. En primer lugar, se podría comenzar con el estudio del movimiento oscilatorio desde una perspectiva conceptual, experimental y matemática. En segundo lugar y haciendo uso de los conocimientos del primer sub-bloque se afronta el estudio del movimiento ondulatorio y los fenómenos asociados a este (con una especial atención al estudio de las ondas de sonido). El último sub-bloque aborda el estudio de la naturaleza de la luz en su comportamiento ondulatorio, entre los que se encuentran los fenómenos más importantes asociados al estudio de la óptica.

C. Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas

El bloque de conocimientos, destrezas y actitudes dedicado al estudio del movimiento oscilatorio y las ondas engloba un amplio espectro de fenómenos físicos. En este sentido, podrían establecerse tres sub-bloques de conocimientos que de forma secuencial establezcan el desarrollo de todo el bloque. En primer lugar, se podría comenzar con el estudio del movimiento oscilatorio desde una perspectiva conceptual, experimental y matemática. En segundo lugar y haciendo uso de los conocimientos del primer sub-bloque se afronta el estudio del movimiento ondulatorio y los fenómenos asociados a este (con una especial atención al estudio de las ondas de sonido). El último sub-bloque aborda el estudio de la naturaleza de la luz en su comportamiento ondulatorio, entre los que se encuentran los fenómenos más importantes asociados al estudio de la óptica.

III.2. Concreción de los saberes básicos

<table>
<tr><th colspan="2">A. Campo gravitatorio</th></tr>
<tr><td colspan="2">La gravitación es una de las cuatro fuerzas o interacciones fundamentales del Universo conocidas hasta ahora, siendo en este curso el primer momento en el que se realiza su estudio formal desde el punto de vista de las fuerzas y de los campos. Así, se puede presentar el concepto de campo gravitatorio como aquel que permite encajar las piezas sueltas de la mecánica clásica relacionadas con la cinemática, la dinámica y la energía, vistas en cursos anteriores, dando respuesta matemática a afirmaciones que hasta ahora habían quedado sin una respuesta formal.</td></tr>
<tr><td>Conocimientos, destrezas y actitudes</td><td>Orientaciones para la enseñanza</td></tr>
<tr><td>– Determinación, a través del cálculo vectorial, del campo gravitatorio producido por un sistema de masas. Efectos sobre las variables cinemáticas y dinámicas de objetos inmersos en el campo.
– Momento angular de un objeto en un campo gravitatorio: cálculo, relación con las fuerzas centrales y aplicación de su conservación en el estudio de su movimiento.
– Energía mecánica de un objeto sometido a un campo gravitatorio: deducción del tipo de movimiento que posee, cálculo del trabajo o los balances energéticos existentes en desplazamientos entre distintas posiciones, velocidades y tipos de trayectorias.
– Leyes que se verifican en el movimiento planetario y extrapolación al movimiento de satélites y cuerpos celestes.
– Introducción a la cosmología y la astrofísica como aplicación del campo gravitatorio: implicación de</td><td>Este bloque de conocimientos podría abordarse a partir de preguntas que en cursos anteriores quedaron sin una respuesta formal. Algunos ejemplos podrían ser: "¿por qué la gravedad es de 9,8m/s2 en la superficie de la Tierra?", "¿por qué un objeto cae verticalmente sobre la superficie de la Tierra y la Luna no cae sobre ella?", "¿por qué los planetas orbitan?", "¿por qué sus órbitas son elípticas y no circulares?" o "¿por qué orbitan en un mismo plano?". Estas preguntas y otras muchas son las mismas que han atraído la curiosidad del ser humano desde el principio de los tiempos, lo que ofrece al docente o a la docente la posibilidad de vertebrar este bloque de conocimientos a partir del desarrollo histórico del mismo. Usar la historia de la ciencia como herramienta didáctica para tratar la gravitación puede favorecer la comprensión de las leyes y teorías estudiadas (Menéndez, 2018), haciendo partícipe al alumnado del desarrollo de dicho conocimiento. El modelo heliocéntrico de Copérnico frente al geocéntrico de Ptolomeo; el estudio del sistema solar de Galileo; las observaciones de TichoBrahe que permitieron formular a Kepler sus tres leyes; y la formulación de la Ley de Gravitación Universal de Newton. Este enfoque también ofrece al alumnado una visión de la ciencia como un proceso en continua evolución y al mismo tiempo hace una introducción al conocimiento actual del universo a partir de la contextualización histórica de este.
Para poder comprender en conjunto los conocimientos implicados en el campo gravitatorio es necesario trabajar con el momento angular de un cuerpo. En este curso, la dificultad de esta nueva magnitud Física y su conservación no está solo en los cálculos matemáticos que implica, sino también en la comprensión del fenómeno natural que lleva asociado. Por ello, se recomienda trabajar dicha magnitud desde el punto de vista matemático (por ejemplo, con la demostración matemática de su conservación y la relación de dicha conservación con el uso de una fuerza central como es la gravitatoria) y experimental (con demostraciones sencillas de la conservación del momento angular, por ejemplo utilizando una silla de oficina con ruedas en la que al sentarnos con pesas en las manos, la velocidad de giro cambia según acerquemos o alejemos los brazos al cuerpo). El desarrollo de esta magnitud y su conservación permite dar paso a las tres leyes que Kepler formuló sobre</td></tr>
</table>

la Física en la evolución de objetos astronómicos, del conocimiento del universo y repercusión de la investigación en estos ámbitos en la industria, la tecnología, la economía y en la sociedad.	el movimiento orbital alrededor del Sol a partir de las observaciones del cielo y cómo Newton extiende y completa las ideas de sus predecesores al resto del universo con la formulación de la Ley de Gravitación Universal. La formulación de la Ley de Gravitación Universal puede ser el punto de partida a partir del cual abordar el resto de conocimientos que implican al campo gravitatorio. En este curso se aborda por primera vez el concepto de campo como perturbación en el espacio, en este caso provocada por la presencia de una masa. En este sentido es importante que el alumnado asocie el campo gravitatorio a la presencia de una masa. Una forma de visualizar el campo gravitatorio y sus efectos sobre otras masas podría ser utilizando la explicación que Albert Einstein dio al origen del campo gravitatorio como curvatura del gráfico espacio-tiempo. Para ello varias personas pueden coger un trozo de tela en tensión en el que se deja caer una pelota (masa que crea el campo gravitatorio), esto provoca que la tela se curve (gráfico espacio- tiempo) y al dejar caer otros objetos (otras masas en presencia del campo gravitatorio) estos se ven atraídos mutuamente. Este símil podría ayudar al alumnado a comprender el concepto de campo gravitatorio y al mismo tiempo permite introducir conceptos físicos relacionados con el conocimiento del universo en los que, a día de hoy, el ser humano sigue investigando cómo podrían ser las ondas gravitaciones (una masa provoca oscilaciones en la tela) o los agujeros negros (una masa muy elevada provoca que la tela se curve mucho más). Al usar este tipo de situaciones de aprendizaje ayudamos a dar una mayor comprensión desde el punto de vista de la Física a la necesaria resolución de problemas físico-matemáticos que aborden el estudio de las variables cinemáticas y dinámicas asociadas al campo gravitatorio y a las implicaciones energéticas de los mismos. Para la resolución de problemas de este bloque de conocimientos puede resultar muy útil la utilización de simuladores y laboratorios virtuales. Existen múltiples plataformas de libre acceso, por ejemplo los simuladores desarrollados por la Universidad de Colorado: PHET (https://phet.colorado.edu/es/), que incluyen un amplio espectro de laboratorios virtuales que permiten realizar el estudio del campo gravitatorio desde la perspectiva de la fuerza, el campo y sus implicaciones energéticas, trabajando el campo gravitatorio con masas con un carácter general y también con el estudio de las masas y movimiento de los cuerpos celestes más conocidos. En líneas similares, es posible realizar una introducción a la astronomía y el conocimiento de la bóveda celeste a partir de aplicaciones para nuestros dispositivos móviles, con distintas posibilidades, entre las que destacan la posibilidad de enfocar al cielo nocturno en el lugar en el que estemos y que la aplicación nos informe de qué objetos estamos observando a tiempo real. El estudio energético del campo gravitatorio podría partir del carácter conservativo del mismo y extenderse hasta el estudio de su conservación aplicada al movimiento de los cuerpos celestes más comunes como son los satélites, los planetas y las galaxias. Del mismo modo, es posible destacar su relevancia en lo relativo a la puesta en órbita de satélites artificiales ya sea alrededor de nuestro planeta como de otros cuerpos celestes. Para poner en valor la actualidad de los conocimientos tratados en clase y las implicaciones sociales y tecnológicas que suponen su estudio sería importante tratar en clase noticias de actualidad que faciliten la contextualización de los fenómenos estudiados de forma global, como por ejemplo la puesta en órbita del Telescopio James Webb o la presencia en Marte de la nave de exploración Curiosity). También es importante destacar el papel de la comunidad autónoma de Aragón en este campo de investigación científica por ejemplo con el Observatorio Astrofísico de Javalambre, o el desarrollo empresarial asociado a las instalaciones de prueba de propulsión de satélites y cohetes espaciales en el aeropuerto de Teruel.
B. Campo electromagnético	
Este bloque de conocimientos, destrezas y actitudes debe permitir al alumnado realizar una aproximación con relativa profundidad al estudio de la interacción electromagnética. Una forma de afrontar dichos contenidos puede ser estableciendo tres sub-bloques: el estudio de la interacción electrostática y el estudio del campo eléctrico; el estudio de campo magnético y los fenómenos asociados; y finalmente el estudio de la interacción entre ambos campos y algunas de sus aplicaciones más	

importantes.	
Conocimientos, destrezas y actitudes	*Orientaciones para la enseñanza*
– Campos eléctrico y magnético: tratamiento vectorial, determinación de las variables cinemáticas y dinámicas de cargas eléctricas libres en presencia de estos campos. Fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en los que se aprecian estos efectos. – Intensidad del campo eléctrico en distribuciones de cargas discretas, y continuas: cálculo e interpretación del flujo de campo eléctrico. – Energía de una distribución cargas estáticas: magnitudes que se modifican y que permanecen constantes con el desplazamiento de cargas libres entre puntos de distinto potencial eléctrico. – Campos magnéticos generados por hilos con corriente eléctrica en distintas configuraciones geométricas: rectilíneos, espiras, solenoides o toros. Interacción con cargas eléctricas libres presentes en su entorno. – Líneas de campo eléctrico y magnético producido por distribuciones de carga sencillas, imanes e hilos con corriente eléctrica en distintas configuraciones geométricas. – Generación de la fuerza electromotriz: funcionamiento de motores, generadores y transformadores a partir de sistemas donde se produce una variación del flujo magnético.	En este curso, las leyes y teorías científicas estudiadas tienen un fuerte carácter matemático, de forma que no es posible abordar el estudio de la interacción electromagnética sin realizar un tratamiento vectorial del mismo. De esta forma, es importante trabajar de forma adecuada con el producto vectorial y la conocida como "regla del tornillo o del sacacorchos" (es recomendable evitar la "regla de la mano derecha", dado que dicha regla nemotécnica está condicionada mientras que el sentido del giro del producto vectorial se cumple siempre). También debería existir un tratamiento matemático en el desarrollo de la interacción electromagnética desde el punto de vista del campo (concepto de campo, líneas de campo, superficies equipotenciales, flujo de campo) y de las variables dinámicas y cinemáticas (fuerza, aceleración, movimiento de una partícula cargada en el seno de un campo eléctrico…). Ahora bien, existen numerosas dificultades asociadas al desarrollo de la interacción electromagnética que quedan evidenciadas en cursos superiores (Almudí, Zuza y Guisasola, 2016). Una de estas dificultades es que el alumnado se dedique a resolver problemas matemáticos de forma únicamente operativista, sin un enfoque crítico y analista desde el punto de vista físico. Por ello, es importante establecer relaciones entre los contenidos del currículo y los aspectos relacionados con los fenómenos naturales que dan origen al electromagnetismo y a la importancia de este en el desarrollo social y tecnológico para intentar fomentar el interés por este bloque. Otro problema común encontrado en el estudio del desarrollo de la interacción gravitatoria es la desconexión existente entre el valor numérico de las medidas (ya sea a nivel teórico o experimental) con la interpretación hecha de dichos valores. En este sentido, es importante que el alumnado acompañe con una breve reflexión los resultados obtenidos. Para intentar evitar algunas de las dificultades mencionadas y abordar el estudio del electromagnetismo no solo desde el punto de vista matemático es recomendable que el alumnado pueda familiarizarse con algunos de los fenómenos implicados de forma experimental. En este sentido, podrían realizarse prácticas experimentales de laboratorio que combinen el desarrollo de los problemas matemáticos junto con los procesos experimentales. En dichas experiencias es importante no realizar una guía exhaustiva en la realización de la experiencia y que sea el propio alumnado el que haga uso de algunas de las destrezas científicas básicas trabajadas en cursos anteriores. Por otro lado, también se debe facilitar la realización de experimentos en el aula y que no requieran de dispositivos experimentales demasiado complejos. Dichas demostraciones podrían ser realizadas por el propio alumnado, incluyendo en el trabajo de la asignatura el diseño de estas experiencias/demostraciones y para después ser puestas en común ante el resto de compañeros. En un primer momento, estos experimentos deberían servir para evidenciar la presencia en la naturaleza de los fenómenos relacionados con el campo eléctrico, el campo magnético y la interacción entre ambos. Algunos ejemplos podrían ser: la existencia de cargas de carácter positivo y negativo; la electrificación de la materia por distintos métodos; la interacción entre cargas según la Ley de Coulomb; el movimiento de una carga en el seno de un campo eléctrico; la presencia de campos magnéticos en la naturaleza; la manipulación de imanes; la demostración de la Ley de Faraday y de Lenz con materiales sencillos (por ejemplo dejando caer un imán por un tubo de cobre y por un tubo de plástico observando las diferencias o también observando la frenada de un péndulo con un imán en su extremos al oscilar sobre un rollo de papel de aluminio). Por otro lado, también es recomendable realizar demostraciones en clase en las que se muestren la importancia de los fenómenos electromagnéticos en sus aplicaciones tecnológicas y su impacto en la sociedad y el medio ambiente. En este caso, destacan las aplicaciones de la inducción electromagnética, destacando el papel de los generadores eléctricos, los motores y los transformadores. Estos experimentos pueden ser complementados con el uso de simuladores y laboratorios virtuales. En este bloque de conocimientos estas herramientas pueden ser de gran utilidad dado que no todos los laboratorios están equipados con los instrumentos necesarios para estudiar estos fenómenos tanto a nivel microscópico como

	macroscópico y al mismo tiempo dichas herramientas favorecen el aprendizaje de este fenómeno a través del desarrollo de las competencias digitales (Bravo, Bouciguez y Braumüller, 2019). Una propuesta para este curso es usar los laboratorios pEht, o los simuladores de uso de libre de la plataforma ophysics (https://ophysics.com/index.html), en los que se pueden usar simuladores con una mayor profundidad en el análisis matemático de los distintos fenómenos
C. Vibraciones y ondas	
El bloque de conocimientos, destrezas y actitudes dedicado al estudio del movimiento oscilatorio y las ondas engloba un amplio espectro de fenómenos físicos. En este sentido, podrían establecerse tres sub-bloques de conocimientos que de forma secuencial establezcan el desarrollo de todo el bloque. En primer lugar, se recomienda comenzar con el estudio del movimiento oscilatorio. En segundo lugar y partiendo de los conocimientos del primer sub-bloque se afronta el estudio del movimiento ondulatorio y los fenómenos naturales asociados a este (con una atención especial al estudio de las ondas de sonido). El último sub-bloque aborda el estudio de la naturaleza de la luz en su comportamiento ondulatorio, entre los que se encuentran los fenómenos más importantes relacionados con el estudio de la óptica.	
Conocimientos, destrezas y actitudes	*Orientaciones para la enseñanza*
– Movimiento oscilatorio: variables cinemáticas de un cuerpo oscilante y conservación de energía en estos sistemas. – Movimiento ondulatorio: gráficas de oscilación en función de la posición y del tiempo, ecuación de onda que lo describe y relación con el movimiento armónico simple. Distintos tipos de movimientos ondulatorios en la naturaleza. – Fenómenos ondulatorios: situaciones y contextos naturales en los que se ponen de manifiesto distintos fenómenos ondulatorios y aplicaciones. Ondas sonoras y sus cualidades. – Naturaleza de la luz: controversias y debates históricos. La luz como onda electromagnética. Espectro electromagnético. – Formación de imágenes en medios y objetos con distinto índice de refracción. Sistemas ópticos: lentes delgadas, espejos planos y curvos y sus aplicaciones.	Para afrontar los conocimientos de este bloque es recomendable que el alumnado esté familiarizado con las funciones trigonométricas del seno y del coseno y a su vez, sepa aplicar las reglas de las derivadas a dichas funciones. Estas herramientas matemáticas serán de gran utilidad para describir las variables cinemáticas del movimiento oscilatorio y ondulatorio, y comprender la variación simultánea en el tiempo de las variables posición, velocidad y aceleración. Del mismo modo, al hacer uso de las funciones dependientes del tiempo asociadas a estas variables, es posible establecer las funciones asociadas a la energía potencial y cinética, haciendo uso de la ley de conservación de la energía, trabajada en cursos anteriores, aplicada a un nuevo tipo de movimiento. Con ello, el alumnado debería tener una mayor facilidad para entender el estudio del movimiento oscilatorio no como una serie de "fórmulas nuevas" sino como un nuevo tipo de movimiento que sigue cumpliendo con las reglas básicas estudiadas hasta el momento (por ejemplo, la velocidad como variación de la posición, y la aceleración como variación de la velocidad; la velocidad y la posición como variables de las energías cinética y potencial respectivamente; la suma de las expresiones de la energías como valor constante debido a la conservación de la energía mecánica). Por otro lado, en la caracterización matemática tanto del movimiento oscilatorio como del movimiento ondulatorio es recomendable trabajar la presentación gráfica de las distintas variables cinemáticas y energéticas. Una de las dificultades que se encuentran en este bloque de conocimientos es la diferenciación por parte del alumnado entre el movimiento oscilatorio y el movimiento ondulatorio. Para intentar solventar esta dificultad puede resultar de ayuda la realización de prácticas o demostraciones experimentales de ambos fenómenos junto con el uso de herramientas virtuales y el uso de los teléfonos móviles. Una de estas herramientas es la aplicación de móvil de libre descarga "phyphox". Esta aplicación permite utilizar los sensores habituales con los que cuenta un teléfono móvil para realizar mediciones de gran variedad de fenómenos físicos, entre los que se encuentran aplicaciones relacionados con el estudio del movimiento oscilatorio (por ejemplo el estudio del movimiento de un péndulo cuya masa es el propio teléfono móvil) o varios relacionados con el análisis de distintos fenómenos acústicos (por ejemplo análisis de intensidad y frecuencias de un sonido o el estudio del efecto Doopler). Además del uso del teléfono móvil como instrumento físico para tomar medidas, también puede ser de utilidad hacer uso de laboratorio y simuladores virtuales. La realización de prácticas de laboratorio o demostraciones experimentales deberían estar presentes en este bloque de conocimientos para mostrar la naturaleza del movimiento ondulatorio como para mostrar algunos de los fenómenos asociados a la luz. El estudio experimental de las ondas puede realizarse tanto cualitativamente como cuantitativamente con materiales sencillos que permitan observar las características de las ondas y algunos fenómenos asociados. Algunos ejemplos serían el uso de tubos y cuerdas de

	distintas longitudes para estudiar la superposición de ondas (Cros y Ferrer-Roca, 2011) o el uso de copas de vidrio con distintas cantidades de líquido. Por otro lado, las prácticas y demostraciones experimentales en el estudio de la luz y la óptica deberían servir para dar respuesta a gran variedad de fenómenos visuales que son especialmente llamativos y al mismo tiempo están presentes en nuestro día a día ya sea en la observación directa de la naturaleza o como aplicación tecnológica. Algunos ejemplos asociados a los contenidos podrían ser la explicación de los espejismos e ilusiones ópticas asociadas a la reflexión y refracción de la luz en medios con distinto índice de refracción, la investigación sobre lentes de distintas gafas incluyendo polarizadas, las variaciones que se observan en la imagen de espejos con distinta curvatura, la observación de un medio anisótropo como el espato de Islandia, el funcionamiento de microscopios y telescopios, el fundamento de la fibra óptica, la formación del arcoíris o el porqué del color del cielo. Este enfoque permite al alumnado contextualizar directamente los aprendizajes de clase, mostrando las relaciones existentes entre la Física, la tecnología y la sociedad.
D. Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas	
Los contenidos desarrollados hasta este momento cierran los fundamentos del imponente edificio que se conoce como Física Clásica y corresponde a todos los saberes que implican a la Física, acumulados desde el principio de los tiempos hasta comienzos del siglo XX. En ese momento, nada indicaba que pudieran aparecer fisuras en este edificio, sin embargo, una serie de fenómenos sin explicar dan origen a lo que conocemos como revolución relativista y cuántica, asociadas a la formulación de la teoría de la relatividad y a la mecánica cuántica. Esta crisis en la concepción de la naturaleza y el universo durante el primer cuarto del siglo XX da origen al desarrollo de la Física Moderna.	
Conocimientos, destrezas y actitudes	*Orientaciones para la enseñanza*
– Principios de la relatividad, de la Física cuántica y de la Física de partículas en el estudio de las principales partículas involucradas en la Física atómica y nuclear: propiedades e interacciones. Implicaciones de la dualidad onda-corpúsculo y del principio de incertidumbre. – El efecto fotoeléctrico como sistema de transformación energética y de producción de diferencias de potencial eléctrico para su aplicación tecnológica. – Radiactividad natural: procesos y constantes implicados que permiten el cálculo de la variación poblacional y actividad de muestras radiactivas. Aplicación en el campo de las ciencias y de la salud.	Este bloque de conocimientos podría introducirse de forma que alumnos y las alumnas puedan percibir la importancia de la nueva concepción Física de la naturaleza y de cómo ha influido e influye en el desarrollo tecnológico y social hasta nuestros días. Los conocimientos y destrezas asociados al bloque pueden afrontarse en tres sub-bloques asociados a: los principios de la relatividad; la mecánica cuántica; y la Física nuclear y de partículas. El desarrollo de los principios relativistas puede partir de la idea del movimiento como un estado dependiente del sistema de referencia elegido y de cómo la velocidad de la luz es independiente del observador que la mide y del estado de movimiento de la fuente que emite dicha luz. Estos principios llevan a Einstein a desarrollar la Teoría de Relatividad Especial, que es aquella que el alumnado debería relacionar a la contracción de la longitud, la dilatación del tiempo y la famosa fórmula E=mc2. Es importante que el alumnado comprenda que la relatividad especial de Einstein no sustituye a la dinámica de Newton y que su formulación lo que hace es ampliar el conocimiento para sistemas con velocidades altas en las que la mecánica clásica no arrojaba respuestas. Por otro lado, este bloque de conocimientos también invita a realizar una introducción de la Teoría de la Relatividad General como aquella que establece la curvatura del espacio-tiempo. Esta teoría permite establecer conexiones con el primer bloque dedicado al estudio del campo gravitatorio y a su vez mostrar la vigencia de esta teoría en investigaciones científicas actuales como la medición de las ondas gravitacionales en el año 2016. La introducción al segundo sub-bloque, la Física cuántica, podría partir de las dificultades encontradas por la Física clásica para explicar algunos fenómenos relacionados con la radiación emitida por los cuerpos en función de su temperatura, lo que lleva a Max Planck a plantear su hipótesis de la cuantificación de la energía. Este planteamiento permite afrontar la interpretación cuántica de los espectros atómicos, el efecto fotoeléctrico postulado por Einstein (que a su vez permite la realización de cálculos relacionados con el trabajo de extracción y la energía cinética de los fotoelectrones), el efecto Compton y el planteamiento de la dualidad onda-corpúsculo. Todo ello lleva a la formulación del principio de incertidumbre de Heisenberg (que se puede aplicar en la resolución de problemas sencillos) y a presentar el planteamiento de Schödinguer con su ecuación de ondas de la materia

	y el concepto de densidad de probabilidad, como final de este sub-bloque de conocimientos, pero a su vez como el punto de partida para la reinterpretación del mundo a nivel atómico. Esta reinterpretación tiene un impacto directo en la sociedad con el desarrollo de tecnologías como el láser, la resonancia magnética nuclear, los microscopios de efecto túnel o han dado pie a la aparición de nuevas ramas de investigación científica como la superconductividad o la nano-ciencia. El último sub-bloque afronta el estudio de la Física nuclear y de partículas. Analizar el núcleo de los átomos va a permitir desarrollar los principios de la radiactividad (tipos de radiactividad, efectos y aplicaciones), las fuerzas nucleares (energía de enlace, reacciones nucleares y las aplicaciones y los efectos de las mismas en la sociedad) y finalmente una introducción a la Física de partículas (modelo estándar y caracterización de algunas de las partículas fundamentales como los neutrinos o el reciente bosón de Higgs). Los conocimientos matemáticos asociados a la Física moderna que se abordan en este curso no deberían requerir de herramientas matemáticas de excesiva complejidad. La resolución de problemas que requiera una aplicación del conocimiento (por ejemplo, en las desintegraciones radiactivas, el efecto fotoeléctrico o en el cálculo del principio de incertidumbre), debería ir acompañada de una explicación conceptual del mismo, de forma que la descripción del fenómeno evidencie la comprensión del mismo. La actualidad de la investigación científica en torno a los fenómenos estudiados en este bloque debe quedar patente en su desarrollo, dado que muchos de los conocimientos trabajados suponen el límite del conocimiento humano y ello debería servir como elemento motivador entre los alumnos y las alumnas para animarles a que de un modo u otro sean partícipes en la construcción del conocimiento. La vigencia y actualidad de dichas investigaciones puede ser llevada al aula mediante noticias relacionadas con los últimos descubrimientos y avances científicos de este campo asociados a los principales centros y agencias de investigación transnacionales como el CERN, la NASA o el ITER, y también aquellos ubicados en la comunidad autónoma de Aragón como por ejemplo el LSC (Laboratorio Subterráneo de Canfranc) o el INMA (Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón). El conocimiento por parte del alumnado de este tipo de centros de investigación y la forma en la que se trabaja en ellos permite contextualizar de manera directa el trabajo de los científicos y las científicas en los límites de nuestro conocimiento y al mismo tiempo servir como culminación a la enseñanza de la Física en secundaria y bachillerato, como la rama del saber que pretende comprender de la manera más detallada y profunda posible el funcionamiento de las leyes que rigen el universe.

IV. Orientaciones didácticas y metodológicas

IV.1 Sugerencias didácticas y metodológicas

En el bachillerato el alumnado ya dispone de un bagaje de conocimientos previos con respecto a la educación científica. Al igual que en Infantil, Primaria y en ESO, se detectan ideas alternativas, que resultan persistentes en muchos casos, al intentar dar respuesta o interpretar fenómenos de forma diferente a la explicación científica. Estas ideas pueden surgir en etapas previas (a partir de los libros de texto, o de las explicaciones del profesorado) o ser consecuencia de experiencias personales de cada estudiante (Ejarque, Bravo y Mazas, 2018). La consideración de estas ideas es necesaria al diseñar una secuencia de aprendizaje concreta, ya que de ello depende que el alumnado reafirme dichas ideas o las pueda sustituir por las ideas científicas. Esto requiere que el docente o la docente diseñen actividades en las que el alumnado pueda construir su propio modelo mental sobre aspectos científicos, que progresivamente se irán haciendo más complejos, de manera que los saberes básicos que se van incorporando en cada curso se vayan aproximando gradualmente a modelos científicos más completos. Según Fernández González, Moreno Jiménez y González González (2003) una de las bases del éxito de los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias radica en relacionar aquellos conceptos y contenidos que les resultan más abstractos con aspectos de la realidad concreta y cotidiana. Y quizás, de esta manera, se logre captar el interés de los estudiantes y de las estudiantes sobre los aspectos científicos que se trabajan en el aula, de tal modo que vean una aplicación práctica que mejore su actitud hacia las ciencias, y tal vez enfoque su futuro hacia carreras profesionales de índole científica.

Para ello, es necesario diseñar secuencias de actividades didácticas donde el propio alumnado pueda ser quien busca la construcción de explicaciones científicas de fenómenos a partir de procedimientos que contrasten los hechos con los modelos realizados, utilizando herramientas propias del trabajo científico (Roca, Márquez y Sanmartí, 2013) como las prácticas científicas.

Las prácticas científicas se podrían definir como aquellas prácticas utilizadas por los científicos para establecer, extender y refinar su conocimiento (NRC, 2012), e implican el desarrollo de destrezas u operaciones

científicas. Por ejemplo, a través de la identificación de preguntas y conceptos, del diseño e implementación de investigaciones científicas, del reconocimiento y análisis de explicaciones y modelos alternativos, o de la comunicación y defensa de un argumento científico, es decir, hablamos de indagación, modelización y argumentación (Mosquera Bargiela, Puig y Blanco Anaya, 2018).

Trabajando desde la indagación, los estudiantes y las estudiantes utilizan algunos de los métodos que emplean las personas que trabajan en la ciencia, y descubriendo los fenómenos a partir de su propia actividad científica (Harlen, 2015), por ejemplo, diseñando y poniendo en práctica experimentos y analizando los datos obtenidos (Ageitos, Puig y Calvo-Peña, 2017). Para ello, observan, encuentran patrones, plantean hipótesis y prueban sus ideas (Tunnicliffe y Ueckert, 2011). En la literatura se consideran distintos "niveles de indagación". Según Windschitl (2003) el nivel más bajo de indagación se corresponde con la confirmación de experiencias, donde los estudiantes y las estudiantes conocen los principios científicos siguiendo un guion. El siguiente nivel se refiere a la indagación estructurada en la que el profesorado plantea una pregunta en la que los estudiantes y las estudiantes no conocen la respuesta y a los que se les proporciona un procedimiento para completar la indagación. En la indagación guiada, los profesores y las profesoras proporcionan a los estudiantes y a las estudiantes un problema que investigar, pero los métodos para resolverlos los eligen los estudiantes o las estudiantes. Y, finalmente, en la indagación abierta los profesores o las profesoras permiten a los estudiantes y a las estudiantes desarrollar sus propias preguntas y diseñar sus investigaciones.

La indagación incluye destrezas como las siguientes: observar, formular preguntas, emitir hipótesis, diseñar experimentos, experimentar-manipular, investigar, explorar, interpretar información, recoger datos... Observar es el paso principal para dar sentido al mundo en el que vivimos y es esencial en la construcción del conocimiento científico. Tras la observación, aprender a clasificar supone dominar la operación de agrupar según las semejanzas y las diferencias, lo cual lleva implícito saber observar y comparar, contrastando sistemáticamente los elementos de cada grupo para aislar las características que comparten (Pujol, 2003). La clasificación de los seres vivos es un tema que se trabaja durante toda la enseñanza obligatoria y que puede desarrollarse utilizando herramientas como las claves dicotómicas, ya que sirve para clasificar los seres vivos o la materia inerte en función de que posea o no determinadas características que lo definen. Se trata de un ejercicio de observación en el que se presentan varios dilemas, por lo que hay que aceptar una de las opciones y rechazar la otra; lo cual llevará al estudiante a una nueva dicotomía que se resolverá exactamente del mismo modo hasta llegar a identificar el ejemplar correspondiente. Al utilizar herramientas como las claves dicotómicas los estudiantes y las estudiantes desarrollan el pensamiento lógico-matemático a partir de la experimentación, entendiendo el paso de un dilema al siguiente después de tomar una decisión basada en la observación del elemento en cuestión, con el propósito de que se desarrollen las destrezas científicas relacionadas como son: la observación, comparación, clasificación e identificación… que se incluyen en la indagación.

La segunda práctica científica que se señala es la argumentación. Se pone de manifiesto al utilizar conocimientos previos para llegar a conclusiones a un nivel que implique crear, utilizar o revisar modelos científicos en sus razonamientos (Martínez Bernat, García Ferrandis y García Gómez, 2019), en base a pruebas (Ageitos et al., 2017). Osborne (2011) considera que presentando la ciencia en el aula como una combinación de distintas prácticas sociales compartidas por la comunidad científica se proporciona una imagen más precisa de la Ciencia, lo cual ayuda a comprender cómo se construye el conocimiento y proporciona a los estudiantes o a las estudiantes gran variedad de estrategias para modelizar y explicar los fenómenos que tienen lugar en el mundo físico desde la ciencia escolar (NRC, 2012). En los últimos años se han desarrollado diversos proyectos nacionales e internacionales cuyo principal objetivo era involucrar a maestros de Primaria en formación inicial y continua en discusiones críticas sobre temas actuales a través de controversias socio-científicas y prepararlos para enseñarlas (España y Prieto, 2010, Díaz Moreno y Jiménez Liso, 2012; Garrido y Couso, 2014, Maguregui, Uskola y Burgoa, 2017). Estos autores consideran que estas controversias trabajadas a partir de prácticas científicas como por ejemplo la argumentación, favorecen que los estudiantes y las estudiantes comprendan la importancia de la ciencia en la vida cotidiana, que profundicen en cómo la gente usa la ciencia y que desarrollen la capacidad de ser consumidores críticos de la información científica (Kolsto, 2001).

En base a lo que señalan Jiménez Aleixandre y Puig (2010), para que haya argumentación tiene que haber conocimiento (científico) sometido a evaluación, y pruebas (o razones) para confirmarlo o refutarlo. Por ejemplo, estableciendo relaciones justificando las respuestas en base a pruebas, que puedan haber experimentado previamente. Es decir, mostrando cómo a partir de los datos obtenidos llegan a desarrollar ciertas conclusiones (Bravo y Jiménez Aleixandre, 2014; Fernández-Monteira y Jiménez Aleixandre, 2019).

La argumentación incluye destrezas científicas como usar e identificar pruebas, justificar respuestas o extraer conclusiones.

Por último, consideramos la práctica de modelización. Autoras como Mosquera Bargiela et al. (2018) apuntan que la modelización implica el desempeño de una serie de habilidades que permitan comprender cómo se elaboran los diferentes modelos científicos. Oliva (2019) recoge en su trabajo las diferentes acepciones de modelo y de modelización en la enseñanza, entre las que se encuentra la modelización como práctica científica. Se podría definir como el proceso por el que se crean, revisan y emplean modelos de una forma dinámica y creativa (Justi, 2006). La práctica de modelización en el aula permite a los docentes y a las docentes acceder a las ideas del alumnado sobre un tema concreto y conocer cómo evolucionan a través de la comunicación de sus modelos mentales (Mendonça y Justi, 2014). Oliva (2019) sintetiza esta práctica recogiendo las fases

propuestas por diversos autores: La primera fase del proceso se corresponde con la justificación del propósito de un nuevo modelo sobre un fenómeno u objeto del mundo real, para lo cual el sujeto tiene que estar familiarizado con el objeto o fenómeno. A continuación, es preciso elegir un sistema de signos y códigos que permitan ensamblar un lenguaje para el desarrollo de un modelo inicial, y posteriormente, ese modelo deberá ponerse a prueba, de tal forma que si surgen cambios deberá reformularse hasta obtener un modelo que se ajuste a las predicciones. Los modelos podrán ser parciales en los primeros cursos de la escolarización y se irán completando al superar los diferentes niveles académicos.

La modelización recoge destrezas como la explicación de fenómenos (naturales), representación de entidades o fenómenos mediante dibujos, maquetas, etc., o el uso de modelos.

A la hora de poner en práctica estos procedimientos, se recomienda al profesorado trabajar con materiales cotidianos con los que el alumnado pueda interactuar, por ejemplo, llevando minerales al aula, usando lupas de mano, termómetros, juegos y elementos de construcción, plastilina para modelar o bien modelos ya creados, etc. No obstante, siempre que sea posible, es preferible acercarse al laboratorio para realizar experiencias en las que acercar los fenómenos y los elementos del medio al aula.

IV.2 Evaluación de aprendizajes

[Enseñar, aprender y evaluar son tres procesos inseparables cuando el objetivo es que la evaluación sea útil tanto para el profesorado como para el alumnado. Al primero le sirve para comprobar la eficacia de su método, y al segundo le permite conocer la evolución de su propio aprendizaje y le ayuda a identificar las mejores estrategias para aprender. Según Geli (2000) la evaluación queda caracterizada por cuatro factores: 1) Está integrada en el proceso de enseñanza- aprendizaje y contribuye a mejorarlo. No se reduce a un diagnóstico y sólo completa su sentido cuando se concreta en propuestas que mejoran la práctica educativa. 2) Es continua. La información que proporciona la evaluación se obtiene del seguimiento de todas las actividades de aprendizaje, y no solo de determinadas actividades específicas de evaluación. 3) Es global. No se trata solo de evaluar los conocimientos, evolución y actitudes del alumnado, sino que abarca todos los factores que inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje (actividades, metodología, criterios de valoración, etc.) 4) Es individual. Se realiza sobre la base del desarrollo de cada persona en particular.

Aprender implica identificar obstáculos y regularlos, es decir, evaluar. Por eso, la evaluación tiene la función de motor del aprendizaje ya que sin evaluar-regular la coherencia entre los hechos y las representaciones y la propia expresión de las ideas, no habrá progreso en el aprendizaje del alumnado ni acción efectiva del profesorado (Sanmartí, 2007).

En relación con las finalidades relacionadas con el seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, se distinguen cuatro acepciones de evaluación (diagnóstica, formativa, sumativa y formadora) que proporcionan información en distintos momentos de la actuación docente (Geli, 2000; Pujol, 2003). Se encuentran estrechamente relacionadas y no se conciben aisladas unas de otras. Las informaciones que aportan son complementarias y cubren las distintas funciones de la evaluación:

- De seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación cumple distintas funciones en los distintos momentos de este proceso. Por un lado, informar al profesorado acerca de la situación inicial del alumnado (evaluación inicial o diagnóstica) y de la evolución en su aprendizaje a lo largo de todo el proceso (evaluación formativa). Esta información es imprescindible para la planificación y (re)orientación del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, la evaluación sumativa facilita información sobre los resultados finales del proceso de enseñanza-aprendizaje. Y, por último, también regula el proceso de aprendizaje del alumnado. La evaluación formativa permite al profesorado regular sobre la marcha el proceso de enseñanza/aprendizaje. Dando un paso más, en las estrategias en las que el propio alumnado desarrolla su aprendizaje de forma progresivamente autónoma (modelos didácticos de autorregulación del aprendizaje) la evaluación es una pieza clave para la construcción del conocimiento. Se habla en estos casos de evaluación formadora, y adquieren importancia la autoevaluación y la coevaluación.
- De control de la calidad de todos los elementos del proyecto educativo. Son objetos de evaluación los siguientes aspectos: a) El proceso de enseñanza con todos sus componentes: contenidos, planificación, desarrollo docente, resultados, actuación del profesorado, características del alumnado, etc.; b) el proceso de aprendizaje: interacción social, estilos de aprendizaje, ideas previas, actitudes, percepción de la Ciencia, etc.; c) el contexto: contexto social del centro, ambiente de aprendizaje, infraestructuras, recursos materiales y humanos, implicación y colaboración de instituciones externas, etc.
- De promoción del alumnado en el sistema educativo. Se trata de calificar y acreditar los conocimientos del alumnado en relación con su situación en el currículo escolar. Con frecuencia es el único elemento de referencia para la familia y para la sociedad acerca del progreso del alumnado en su aprendizaje escolar.

¿Qué, cuándo y cómo evaluar?

El momento de evaluar dependerá del tipo de evaluación (Sanmartí, 2002, 2007). En la evaluación inicial, se realizará antes de comenzar el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que su objetivo fundamental es analizar la situación de cada alumno y alumna para tomar conciencia (profesorado y alumnado) de los puntos de partida,

y así poder adaptar el proyecto educativo a las necesidades detectadas. En la evaluación a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje, se habrán de fomentar los procesos de autorregulación. Para ello, si pretendemos que aparte de formativa sea también formadora, nos debemos centrar en evaluar si el alumno o la alumna comparten los motivos y objetivos de las actividades propuestas, si las afrontan adecuadamente, y si comparten los criterios de valoración. Lo importante es que el propio alumno o la propia alumna sean capaces de detectar sus dificultades, comprenderlas y autorregularlas. Finalmente, después del proceso de enseñanza-aprendizaje se ha de evaluar el nivel de los aprendizajes adquiridos. Una de las funciones de la evaluación sumativa es la de asegurar que las características del alumnado responden a las exigencias del sistema educativo y social, pero también ha de contribuir a su formación (permitiéndole conocer los puntos fuertes y débiles de su aprendizaje) y a la regulación de las secuencias de enseñanza-aprendizaje (identificando los aspectos de las mismas susceptibles de mejora). Para tratar de evitar una sobresaturación de tareas por parte del profesorado y del alumnado lo que, unido a la habitual escasez de tiempo disponible para su valoración, viene a provocar periodos de tensión y ansiedad en ambos colectivos, y entre ellos, la evaluación final se puede fragmentar en varios momentos del curso, con carácter acumulativo y complejidad creciente. De este modo, además, se puede atender mejor la función formativo-reguladora.

¿Quién debe evaluar?

Se debe implicar al alumnado en el proceso de evaluación, enseñándoles a autoevaluarse y autorregularse (detectando sus dificultades, comprendiendo por qué las tienen, y tomando decisiones para superarlas). En otras palabras, la evaluación del profesorado debería facilitar, fundamentalmente, que cada alumno o alumna sean capaces de autorregularse autónomamente. En consecuencia, la evaluación-regulación continua de los aprendizajes se sustenta en tres pilares: la autoevaluación (autorregulación), la coevaluación (regulación mutua) y la evaluación del profesorado (Sanmartí, 2002).

La capacidad de autorregularse en un proceso de aprendizaje pasa por percibir y representar adecuadamente los objetivos de aprendizaje, las operaciones necesarias para realizar la actividad y los criterios de evaluación (Sanmartí, 2007).

La corregulación es una de las estrategias que más ayudan a la autorregulación ya que muchas de nuestras dificultades las detectamos al comparar formas de pensar y de hacer distintas. También al reconocer errores en los otros, se llega a percibir los propios como algo normal y se preserva mejor la autoestima (Sanmartí, 2007).

Se tiene que evaluar la aplicación de los conocimientos adquiridos por el alumnado en situaciones cotidianas. Las competencias se asocian con la movilidad de los conocimientos y recursos psicosociales en contextos determinados, y con la aplicación de los saberes adquiridos para conseguir un desarrollo pleno, tanto a nivel personal como social y profesional. Se debería poder demostrar que los alumnos y alumnas son capaces de aplicar saberes en la toma de decisiones para actuar y que saben argumentar por qué las toman.

En resumen, para evaluar…

- Las tareas de evaluación deben ser contextualizadas, es decir, referirse a problemas o situaciones reales.
- Estos problemas deben ser complejos, y los alumnos y las alumnas deberían interrelacionar conocimientos distintos y poner en acción habilidades diversas para plantear posibles soluciones (pensamiento sistémico).
- Estos problemas deberían ser diferentes de los trabajados en el transcurso del proceso de enseñanza. Interesa reconocer si los alumnos y alumnas son capaces de transferir aprendizajes.
- Las tareas planteadas deberían ser acordes con los aprendizajes realizados. Los alumnos y alumnas deben poder anticipar e incluso conocer los criterios de evaluación.
- La propia evaluación debería ser ocasión para aprender tanto a reconocer qué se ha aprendido o se puede mejorar, como los propios límites. Por tanto, es importante que la comunicación de los resultados vaya acompañada de un proceso que ayude a la autorreflexión o feedback sobre las posibles causas de dichos límites.
- No tiene sentido proponer una evaluación calificadora cuando se prevé que los aprendizajes aún no están preparados para tener éxito.

IV.3 Diseño de situaciones de aprendizaje

La secuencia didáctica que se diseñe ha de tener relación con los saberes básicos y con el contexto real del alumnado, y además han de considerarse los objetivos y competencias que se desarrollan, la metodología, la secuenciación de tareas y los procesos de evaluación. Sería conveniente que las situaciones de aprendizaje que se diseñen incluyan aprendizajes conceptuales, que suponen una parte fundamental de los conocimientos del área, a partir del diseño y la implementación de actividades basadas en las prácticas científicas.

En didáctica, las actividades pueden definirse como un conjunto de acciones planificadas por el profesorado que tienen como finalidad promover el aprendizaje de los alumnos y las alumnas en relación con determinados saberes básicos. Sólo tienen sentido si provocan la actividad mental del alumnado. Son las que, finalmente, concretan las intenciones educativas, favoreciendo la comunicación entre el alumnado, el profesorado y la

materia a enseñar, considerados los tres polos principales de la acción didáctica (Sanmartí, 2002).

Las actividades de enseñanza por investigación en torno a problemas persiguen el desarrollo de capacidades de razonamiento y actitudes científicas y hacia las ciencias, a la vez que el de estructuras conceptuales propias de la ciencia escolar, de forma significativa, mediante procesos de investigación y toma de decisiones por parte del estudiantado. En estas estrategias el esfuerzo del profesorado se centra en crear situaciones de aprendizaje, gratificantes para los estudiantes y para las estudiantes, que puedan abordarse mediante procesos de investigación (Criado et al.,2007).

Si queremos desencadenar un proceso de inmersión del estudiantado en el trabajo científico, hemos de plantear situaciones de aprendizaje cotidianas, preferentemente de naturaleza abierta y que, en consecuencia, requieran una toma de decisiones argumentada (Jiménez Aleixandre, 2000). Este enfoque de enseñanza de las ciencias mejora la actitud participativa y colaboradora del estudiantado y su curiosidad por la ciencia, aprendiendo a hacer ciencia, relacionándola con sus experiencias cotidianas, aumentando su capacidad comunicativa y, sobre todo, mejorando su autonomía y autoestima (García Carmona y Criado, 2007).

Un currículo para la alfabetización científica se debería basar en la creación de situaciones de aprendizaje variadas para que emerjan problemas, susciten hipótesis, demanden estrategias de estudio, dé criterios para el análisis, reglas para la interpretación de los datos, etc. Es decir, para poner a prueba los propios conocimientos, las creencias y valorar la información.

Del Carmen y Jiménez Aleixandre (1997), Caamaño (2003), García Carmona y Criado (2007), Harlen (2014) y Cañal et al. (2016) asumen los principios de diseño que deben estar presentes a la hora de decidir sobre los contenidos y las actividades en el marco del modelo de aprendizaje por indagación, como son: 1) identificar problemas que tengan conexión con la vida real para ser investigados del currículo; 2) plantear preguntas que requieran razonamiento, explicaciones y reflexiones, donde los escolares pongan en juego sus ideas intuitivas y las sometan a análisis; 3) mantener los objetivos conceptuales, en número limitado, para facilitar tanto su comprensión, como su utilización en contextos de investigación; 4) emplear destrezas científicas de investigación y experimentación para comprobar ideas;

5) tratar de que el alumnado registre sus observaciones y otras informaciones recopiladas durante la indagación (mediante tablas, gráfico, vocabulario apropiado…) de manera que ello les facilite la posterior interpretación y discusión de resultados; 6) reflexionar de forma crítica sobre la forma en que se recogen los datos y las pruebas y sobre cómo se usan para comprobar las ideas; 7) destinar un tiempo para que los alumnos y alumnas reflexionen sobre qué han aprendido, el modo en que han aprendido y cómo ello se puede aplicar en el aprendizaje futuro sobre cuestiones cotidianas. En la actividad científica las habilidades comunicativas tienen un papel destacado porque la actividad científica es, eminentemente, una actividad discursiva. Hablando y discutiendo con sus compañeros o compañeras, los científicos o las científicas (y los alumnos y las alumnas) están actuando sobre el mundo, al igual que lo hacen cuando experimentan (Martí y Amat, 2017).

En la ejemplificación que aparece en el punto siguiente sobre las situaciones de aprendizaje aplicables a este nivel, se señalan una serie de apartados que se describen a continuación:

- Introducción y contextualización: Incluye una breve presentación del tema, motivo de la elección, las fuentes documentales que han inspirado la secuencia, el curso al que va dirigido, una estimación temporal y la relación general con el contexto.
- Objetivos didácticos: Objetivos de aprendizaje específicos a alcanzar dentro de la situación de aprendizaje.

  Tienen que tener relación con las competencias específicas y los saberes curriculares.
  Elementos curriculares: Relación justificada y redactada con los elementos del currículo.
  Conexión con otras áreas: interdisciplinariedad de las situaciones de aprendizaje con otras materias.
- Descripción de la situación de aprendizaje: Desarrollo de la situación, acciones a realizar, tipo de agrupaciones, preguntas que se pueden plantear, momentos en los que se estructura y materiales que se emplean.
- Atención a las diferencias individuales: descripción de las acciones tomadas en el diseño para atender a la diversidad.

IV.4 Ejemplificación de situaciones de aprendizaje

Ejemplo de situación de aprendizaje: Demostraciones experimentales y laboratorios virtuales

Introducción y contextualización:

Orientar la docencia de 2º de bachillerato es complejo debido al enfoque finalista con el que, históricamente, está orientada la docencia en este curso. Esto es debido a la evaluación sumativa que recibe el alumnado al terminar el curso, con el fin de acceder a los estudios universitarios. Esta evaluación finalista que rige la enseñanza de este curso no debería ser motivo para que el alumnado no trabaje las prácticas científicas de forma transversal al resto de conocimientos, aunque dejando en manos de los docentes o de las docentes que lo hagan en menor medida que en otros cursos previos.

La situación de aprendizaje que se propone no se ciñe a contenidos concretos dentro del desarrollo de la

materia y se expone como una posibilidad para poder llevar a cabo prácticas o demostraciones experimentales a lo largo del desarrollo de toda la asignatura. El alumnado es el que debería diseñar, elaborar y exponer dichas demostraciones experimentales en el aula al resto de compañeros y compañeras. Estas demostraciones experimentales deben ir a acompañadas del uso de laboratorios o simuladores experimentales que ayuden a explicar el fenómeno observado en la parte experimentales. El alumnado puede trabajar en pequeños grupos o individualmente si se prefiere.

Siendo conscientes del componente propedéutico de este curso, los y las docentes pueden ser los encargados de llevar a cabo dichas demostraciones experimentales en el aula para ilustrar las leyes y teorías científicas desarrolladas en clase.

Objetivos didácticos:

1. Desarrollar las destrezas científicas y conocimientos procedimentales asociados al diseño e implementación de prácticas experimentales vinculados al estudio de las leyes y teorías científicas trabajadas en clase.
2. Representar y establecer las conexiones entre la representación de algunos fenómenos naturales o aplicaciones tecnológicas mediante las demostraciones experimentales, el uso de laboratorios virtuales y el desarrollo de las leyes y teorías asociadas al mismo, por parte del alumnado.
3. Aplicar los resultados obtenidos en las demostraciones, tanto experimentales como virtuales, en la resolución de problemas asociados a los contenidos trabajados.

Elementos curriculares involucrados:

Esta situación de aprendizaje puede incluir los saberes de cualquier de los cuatro bloques de la asignatura.

La vinculación con las competencias clave también podría variar en función del enfoque que se adopte en esta situación de aprendizaje, aunque se podría vincular con las competencias clave: CCL1, STEM1, STEM3, STEM4 y CD2.

Entre las competencias específicas que se trabajan esta situación de aprendizaje están la CE.F.1. (Utilizar las teorías, principios y leyes que rigen los procesos físicos más importantes, considerando su base experimental y desarrollo matemático en la resolución de problemas, para reconocer la Física como una ciencia relevante implicada en el desarrollo de la tecnología, de la economía, de la sociedad y la sostenibilidad ambiental), la CE.F.3. (Utilizar el lenguaje de la Física con la formulación matemática de sus principios, magnitudes, unidades, ecuaciones, etc., para establecer una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y como una herramienta fundamental en la investigación), CE.F.4. (Utilizar de forma autónoma, eficiente, crítica y responsable recursos en distintos formatos, plataformas digitales de información y de comunicación en el trabajo individual y colectivo para el fomento de la creatividad mediante la producción y el intercambio de materiales científicos y divulgativos que faciliten acercar la Física a la sociedad como un campo de conocimientos accesible).

Conexiones con otras materias:

Esta situación puede tener conexión con la materia de Química cuando se trabajen algunos conocimientos el Bloque D. (Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas).

Descripción de la actividad, metodología y estrategias didácticas:

La situación de aprendizaje propone la realización de demostraciones experimentales en el desarrollo de conocimientos de distintos bloques a lo largo del desarrollo de la materia. Todas las actividades tienen como denominador común que son el alumno o la alumna quienes deben diseñar una demostración experimental en clase. Para fundamentar teóricamente el experimento puede hacer uso de laboratorios virtuales que simulen o reproduzcan su experiencia con la mayor similitud. Para ello, los contenidos han podido ser trabajados previamente en clase.

Al comienzo de la actividad el docente puede guiar al alumnado en la búsqueda de plataformas virtuales tanto para elegir la demostración experimental asociada a los fenómenos a estudiar, como la simulación virtual que pretenda reproducir. Es decir, el docente o la docente pueden acotar la posible elección tanto de la experiencia como del laboratorio virtual.

Un ejemplo de esta situación de aprendizaje puede ser el tratamiento en clase de algunos fenómenos vinculados a la óptica geométrica y la Ley de Snell. Para ello haciendo uso de un láser y una cubeta transparente llena de agua hasta su mitad, se pueden añadir unas gotas de leche desnatada y al apuntar con el láser a la cubeta observar que le ocurre al haz de luz cuando atraviesa la superficie de separación desde el aire al agua y viceversa. Esto permite observar experimentalmente la Ley de Snell y también la reflexión total cuando el haz de luz pasa de un agua a aire a partir de un ángulo determinado. Por otro lado, el alumnado puede hacer uso del laboratorio virtual "refracción y reflexión de la luz" como una de las simulaciones PhET. Esta simulación ofrece la posibilidad de hacer mediciones de ángulos, velocidad de la luz y otras magnitudes de interés.

En el desarrollo de la experiencia el alumnado tiene cierta libertad para realizar la demostración y explicación del fenómeno. Un ejemplo sería que realice una explicación teórica y gráfica de la Ley de Snell para posteriormente realizar la demostración experimental. De forma paralela a la demostración experimental puede hacer uso del laboratorio virtual para ir comprobando la similitud entre los fenómenos observados. Mientras se

lleva a cabo la actividad tanto el docente o la docente como el resto de compañeros y compañeras podrían formular preguntas sobre lo que están observando. En este caso concreto, pueden surgir cuestiones relacionadas con el porqué del uso de las gotas de leche en el agua (que dan pie a hablar de otro fenómeno óptico, el efecto Tyndall), o si el fenómeno estudiado ocurre para láseres de distintos colores (es de decir, si influye la longitud de onda en el fenómeno).

Este sería un ejemplo de las actividades asociadas a la situación de aprendizaje, que podrían llevarse a cabo en una parte importante de los conocimientos estudiados en la asignatura de Física de 2º de Bach. En aquellos casos en los que no sea posible, por ejemplo, en el estudio del movimiento de los planetas o el estudio de la Física cuántica, es posible adaptar la situación de aprendizaje para que el alumnado únicamente haga uso de los laboratorios virtuales.

Finalmente, esta situación de aprendizaje puede asociarse a la realización de problemas en clase vinculados a los fenómenos observados, de manera que el alumnado deba hacer uso de las explicaciones ofrecidas por sus compañeros y compañeras para resolverlos, ya sea utilizándolo como ejemplo o haciendo uso directo del laboratorio virtual o real siempre que sea posible.

Atención a las diferencias individuales:

La atención a las diferencias individuales puede ser valorada mediante la asignación por parte del profesorado de las actividades al alumnado, de forma que tenga en cuenta sus intereses y necesidades individuales.

Recomendaciones para la evaluación formativa:

La evaluación de las actividades dentro de la situación de aprendizaje puede variar según el conocimiento que se vaya a desarrollar en cada actividad. De forma global a todas las actividades el docente o la docente deberían realizar preguntas para tener el grado la certeza suficiente de que el alumnado comprende el fenómeno que está realizando y que no se dedica a reproducir una experiencia que ya conoce. Este tipo de preguntas pueden estar vinculadas a la realización de pequeñas modificaciones en el diseño experimental para comprobar si el alumnado ha adquirido los conocimientos que la actividad pretende desarrollar. En el ejemplo planteado posibles preguntas podrían ser: "¿qué ocurre si no añadimos las gotas de leche?"; "y si añadimos una lámina de aceite sobre el agua, ¿en qué cambiaría la experiencia?".

El planteamiento de preguntas permite al docente o a la docente evaluar los aprendizajes al mismo tiempo que se ponen en juego las habilidades desarrolladas en la actividad ya sea a partir de los conocimientos desarrollados a partir del experimento o la propia realización del experimento con las modificaciones propuestas.

V. Referencias

Ageitos N., Puig B., y Calvo Peña X. (2017). Trabajar genética y enfermedades en secundaria integrando la modelización y la argumentación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14*(1), 86-97.

Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, Á., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M. y Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. R*evista de Educación, 381*, 259-274.

Almudí, J. M., Zuza, K., y Guisasola, J., (2016) Aprendizaje de la teoría de inducción electromagnética en cursos universitarios de Física general. Una enseñanza por resolución guiada de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, *34*(2), 7-24. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1612

Bevins, S. y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education, 38*(1), 17-29. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1124300

Bravo. B., Bouciguez. M.J. y Braunmüller. M. (2019). Una propuesta didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de la Inducción Electromagnética básica y el desarrollo de competencias digitales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 16*(1), 1203. http://dx.doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1203

Bravo, B., y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2014). Articulación del uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(3), 425-442. http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1281

Caamaño, A. (2003). *Los trabajos prácticos en ciencias*. En M.P. Jiménez Aleixandre (coord.): *Enseñar ciencias,* 95-118. Barcelona: Graó.

Caamaño, A. (2018). Enseñar química en contexto: Un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación química, 29*(1), 21-54. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686

Cañal, P., García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria.* Madrid: Paraninfo.

Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. En D. Couso, M.R. Jiménez-Liso, C. Refojo y J.A. Sacristán (coords), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 64-74). FECYT y Fundación Lilly. Madrid: Penguin Random House.

Criado, A.M., Cid, R. del y García Carmona, A. (2007). La cámara oscura en la clase de ciencias: fundamentos y utilidades didácticas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, *4*(1), 123-140.

Cros, A. y Ferrer-Roca, C. (2011). Física por un tubo. Mide la velocidad del sonido en el aire y diviértete con los tubos sonoros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *8* (Núm. Extraordinario), 393−398.

Del Carmen, L. y Jiménez Aleixandre, M.P. (1997). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*, *11*, 7-14.

Díaz Moreno, N., y Jiménez Liso, R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9*(1), 54-70

Ejarque, A., Bravo, B. y Mazas, B. (2018). Diseño e implementación de una actividad de modelización para promover el cambio conceptual en alumnado de secundaria: ¿por qué la corteza es tan gruesa y los volcanes tan profundos? *RIDHyC, 3*, 9-32.

España, E. y Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela, 71*, 17-24.

Fernández González, J., Moreno Jiménez, T. y González González, B. M. (2003). Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 35*, 82-89.

Fernández-Monteira, S.F. y Jiménez Aleixandre, M.P. (2019). ¿Cómo llega el agua a las nubes? Construcción de explicaciones sobre cambios de estado en educación infantil. R*evista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 16(*2), 2101.

Ferrés-Gurt, C., Marbà-Tallada, A. y Sanmartí, N. (2014). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12*(1), 22-37.

García Carmona, A. y Criado, A.M (2007). Investigar para aprender, aprender para enseñar. Un proyecto orientado a la difusión del conocimiento escolar sobre Ciencia. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 52, 73- 83.

Garrido, A. y Couso, D. (2014). Análisis del aprendizaje y autoeficacia de las controversias socio-científicas (SSI) de futuros maestros de primaria en una formación inicial. 2*6 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Comunicaciones*, 398-405.

Geli, A.M. (2000). La evaluación de los procesos y de los resultados en la enseñanza de las ciencias. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias,* 187-205. Alcoy: Marfil.

González Rodríguez, L. y Crujeiras Pérez, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias, 34*(3), 143-160. http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2018

Harlen, W. (2014). Helping children´s development of inquiry skills. *Inquiry in Primary Science Education, 1*, 5-19. Harlen, W. (2015). *Working with Big ideas of Science Education.* Trieste (Italia): Science Education Programme of IAP.

Jiménez Aleixandre, M.P. (2000). Modelos didácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Puig, B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique, 63*, 11-18.

Justi, R. (2006). La enseñanza de Ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(2), 173- 184.

King, D. y Ritchie, S.M. (2012). L*earning science through real-world contexts. En Second international handbook of science education* (pp. 69-79). Springer

Kolsto, S.D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socio scientific Issues. *Science Education, 85*(1), 291–310.

Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos.* Buenos Aires: Paidós

Maguregui, G., Uskola, A. y Burgoa, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las ciencias, 35*(2), 29-50.

Martí, J. y Amat, A. (2017). La comunicación científica en la Educación Primaria. *Aula, 260*, 12-16.

Martínez Bernat, F.X., García Ferrandis, I. y García Gómez, J. (2019). Competencias para mejorar la argumentación y la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad. *Enseñanza de las Ciencias, 37*(1), 55-70. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2323

Mendonça, P.C.C. y Justi, R. (2014). An instrument for analyzing arguments produced in modeling based chemistry lessons. J*ournal of Research in Science Teaching, 51*(2), 192-218. https://doi.org/10.1002/tea.21133

Menéndez, V. (2018). La historia de la ciencia como herramienta didáctica: la enseñanza de la gravedad.

Revista De Enseñanza De La Física, 30, 255–261.

Mosquera Bargiela, I.M., Puig, B. y Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las ciencias, 36*(1), 7- 23. http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2311

National Research Council (NRC) (2012). *A frame work for K12 Science Education: practices, cross cutting concepts and core ideas.* Washington DC: National Academy Press.

Oliva, J.M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 37*(2), 5-24. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648

Osborne, J. (2011). Science teaching methods: A rationale for practices. *School Science Review, 93*(343), 93-103.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquirycycle. *Educational Research Review, 14,* 47-61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Pérez-Landazábal, M. y Paloma Varela-Nieto, M. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la Física a partir de la energía. *Eureka. Enseñ. Divul. Cien, 3*, 237–250.

Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en Educación Primaria*. Madrid: Síntesis-Educación.

Roca, M., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias, 31(*1), 95–114.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de la Ciencias en la educación secundaria obligatoria.* Barcelona: Síntesis

educación. Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender.* Barcelona: Graó.

Solbes, J. y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la Física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 22*(2), 185-93.

Tunnicliffe, S.D. y Ueckert, C. (2011). Early biology: the critical years for learning. *Journal of Biological Education, 45*(4), 173-175. https://doi.org/10.1080/00219266.2010.548873

Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Education, 87*(1), 112-143, https://doi.org/10.1002/sce.10044

España, E., y Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela, 71*, 17-24.

Fernández González, J., Moreno Jiménez, T., y González González, B. M. (2003). Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 35*, 82-89.

Fernández-Monteira, S.F. y Jiménez Aleixandre, M.P. (2019). ¿Cómo llega el agua a las nubes? Construcción de explicaciones sobre cambios de estado en educación infantil. R*evista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 16(*2), 2101.

Ferrés-Gurt, C., Marbà-Tallada, A. y Sanmartí, N. (2014). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12*(1), 22-37.

García Carmona, A. y Criado, A.M (2007). Investigar para aprender, aprender para enseñar. Un proyecto orientado a la difusión del conocimiento escolar sobre Ciencia. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 52, 73-83.

Garrido, A., y Couso, D. (2014). Análisis del aprendizaje y autoeficacia de las controversias socio-científicas (SSI) de futuros maestros de primaria en una formación inicial. 2*6 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Comunicaciones*, 398-405.

Geli, A.M. (2000). La evaluación de los procesos y de los resultados en la enseñanza de las ciencias. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias,* 187-205. Alcoy: Marfil.

González Rodríguez, L. y Crujeiras Pérez, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones Químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias, 34*(3), 143-160. http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2018

Harlen, W. (2014). Helping children´s development of inquirí skills. *Inquiry in Primary Science Education, 1*, 5-19.

Harlen, W. (2015). *Workingwith Big ideas of ScienceEducation.* Trieste (Italia): Science Education Programme of IAP.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Puig, B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique, 63*, 11-18.

Justi, R. (2006). La enseñanza de Ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(2), 173- 184.

King, D. y Ritchie, S. M. (2012). L*earning science through real-world contexts. En Second international handbook of science education* (pp. 69-79). Springer

Kolsto, S.D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socio scientific Issues. *Science Education, 85*(1), 291–310.

Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos.* Buenos Aires: Paidós

Maguregui, G., Uskola, A., y Burgoa, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las ciencias, 35*(2), 29-50.

Martí, J. y Amat, A. (2017). La comunicación científica en la Educación Primaria. *Aula, 260*, 12-16.

Martínez Bernat, F. X., García Ferrandis, I. y García Gómez, J. (2019). Competencias para mejorar la argumentación y la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad. *Enseñanza de las Ciencias, 37*(1), 55-70. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2323

Mendonça, P.C.C. y Justi, R. (2014). An instrument for analyzing arguments produced in modeling based chemistry lessons. J*ournal of Research in Science Teaching, 51*(2), 192-218. https://doi.org/10.1002/tea.21133

Mosquera Bargiela, I.M., Puig, B., y Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las ciencias, 36*(1), 7- 23. http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2311

National Research Council (NRC). (2012). *A frame work for K12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas.* Washington DC: National Academy Press.

Oliva, J.M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 37*(2), 5-24. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648

Osborne, J. (2011). Science teaching methods: A rationale for practices. *School Science Review, 93*(343), 93-103. Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. y

Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. E*ducational Research Review, 14*, 47-61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Pérez-Landazábal, M. y Paloma Varela-Nieto, M. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la Física a partir de la energía. *Eureka. Enseñ. Divul. Cien, 3*, 237–250.

Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en Educación Primaria*. Madrid: Síntesis-Educación.

Roca, M., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias, 31(*1), 95–114.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de la Ciencias en la educación secundaria obligatoria.* Barcelona: Síntesis educación. Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender.* Barcelona: Graó.

Solbes, J. y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la Física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 22*(2), 185-93.

Tunnicliffe, S.D. y Ueckert, C. (2011). Early biology: the critical years for learning. *Journal of Biological Education, 45*(4), 173-175. https://doi.org/10.1080/00219266.2010.548873

Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Education, 87*(1), 112-143, https://doi.org/10.1002/sce.10044