

## 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 ciudadanía 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 alumbró 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.

| <b>CE.F.1</b>  |
|--|
| <i>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.</i>  |
| 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.<br>1.2. Resolver problemas de manera experimental y analítica, utilizando principios, leyes y teorías de la Física.  |
| <b>CE.F.2</b>  |
| <i>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.</i>  |
| 2.1. Analizar y comprender la evolución de los sistemas naturales, utilizando modelos, leyes y teorías de la Física.<br>2.2. Inferir soluciones generales a problemas generales a partir del análisis de situaciones particulares y las variables de que dependen.<br>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. |
| <b>CE.F.3</b>  |
| <i>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.</i>   |
| 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.   |

|  |
|--|
| <p>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.</p> <p>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.</p>  |
| <b>CE.F.4</b>  |
| <p><i>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.</i></p>  |
| <p>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.</p> <p>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.</p>  |
| <b>CE.F.5</b>  |
| <p><i>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.</i></p>   |
| <p>5.1. Obtener relaciones entre variables Físicas, midiendo y tratando los datos experimentales, determinando los errores y utilizando sistemas de representación gráfica.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> |
| <b>CE.F.6</b>  |
| <p><i>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.</i></p>  |
| <p>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.</p> <p>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.</p>  |

### III. Saberes básicos

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

##### A. 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.

##### B. 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.

##### 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 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.

**D. 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**

| <b>A. Campo gravitatorio</b>  |   |
|---|---|
| <p>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.</p>   |   |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>   | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- Leyes que se verifican en el movimiento planetario y extrapolación al movimiento de satélites y cuerpos celestes.</li> <li>- Introducción a la cosmología y la astrofísica como aplicación del campo gravitatorio: implicación de 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.</li> </ul> | <p>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 <math>9,8\text{m/s}^2</math> 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.</p> <p>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 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.</p> <p>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 gravitacionales (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</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>físico-matemáticos que aborden el estudio de las variables cinemáticas y dinámicas asociadas al campo gravitatorio y a las implicaciones energéticas de los mismos.</p> <p>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 (<a href="https://phet.colorado.edu/es/">https://phet.colorado.edu/es/</a>), 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.</p> <p>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.</p>  |
| <b>B. Campo electromagnético</b>   |  |
| <p>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.</p>  |  |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>  | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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.</li> <li>– Intensidad del campo eléctrico en distribuciones de cargas discretas, y continuas: cálculo e interpretación del flujo de campo eléctrico.</li> <li>– 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.</li> <li>– Campos magnéticos generados por hilos con corriente eléctrica en distintas configuraciones geométricas: rectilíneas, espiras, solenoides o toros. Interacción con cargas eléctricas libres presentes en su entorno.</li> <li>– Líneas de campo eléctrico y magnético producido por distribuciones de carga sencillas, imanes e hilos con corriente eléctrica en distintas configuraciones geométricas.</li> </ul> | <p>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...).</p> <p>Ahora bien, existen numerosas dificultades asociadas al desarrollo de la interacción electromagnética que quedan evidenciadas en cursos superiores (Almudí, Zuza y Guisasaola, 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.</p> <p>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</p> |

|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de la fuerza electromotriz: funcionamiento de motores, generadores y transformadores a partir de sistemas donde se produce una variación del flujo magnético.</li> </ul>   | <p>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.</p> <p>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 (<a href="https://ophysics.com/index.html">https://ophysics.com/index.html</a>), en los que se pueden usar simuladores con una mayor profundidad en el análisis matemático de los distintos fenómenos</p>   |
| <p><b>C. Vibraciones y ondas</b></p>   |  |
| <p>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.</p>  |  |
| <p><i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i></p>   | <p><i>Orientaciones para la enseñanza</i></p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Movimiento oscilatorio: variables cinemáticas de un cuerpo oscilante y conservación de energía en estos sistemas.</li> <li>- 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.</li> <li>- Fenómenos ondulatorios: situaciones y contextos naturales en los que se ponen de manifiesto distintos fenómenos ondulatorios y aplicaciones. Ondas sonoras y sus cualidades.</li> <li>- Naturaleza de la luz: controversias y debates históricos. La luz como onda electromagnética. Espectro electromagnético.</li> <li>- Formación de imágenes en medios y objetos con distinto índice de refracción. Sistemas ópticos: lentes delgadas, espejos planos y curvos y sus aplicaciones.</li> </ul> | <p>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.</p> <p>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 Doppler). Además del uso del teléfono móvil como instrumento físico para tomar medidas, también puede ser de utilidad hacer uso de laboratorio y simuladores virtuales.</p> <p>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</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | 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.  |
| <b>D. Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas</b>  |  |
| 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.               |  |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>  | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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.</li> <li>– El efecto fotoeléctrico como sistema de transformación energética y de producción de diferencias de potencial eléctrico para su aplicación tecnológica.</li> <li>– 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.</li> </ul> | <p>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.</p> <p>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 <math>E=mc^2</math>. 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 arroja 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.</p> <p>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 Schödinger 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.</p> <p>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).</p> <p>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 universo</p> |

## 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, entendiéndolo 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,

umentando 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 [número]: 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 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. *Revista de Educación*, 381, 259-274.
- Almudí, J. M., Zuza, K., y Guisasaola, 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.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i1.1203](http://dx.doi.org/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. *Revista 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. *26 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). *Learning 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. *Journal 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 inquiry cycle. *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.
- Tunncliffe, 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>

## FÍSICA Y QUÍMICA

El Bachillerato es una etapa de grandes retos para el alumnado, no solo por la necesidad de afrontar los cambios propios del desarrollo madurativo de los adolescentes de esta edad, sino también porque en esta etapa educativa los aprendizajes adquieren un carácter más profundo, con el fin de satisfacer la demanda de una preparación del alumnado suficiente para la vida y para los estudios posteriores. Las enseñanzas de Física y Química en Bachillerato aumentan la formación científica que el alumnado ha adquirido a lo largo de toda la Educación Secundaria Obligatoria y contribuyen de forma activa a que cada estudiante adquiera con ello una base cultural científica rica y de calidad que le permita desenvolverse con soltura en una sociedad que demanda perfiles científicos y técnicos para la investigación y para el mundo laboral.

La separación de las enseñanzas del Bachillerato en modalidades posibilita una especialización de los aprendizajes que configura definitivamente el perfil personal y profesional de cada alumno y de cada alumna. Esta materia tiene como finalidad profundizar en las competencias que se han desarrollado durante toda la Educación Secundaria Obligatoria y que ya forman parte del bagaje cultural científico del alumnado, aunque su carácter optativo le confiere también un matiz de preparación para los estudios superiores de aquellos estudiantes que deseen elegir una formación científica avanzada en el curso siguiente, curso en el que Física y Química se desdoblará en dos materias diferentes, una para cada disciplina científica.

El enfoque STEM que se pretende otorgar a la materia de Física y Química en toda la enseñanza secundaria y en el Bachillerato prepara a los alumnos y a las alumnas de forma integrada en las ciencias para afrontar un avance que se orienta a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Muchos alumnos y muchas alumnas ejercerán probablemente profesiones que todavía no existen en el mercado laboral actual, por lo que el currículo de esta materia es abierto y competencial, y tiene como finalidad no solo contribuir a profundizar en la adquisición de conocimientos, destrezas y actitudes de la ciencia, sino también encaminar al alumnado a diseñar su perfil personal y profesional de acuerdo a las que serán sus preferencias para el futuro. Para ello, el currículo de Física y Química de 1.º de Bachillerato se diseña partiendo de las competencias específicas de la materia, como eje vertebrador del resto de los elementos curriculares. Esto organiza el proceso de enseñanza y aprendizaje y dota a todo el currículo de un carácter eminentemente competencial.

A partir de las competencias específicas, este currículo presenta los criterios de evaluación. Se trata de evitar de la evaluación exclusiva de conceptos, por lo que los criterios de evaluación están referidos a las competencias específicas. Para la consecución de los criterios de evaluación, el currículo de Física y Química de 1.º de Bachillerato organiza en bloques los saberes básicos, que son los conocimientos, destrezas y actitudes que han de ser adquiridos a lo largo del curso, buscando una continuidad y ampliación de los de la etapa anterior pero que, a diferencia de esta, no contemplan un bloque específico de saberes comunes de las destrezas científicas básicas, puesto que estos deben ser trabajados de manera transversal en todos los bloques.

El primer bloque de los saberes básicos profundiza en el estudio de la estructura de la materia y del enlace químico, lo que es fundamental para la comprensión de estos conocimientos en este curso y el siguiente, no solo en las materias de Física y de Química sino también en otras disciplinas científicas que se apoyan en estos contenidos como la Biología.

A continuación, el bloque de reacciones Químicas profundiza sobre lo que el alumnado había aprendido durante la Educación Secundaria Obligatoria, proporcionándole un mayor número de herramientas para la realización de cálculos estequiométricos avanzados y cálculos en general con sistemas fisicoquímicos importantes, como las disoluciones y los gases ideales.

Los saberes básicos propios de la Química terminan con el bloque sobre Química de los compuestos del carbono, que se introdujo en el último curso de la Educación Secundaria Obligatoria, y que se aborda en esta etapa con una mayor profundidad para conocer las propiedades generales de los compuestos del carbono y dominar su nomenclatura. Esto preparará a los estudiantes para entender cómo es la estructura y reactividad de los mismos, algo de evidente importancia en muchos ámbitos de nuestra sociedad actual como, por ejemplo, la síntesis de fármacos y de polímeros.

Los saberes de Física comienzan con un estudio profundo del bloque de cinemática. Para alcanzar un nivel de significación mayor en el aprendizaje con respecto a la etapa anterior, en este curso se trabaja desde un enfoque

vectorial, de modo que la carga matemática de esta unidad se vaya adecuando a los requerimientos del desarrollo madurativo del alumnado. Además, el estudio de un mayor número de movimientos les permite ampliar las perspectivas de esta rama de la mecánica.

Igual de importante es conocer cuáles son las causas del movimiento, por eso el siguiente bloque presenta los conocimientos, destrezas y actitudes correspondientes a la estática y a la dinámica. Aprovechando el estudio vectorial del bloque anterior, el alumnado aplica esta herramienta a describir los efectos de las fuerzas sobre partículas y sobre sólidos rígidos en lo referido al estudio del momento que produce una fuerza, deduciendo cuáles son las causas en cada caso. El hecho de centrar los estudios de este bloque en la descripción analítica de las fuerzas y sus ejemplos, y no en el estudio particular de las fuerzas centrales –que serán objeto de estudio en Física de 2.º de Bachillerato–, permite una mayor comprensión para sentar las bases del conocimiento significativo.

Por último, el bloque de energía presenta los saberes como continuidad a los que se estudiaron en la etapa anterior, profundizando más en el trabajo, la potencia y la energía mecánica y su conservación; así como en los aspectos básicos de termodinámica que les permitan entender el funcionamiento de sistemas termodinámicos simples y sus aplicaciones más inmediatas. Todo ello encaminado a comprender la importancia del concepto de energía en nuestra vida cotidiana y en relación con otras disciplinas científicas y tecnológicas.

Este currículo de Física y Química para 1.º de Bachillerato se presenta como una propuesta integradora que afiance las bases del estudio, poniendo de manifiesto el aprendizaje competencial y que despierte vocaciones científicas entre el alumnado. Combinado con una metodología integradora STEM se asegura el aprendizaje significativo del alumnado, lo que redundará en un mayor número de estudiantes de disciplinas científicas.

## I. Competencias específicas

### Competencia específica de la materia Física y Química 1:

**CE.FQ.1.** Resolver problemas y situaciones relacionados con la Física y la Química, aplicando las leyes y teorías científicas adecuadas, para comprender y explicar los fenómenos naturales y evidenciar el papel de estas ciencias en la mejora del bienestar común y en la realidad cotidiana.

#### Descripción

Aplicar los conocimientos científicos adecuados a la explicación de los fenómenos naturales requiere la construcción de un razonamiento científico que permita la formación de pensamientos de orden superior necesarios para la construcción de significados, lo que a su vez redundará en una mejor comprensión de dichas leyes y teorías científicas en un proceso de retroalimentación. Entender de este modo los fenómenos fisicoquímicos, implica comprender las interacciones que se producen entre cuerpos y sistemas en la naturaleza, analizarlas a la luz de las leyes y teorías físico químicas, interpretar los fenómenos que se originan y utilizar herramientas científicas para la toma de datos y su análisis crítico para la construcción de nuevo conocimiento científico.

El desarrollo de esta competencia requiere el conocimiento de las formas y procedimientos estándar que se utilizan en la investigación científica del mundo natural y permite al alumnado, a su vez, forjar una opinión informada en los aspectos que afectan a su realidad cercana para actuar con sentido crítico en su mejora a través del conocimiento científico adquirido. Así pues, el desarrollo de esta competencia específica permite detectar los problemas del entorno cotidiano y abordarlos desde la perspectiva de la Física y de la Química, buscando soluciones sostenibles que repercutan en el bienestar social común.

#### Vinculación con otras competencias

La resolución de problemas relacionados con la Física y la Química requiere en la actualidad del trabajo cooperativo, por lo que esta competencia se vincula especialmente con la CE.FQ.5. No obstante, el resto de competencias específicas de esta materia están también íntimamente ligadas, puesto que, por ejemplo, no será posible adquirir esta si no se conocen los registros adecuados para conseguir una comunicación eficaz, o si no se saben utilizar plataformas digitales u otras fuentes para obtener y compartir información.

Esta competencia está vinculada con otras competencias específicas de asignaturas del ámbito científico enfocadas a la resolución de problemas: CE.B.4, CE.BGCA.4, CE.CG.1, CE.CG.2, CE.F.1, CE.CGA.4, CE.M.1, CE.Q.1.

#### Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, STEM2, STEM5, CPSAA2.

#### Competencia específica de la materia Física y Química 2:

**CE.FQ.2.** Razonar, usando el pensamiento científico y las destrezas relacionadas con el trabajo de la ciencia con solvencia, para aplicarlo a la observación de la naturaleza y el entorno, a la formulación de preguntas e hipótesis y a la validación de las mismas a través de la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

#### Descripción

El alumnado ha de desarrollar habilidades para observar desde una óptica científica los fenómenos naturales y para plantearse sus posibles explicaciones a partir de los procedimientos que caracterizan el trabajo científico, particularmente en las áreas de la Física y de la Química. Esta competencia específica contribuye a lograr el desempeño de investigar sobre los fenómenos naturales a través de la experimentación, la búsqueda de evidencias y el razonamiento científico, haciendo uso de los conocimientos que el alumnado adquiere en su formación. Las destrezas que ha adquirido en etapas anteriores le permiten utilizar en Bachillerato la metodología científica con mayor rigor y obtener conclusiones y respuestas de mayor alcance y mejor elaboradas.

El alumnado competente establece continuamente relaciones entre lo meramente académico y las vivencias de su realidad cotidiana, lo que les permite encontrar las relaciones entre las leyes y las teorías que aprenden y los fenómenos que observan en el mundo que les rodea. De esta manera, las cuestiones que plantean y las hipótesis que formulan están elaboradas de acuerdo con conocimientos fundamentados y ponen en evidencia las relaciones entre las variables que estudian en términos matemáticos coherentes con las principales leyes de la Física y la Química. Así, las conclusiones y explicaciones que se proporcionan son coherentes con las teorías científicas conocidas.

#### Vinculación con otras competencias

El Método Científico proporciona herramientas de comprobada eficacia para avanzar de un modo fiable en el conocimiento del mundo y de los fenómenos que en él se dan y para resolver los problemas que de estos se derivan. Por este motivo, esta competencia específica se vincula de forma directa con la CE.FQ.1.

Se enmarca en la Competencia Clave STEM (competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería), presentándose con diversas formulaciones en las competencias específicas de todas las materias que se relacionan directamente con esta Competencia Clave. De manera más clara aparece en las competencias CE.B.1, CE.BGCA.1, CE.CG.4., CE.M.3. y también en la CE.FI.1 mostrando las correlaciones históricas entre la Filosofía y las Ciencias.

#### Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1.

#### Competencia específica de la materia Física y Química 3:

**CE.FQ.3.** Manejar con propiedad y solvencia el flujo de información en los diferentes registros de comunicación de la ciencia como la nomenclatura de compuestos químicos, el uso del lenguaje matemático, el uso correcto de las unidades de medida, la seguridad en el trabajo experimental, para la producción e interpretación de información en diferentes formatos y a partir de fuentes diversas.

#### Descripción

Para lograr una completa formación científica del alumnado es necesario adecuar el nivel de exigencia al evaluar su capacidad de comunicación científica. Para ello, el desarrollo de esta competencia en esta etapa educativa pretende que los alumnos y las alumnas comprendan la información que se les proporciona sobre los fenómenos fisicoquímicos que ocurren en el mundo cotidiano, sea cual sea el formato en el que les sea proporcionada, y producir asimismo nueva información con corrección, veracidad y fidelidad, utilizando correctamente el lenguaje matemático, los

sistemas de unidades, las normas de la IUPAC y la normativa de seguridad de los laboratorios científicos, con la finalidad de reconocer el valor universal del lenguaje científico en la transmisión de conocimiento que se necesita para la construcción de una sociedad mejor.

El correcto uso del lenguaje científico universal y la soltura a la hora de interpretar y producir información de carácter científico permiten a cada estudiante crear relaciones constructivas entre la Física, la Química y las demás disciplinas científicas y no científicas que son propias de otras áreas de conocimiento que se estudian en el Bachillerato. Además, prepara a los estudiantes para establecer también conexiones con una comunidad científica activa, preocupada por conseguir una mejora de la sociedad que repercuta en aspectos tan importantes como la conservación del medioambiente y la salud individual y colectiva, lo que dota a esta competencia específica de un carácter esencial para este currículo.

#### **Vinculación con otras competencias**

Conocer los códigos que nos permiten comunicarnos, compartiendo información con otras personas dentro y fuera del ámbito científico, es clave para la consecución de los objetivos de la Ciencia. Por ello, esta competencia se vincula con el resto de competencias específicas de Física y Química. Es necesaria, por ejemplo, para trabajar en equipos colaborativos (CE.FQ.5), y también para identificar información veraz y crear materiales y comunicar de forma efectiva en diferentes entornos de aprendizaje (CE.FQ.4).

Otras materias colaboran con Física y Química en la adquisición de esta competencia a través de otras competencias relacionadas con esta: CE.B.2, CE.BGCA.2, CE.F.3, CE.Q.3. De forma explícita, la vinculación aparece únicamente en materias del ámbito. Sin embargo, podemos encontrar conexiones con materias del ámbito lingüístico y técnico.

#### **Vinculación con los descriptores de las competencias clave**

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

#### **Competencia específica de la materia Física y Química 4:**

**CE.FQ.4.** Utilizar de forma autónoma, crítica y eficiente plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, consultando y seleccionando información científica veraz, creando materiales en diversos formatos y comunicando de manera efectiva en diferentes entornos de aprendizaje, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social.

#### **Descripción**

El desarrollo de las competencias científicas requiere el acceso a diversidad de fuentes de información para la selección y utilización de recursos didácticos, tanto tradicionales como digitales. En la actualidad muchos de los recursos necesarios para la enseñanza y el aprendizaje de la Física y la Química pueden encontrarse en distintas plataformas digitales de contenidos, por lo que su uso autónomo facilita el desarrollo de procesos cognitivos de nivel superior y propicia la comprensión, la elaboración de juicios, la creatividad y el desarrollo personal. Su uso crítico y eficiente implica la capacidad de seleccionar, entre los distintos recursos existentes, aquellos que resultan veraces y adecuados para las necesidades de formación y ajustados a las tareas que se están desempeñando y al tiempo disponible.

A su vez, es necesaria la autonomía, responsabilidad y uso crítico de las plataformas digitales y sus diferentes entornos de aprendizaje como, por ejemplo, las herramientas de comunicación para el trabajo colaborativo mediante el intercambio de ideas y contenidos –citando las fuentes y respetando los derechos de autor–, a partir de documentos en distintos formatos de modo que se favorezca el aprendizaje social. Para esto, es necesario que el alumnado desarrolle la capacidad de producir materiales tradicionales o digitales que ofrezcan un valor, no solo para sí mismos, sino también para el resto de la sociedad.

#### **Vinculación con otras competencias**

Los medios digitales constituyen hoy en día un recurso, si no imprescindible, sí muy necesario para el avance científico y para el intercambio de información en cualquier contexto. La colaboración fluida entre científicos desde diversas zonas geográficas es posible gracias a estos recursos, y también lo es la colaboración entre profesorado y estudiantes

que se encuentran separados físicamente. Esta competencia está íntimamente relacionada con las competencias CE.FQ.5 y CE.FQ.6.

Se encuentra relacionada claramente con las competencias específicas CE.F.4 y CE.TI.3. En otras materias no aparece de forma explícita, dando mayor relevancia a otros aspectos, aunque sin duda su adquisición en Física y Química contribuye a la adquisición de otras competencias en el resto de materias.

#### **Vinculación con los descriptores de las competencias clave**

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM3, CD1, CD3, CPSAA6, CE2.

#### **Competencia específica de la materia Física y Química 5:**

**CE.FQ.5.** Trabajar de forma colaborativa en equipos diversos, aplicando habilidades de coordinación, comunicación, emprendimiento y reparto equilibrado de responsabilidades, para predecir las consecuencias de los avances científicos y su influencia sobre la salud propia y comunitaria y sobre el desarrollo medioambiental sostenible.

#### **Descripción**

El aprendizaje de la Física y de la Química, en lo referido a métodos de trabajo, leyes y teorías más importantes y las relaciones entre ellas; el resto de las ciencias y la tecnología, la sociedad y el medioambiente, implica que el alumnado desarrolle una actitud comprometida en el trabajo experimental y el desarrollo de proyectos de investigación en equipo, adopte ciertas posiciones éticas y sea consciente de los compromisos sociales que se infieren de estas relaciones.

Además, el proceso de formación en ciencias implica el trabajo activo integrado con la lectura, la escritura, la expresión oral, la tecnología y las matemáticas. El desarrollo de todas estas destrezas de forma integral tiene mucho más sentido si se realiza en colaboración dentro de un grupo diverso que respete las diferencias de sexo, orientación, ideología, etc., en el que forman parte no solo la cooperación, sino también la comunicación, el debate y el reparto consensuado de responsabilidades. Las ideas que se plantean en el trabajo de estos grupos son validadas a través de la argumentación y es necesario el acuerdo común para que el colectivo las acepte, al igual que sucede en la comunidad científica, en la que el consenso es un requisito para la aceptación universal de las nuevas ideas, experimentos y descubrimientos. No se deben olvidar, por otra parte, las ventajas de desarrollar el trabajo colaborativo por la interdependencia positiva entre los miembros del equipo, la complementariedad, la responsabilidad compartida, la evaluación grupal, etc., que se fomentan a través del desarrollo de esta competencia específica.

#### **Vinculación con otras competencias**

Al igual que la competencia específica CE.FQ.4, esta se vincula con la forma de trabajo que permite el avance científico y hoy en día se integra en las distintas fases del Método Científico. Es por esto que cuando se trabajen el resto de competencias de la materia será necesario hacerlo de forma conjunta con esta. El trabajo colaborativo exige compartir códigos que hagan posible la comunicación eficaz, herramientas digitales que faciliten esta comunicación haciendo accesible la información de forma síncrona y asíncrona.

Todas las disciplinas requieren del trabajo en equipo. En el caso concreto de los objetivos que persigue esta competencia, que hace referencia a los avances científicos, la salud y el desarrollo medioambiental, son las competencias CE.B.5, CE.F.5 y CE.Q.5 las que tienen una mayor relación.

#### **Vinculación con los descriptores de las competencias clave**

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM3, STEM5, CPSAA4, CPSAA6.

#### **Competencia específica de la materia Física y Química 6:**

**CE.FQ.6.** Participar de forma activa en la construcción colectiva y evolutiva del conocimiento científico, en su entorno cotidiano y cercano, para convertirse en agentes activos de la difusión del pensamiento científico, la aproximación escéptica a la información científica y tecnológica y la puesta en valor de la preservación del medioambiente y la salud pública, el desarrollo económico y la búsqueda de una sociedad igualitaria.

### Descripción

Por último, esta competencia específica pretende transmitir al alumnado la capacidad de decidir con criterios científicamente fundamentados para poder valorar la repercusión técnica, social, económica y medioambiental de las distintas aplicaciones que tienen los avances, las investigaciones y los descubrimientos que la comunidad científica acomete en el transcurso de la historia, con la finalidad de construir ciudadanos y ciudadanas competentes comprometidos y comprometidas con el mundo en el que viven. El conocimiento y explicación de los aspectos más importantes para la sociedad de la ciencia y la tecnología permite valorar críticamente cuáles son las repercusiones que tienen, y así el alumnado puede tener mejores criterios a la hora de tomar decisiones sobre los usos adecuados de los medios y productos científicos y tecnológicos que la sociedad pone a su disposición.

Asimismo, esta competencia específica se desarrolla a través de la participación activa del alumnado en proyectos que involucren la toma de decisiones y la ejecución de acciones científicamente fundamentadas en su vida cotidiana y entorno social. Con ello mejora la conciencia social de la ciencia, algo que es necesario para construir una sociedad de conocimiento más avanzada.

### Vinculación con otras competencias

Los medios técnicos de los que hoy en día disponen la mayoría de las sociedades, permiten que el conocimiento se comparta y se construya de forma colectiva. Pero además de estos medios hacen falta actitudes, valores, destrezas, habilidades que lo hagan posible. El alumnado que curse Física y Química en 1º de Bachillerato desarrollará esta competencia junto con la capacidad de trabajar en equipo (CE.FQ.5), consciente de su papel a la hora de conseguir un mundo habitable en el que las personas puedan vivir con un grado de bienestar creciente, resolviendo los problemas que se vayan planteando (CE.FQ.1).

Otras competencias vinculadas son: CE.B.5, CE.BGCA.5, CE.CG.5 y CE.GCA.5. Todas ellas contribuyen a fomentar y hacer posible la participación en la construcción colectiva del conocimiento científico.

### Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM3, STEM4, STEM5, CPSAA7, CE2.

## 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 el profesorado enseña y cómo el alumnado 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 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 los propios alumnos y las propias alumnas puedan detectar sus dificultades y dispongan de estrategias e instrumentos para superarlas. Si se realiza una buena evaluación con funciones reguladoras, se consigue que una proporción mayor de 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.FQ.1

|  |
|--|
| <p><i>Resolver problemas y situaciones relacionados con la Física y la Química, aplicando las leyes y teorías científicas adecuadas, para comprender y explicar los fenómenos naturales y evidenciar el papel de estas ciencias en la mejora del bienestar común y en la realidad cotidiana.</i></p> <p>1.1. Aplicar las leyes y teorías científicas en el análisis de fenómenos fisicoquímicos cotidianos, comprendiendo las causas que los producen y explicándolas utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.</p> <p>1.2. Resolver problemas fisicoquímicos planteados a partir de situaciones cotidianas, aplicando las leyes y teorías científicas para encontrar y argumentar las soluciones, expresando adecuadamente los resultados.</p> <p>1.3. Identificar situaciones problemáticas en el entorno cotidiano, emprender iniciativas y buscar soluciones sostenibles desde la Física y la Química, analizando críticamente el impacto producido en la sociedad y el medioambiente.</p>   |
| <b>CE.FQ.2</b>   |
| <p><i>Razonar, usando el pensamiento científico y las destrezas relacionadas con el trabajo de la ciencia con solvencia, para aplicarlo a la observación de la naturaleza y el entorno, a la formulación de preguntas e hipótesis y a la validación de las mismas a través de la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.</i></p> <p>2.1. Formular y verificar hipótesis como respuestas a diferentes problemas y observaciones, manejando con soltura el trabajo experimental, la indagación, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático.</p> <p>2.2. Utilizar diferentes métodos para encontrar la respuesta a una sola cuestión u observación, cotejando los resultados obtenidos por diferentes métodos, asegurándose así de su coherencia y fiabilidad.</p> <p>2.3. Integrar las leyes y teorías científicas conocidas en el desarrollo del procedimiento de la validación de las hipótesis formuladas, aplicando relaciones cualitativas y cuantitativas entre las diferentes variables, de manera que el proceso sea más fiable y coherente con el conocimiento científico adquirido.</p>   |
| <b>CE.FQ.3</b>   |
| <p><i>Manejar con propiedad y solvencia el flujo de información en los diferentes registros de comunicación de la ciencia como la nomenclatura de compuestos químicos, el uso del lenguaje matemático, el uso correcto de las unidades de medida, la seguridad en el trabajo experimental, para la producción e interpretación de información en diferentes formatos y a partir de fuentes diversas.</i></p> <p>3.1. Utilizar y relacionar de manera rigurosa diferentes sistemas de unidades, empleando correctamente su notación y sus equivalencias, haciendo posible una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.</p> <p>3.2. Nombrar y formular correctamente sustancias simples, iones y compuestos químicos inorgánicos y orgánicos utilizando las normas de la IUPAC, como parte de un lenguaje integrador y universal para toda la comunidad científica.</p> <p>3.3. Emplear diferentes formatos para interpretar y expresar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí la información que cada uno de ellos contiene y extrayendo de él lo más relevante durante la resolución de un problema.</p> <p>3.4. Poner en práctica los conocimientos adquiridos en la experimentación científica en laboratorio o campo, incluyendo el conocimiento de sus materiales y su normativa básica de uso, así como de las normas de seguridad propias de estos espacios, y comprendiendo la importancia en el progreso científico y emprendedor de que la experimentación sea segura, sin comprometer la integridad Física propia y colectiva.</p> |
| <b>CE.FQ.4</b>   |
| <p><i>Utilizar de forma autónoma, crítica y eficiente plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, consultando y seleccionando información científica veraz, creando materiales en diversos formatos y comunicando de manera efectiva en diferentes entornos de aprendizaje, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social.</i></p> <p>4.1. Interactuar con otros miembros de la comunidad educativa a través de diferentes entornos de aprendizaje, reales y virtuales, utilizando de forma autónoma y eficiente recursos variados, tradicionales y digitales, de forma rigurosa y respetuosa y analizando críticamente las aportaciones de todo el mundo.</p> <p>4.2. Trabajar de forma autónoma y versátil, individualmente y en grupo, en la consulta de información y la creación de contenidos, utilizando con criterio las fuentes y herramientas más fiables, y desechando las menos adecuadas, mejorando así el aprendizaje propio y colectivo.</p>  |
| <b>CE.FQ.5</b>   |
| <p><i>Trabajar de forma colaborativa en equipos diversos, aplicando habilidades de coordinación, comunicación, emprendimiento y reparto equilibrado de responsabilidades, para predecir las consecuencias de los avances científicos y su influencia sobre la salud propia y comunitaria y sobre el desarrollo medioambiental sostenible.</i></p> <p>5.1. Participar de manera activa en la construcción del conocimiento científico, evidenciando la presencia de la interacción, la cooperación y la evaluación entre iguales, mejorando la capacidad de cuestionamiento, la reflexión y el debate al alcanzar el consenso en la resolución de un problema o situación de aprendizaje.</p> <p>5.2. Construir y producir conocimientos a través del trabajo colectivo, además de explorar alternativas para superar la asimilación de conocimientos ya elaborados y encontrando momentos para el análisis, la discusión y la síntesis, obteniendo como resultado la elaboración de productos representados en informes, pósteres, presentaciones, artículos, etc.</p> <p>5.3. Debatir, de forma informada y argumentada, sobre las diferentes cuestiones medioambientales, sociales y éticas relacionadas con el desarrollo de las ciencias, alcanzando un consenso sobre las consecuencias de estos avances y proponiendo soluciones creativas en común a las cuestiones planteadas.</p>   |
| <b>CE.FQ.6</b>   |
| <p><i>Participar de forma activa en la construcción colectiva y evolutiva del conocimiento científico, en su entorno cotidiano y cercano, para convertirse en agentes activos de la difusión del pensamiento científico, la aproximación escéptica a la información científica y tecnológica y la puesta en valor de la preservación del medioambiente y la salud pública, el desarrollo económico y la búsqueda de una sociedad igualitaria.</i></p> <p>6.1. Identificar y argumentar científicamente las repercusiones de las acciones que el alumno o la alumna acometen en su vida cotidiana, analizando cómo mejorarlas como forma de participar activamente en la construcción de una sociedad mejor.</p> <p>6.2. Detectar las necesidades de la sociedad sobre las que aplicar los conocimientos científicos adecuados que ayuden a mejorarla, incidiendo especialmente en aspectos importantes como el desarrollo sostenible y la preservación de la salud.</p>  |

### III. Saberes básicos

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

##### A. Enlace químico y estructura de la materia

Este bloque profundiza en el estudio de la estructura de la materia y del enlace químico, lo que es fundamental para la comprensión de estos conocimientos en este curso y el siguiente, no solo en las materias de Física y de Química sino también en otras disciplinas científicas que se apoyan en estos contenidos como la Biología.

Conexiones con los bloques B. Reacciones Químicas, C. Química Orgánica y E. Energía. Las reacciones Químicas tienen una relación directa con la estructura de reactivos y productos y en su estudio es fundamental conocer las características de los enlaces químicos que presentan. La estructura y reactividad de los compuestos orgánicos también está condicionada por las características del enlace, fundamentalmente de los enlaces del carbono, pero también por los grupos funcionales presentes que condicionarán la polaridad. Aunque en el bloque E. se aborda el estudio de la energía desde otro punto de vista, relacionar la energía interna de las sustancias con la energía cinética y potencial de sus partículas permite conectar el ámbito macroscópico con el microscópico y dar explicación a fenómenos como el intercambio energético en las reacciones Químicas.

En este bloque se relaciona la posición de los elementos en la tabla periódica con su estructura electrónica, con el tipo de enlace que puede formar y con las características de los compuestos que forme.

Es el bloque adecuado para estudiar la nomenclatura Química, aunque también se puede estudiar de forma independiente.

Materias como Biología y Geología requieren conocimientos de este bloque que es importante que hayan sido afianzados en Física y Química para evitar la adquisición de concepciones alternativas por parte del alumnado. Una de las más frecuentes es la capacidad de un enlace de "almacenar energía" que es liberada cuando se rompe, ampliamente difundida al estudiar la formación y disociación de la molécula de ATP.

##### B. Reacciones Químicas

Este bloque profundiza sobre lo que el alumnado había aprendido durante la Educación Secundaria Obligatoria, proporcionándole un mayor número de herramientas para la realización de cálculos estequiométricos avanzados (reactivo limitante, rendimiento de una reacción, pureza de los reactivos...) y cálculos en general con sistemas fisicoquímicos importantes, como las disoluciones y los gases ideales.

Como se indica en el bloque anterior, ambos están íntimamente ligados al consistir las reacciones Químicas en una sucesión de roturas de enlaces y formación de otros nuevos, pudiendo resultar en una situación energéticamente favorable al sistema o al entorno.

Se parte de las leyes fundamentales de la Química para llegar a realizar cálculos estequiométricos más avanzados que en la etapa de ESO y a estudiar reacciones de interés en la vida cotidiana del alumnado.

La resolución de problemas numéricos que impliquen el uso de relaciones estequiométricas constituye la base de este bloque, pero debe acompañarse de actividades que acerquen estos problemas desde la abstracción de las representaciones simbólicas a la realidad Física, como la realización de algunas reacciones en el laboratorio.

El cambio químico explica fenómenos naturales que se abordan en materias como Biología, Geología y Ciencias Ambientales, pero también interviene en procesos con importantes repercusiones en otras áreas como Economía, Arte, etc.

##### C. Química orgánica

La Química orgánica se introdujo en el último curso de la Educación Secundaria Obligatoria, y se aborda en esta etapa con una mayor profundidad para conocer las propiedades generales de los compuestos del carbono y dominar su nomenclatura. Esto preparará al alumnado para afrontar cómo es la estructura y reactividad de los mismos, algo de evidente importancia en muchos ámbitos de nuestra sociedad actual como, por ejemplo, la síntesis de fármacos y de polímeros.

La importancia de la Química orgánica reside en las singulares características del carbono, por lo que resulta esencial su vinculación con el bloque A en el que se aborda la estructura de la materia y el enlace químico.

Asimismo, tiene un protagonismo importante la formulación y la representación de compuestos orgánicos mono- y polifuncionales (hidrocarburos, compuestos oxigenados y compuestos nitrogenados), como herramientas en sí mismas, pero sobre todo como forma de predecir el comportamiento de estos compuestos. Para una mejor comprensión de la misma, se plantea presentar los compuestos en contextos reales que permitan asociar las fórmulas de cada tipo de compuestos con sus propiedades físicas y químicas más relevantes. Es decir, antes de explicar la formulación de los alcoholes, por ejemplo, poner de manifiesto el interés de estos compuestos y algunas propiedades que se puedan explicar gracias a la estructura y la presencia en la molécula del correspondiente grupo funcional.

Por otra parte, este bloque abarca la adquisición de las destrezas necesarias para la detección de los isómeros de los compuestos orgánicos, conocer sus propiedades y aprender a representarlos mediante simuladores o diversas aplicaciones informáticas. Por otra parte, el alumnado debe ser capaz de entender el fundamento de muchas estructuras orgánicas para después abordar el concepto de reactividad química mediante el razonamiento del comportamiento de las diferentes funciones orgánicas en el transcurso de una reacción química, lo cual es básico para la comprensión de algunos procesos bioquímicos que se estudian en Biología. Por último, se aplica todo lo visto en el bloque, a la comprensión de los polímeros, su formación, propiedades, aplicaciones y problemas medioambientales derivados de un uso inadecuado.

Este saber básico, tal vez sea el más cercano a la parte más industrial y medioambiental de la materia. Esta correspondencia se fundamenta en la importancia de la existencia de los isómeros de compuestos químicos en la vida cotidiana, la relación de muchas reacciones orgánicas con algunos procesos industriales y la obtención de nuevas sustancias partiendo de la síntesis orgánica, así como su importancia en la sociedad y su posible impacto medioambiental.

#### **D. Cinemática**

Para alcanzar un nivel de significación mayor en el aprendizaje con respecto a la etapa anterior, en este curso se trabaja desde un enfoque vectorial, de modo que la carga matemática de esta unidad se vaya adecuando a los requerimientos del desarrollo madurativo del alumnado. Además, el estudio de un mayor número de movimientos les permite ampliar las perspectivas de esta rama de la mecánica.

La Cinemática enlaza directamente con los bloques de Física, tanto con la Dinámica, como con el bloque de Energía. En cada uno de estos bloques aparecen referencias cruzadas a los saberes de estos bloques, tanto de este curso, como de los anteriores. Pero también muestra conexiones con los bloques de Química al permitir representar el comportamiento de las partículas con modelos más precisos.

Las dificultades que entraña la realización de prácticas de laboratorio en esta etapa, pueden suplirse en parte con la utilización de simulaciones por ordenador y aplicaciones interactivas. Para que el uso de estas herramientas suponga un aprendizaje significativo para el alumnado deberá ir acompañado de las correspondientes actividades que exijan la aplicación de los aprendizajes previos para realizar predicciones y estimulen la reflexión posterior para explicar los hechos observados.

En este curso el estudio de la cinemática se plantea previo al bloque de estática y dinámica, permitiendo que el manejo del cálculo vectorial se consolide en el primero y se pueda aplicar en el segundo. Sin embargo, el alumnado cuenta con suficiente base para que el orden de los dos bloques se pueda intercambiar sin problemas, atendiendo al criterio de presentar el movimiento como una consecuencia del desequilibrio entre las fuerzas que actúan sobre el móvil.

#### **E. Estática y dinámica**

Igual de importante es conocer cuáles son las causas del movimiento, por eso el siguiente bloque presenta los conocimientos, destrezas y actitudes correspondientes a la estática y a la dinámica. Aprovechando el estudio vectorial del bloque anterior, el alumnado aplica esta herramienta a describir los efectos de las fuerzas sobre partículas y sobre sólidos rígidos en lo referido al estudio del momento que produce una fuerza, deduciendo cuáles son las causas en cada caso. El hecho de centrar los estudios de este bloque en la descripción analítica de las fuerzas y sus ejemplos, y

no en el estudio particular de las fuerzas centrales –que serán objeto de estudio en Física de 2.º de Bachillerato–, permite una mayor comprensión para sentar las bases del conocimiento significativo.

La secuencia que se plantea parte de una concepción de las fuerzas como interacciones que se pueden modelizar mediante vectores. Estos modelos permiten predecir el estado de movimiento en el que se encontrará un cuerpo, considerado como partícula puntual, o como sólido rígido. En este punto se introduce la cantidad de movimiento. Finalmente se llega a relacionar el efecto de las fuerzas con la variación de la cantidad de movimiento, introduciendo las Leyes de la Dinámica que se aplicarán a la explicación de situaciones del mundo real y a la resolución de problemas numéricos en los que se caracterice el estado de movimiento de los cuerpos (velocidad, aceleración...) enlazando con lo aprendido en el bloque de cinemática.

Aunque la relación más directa de este bloque con saberes de otras materias se da en el ámbito de las Matemáticas, dada la importancia que tiene en especial el comenzar a aplicar el álgebra vectorial a casos prácticos, tanto la estática, como la dinámica, permiten un desarrollo más completo de saberes de Educación Física, ayudando a comprender tanto los factores de los que depende el equilibrio, como aquellos que permiten controlar los movimientos, en el propio cuerpo y en los elementos con los que se trabaja (balones, cuerdas, bates, etc.).

**F. Energía**

En este bloque ahonda en los saberes de la etapa anterior, profundizando más en el trabajo, la potencia y la energía mecánica y su conservación; así como en los aspectos básicos de termodinámica que permitan al alumnado entender el funcionamiento de sistemas termodinámicos simples y sus aplicaciones más inmediatas.

Se realiza el estudio energético de sistemas sencillos, centrándose en las energías cinética y potencial, a las que se pueden reducir sistemas más complejos.

Se vincula con los bloques D y E al situar la energía como origen del movimiento, pero también con bloques de Química y de otras materias de Bachillerato como Biología, al ser los balances de energía un elemento tan esencial como los de materia para la comprensión de los procesos químicos y biológicos.

La energía es un concepto presente en la vida de los estudiantes en el que van profundizando a partir de diversos acercamientos. Desde el consumo energético de sistemas mecánicos o eléctricos del entorno cotidiano, se llega a sus múltiples implicaciones económicas y sociales.

Así, el tratamiento de la energía exige actividades variadas que van desde la conceptualización más rigurosa y operativa del término con base en los conocimientos matemáticos adquiridos, hasta la evaluación del consumo de energía de diferentes actividades, pasando por la aplicación práctica de los principios de la Termodinámica.

**III.2. Concreción de los saberes básicos**

| A. Enlace químico y estructura de la materia  |   |
|---|---|
| Este bloque profundiza en el estudio de la estructura de la materia y del enlace químico iniciado en la etapa de Educación Secundaria obligatoria, permitiendo una comprensión más profunda que sienta las bases para abordar los modelos mecano-cuánticos. Partiendo del conocimiento de la teoría atómica y del concepto de número atómico, se aborda la estructura electrónica relacionándola con las propiedades de los elementos químicos.   |   |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>   | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Desarrollo de la tabla periódica: contribuciones históricas a su elaboración actual e importancia como herramienta predictiva de las propiedades de los elementos.</li> <li>– Estructura electrónica de los átomos tras el análisis de su interacción con la radiación electromagnética: explicación de la posición de un elemento en la tabla periódica y de la similitud en las propiedades de los elementos químicos de cada grupo.</li> <li>– Teorías sobre la estabilidad de los átomos e iones: predicción de la formación de enlaces entre los elementos, representación de estos y deducción de cuáles son las propiedades de las</li> </ul> | <p>En este bloque de saberes básicos se parte de los conocimientos sobre el átomo adquiridos en la Educación Secundaria Obligatoria para profundizar en la estructura electrónica y en cómo ésta condiciona las propiedades del átomo. Es necesario partir de los conocimientos previos del alumnado y asegurar que tiene adquirido el modelo corpuscular de la materia y lo aplica para explicar fenómenos como los cambios de estado o la formación de disoluciones. Tomando como base la respuesta del alumnado a la pregunta de por qué se unen los átomos, se plantea ir justificando la formación y las propiedades de los diferentes tipos de sustancias (moleculares y estructuras gigantes) para asentar finalmente una explicación del enlace químico como interacción electromagnética.</p> <p>Este curso se deben sentar las bases para el estudio de los modelos mecano-cuánticos, que explicarán posteriormente hechos tan importantes como la geometría de las moléculas. Estos modelos presentan dificultades de aprendizaje que requieren un acercamiento progresivo y cuidadoso para evitar la generación de ideas alternativas</p> |

|  |   |
|--|---|
| <p>sustancias Químicas. Comprobación a través de la observación y la experimentación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nomenclatura de sustancias simples, iones y compuestos químicos inorgánicos: composición y las aplicaciones que tienen en la vida cotidiana.</li> </ul>   | <p>que en su mayor parte y según Solbes (2020), tienen su origen en la enseñanza. Por ello se considera importante introducir en este nivel la existencia de espectros atómicos. El concepto de enlace químico se vincula a la estabilidad de átomos e iones. Para reforzar esta idea, se plantearán actividades en las que, dados dos elementos químicos, el alumnado deba predecir el tipo de enlace que se formará entre sus átomos, así como las propiedades de la sustancia compuesta formada. Las propiedades que las sustancias muestran a nivel macroscópico deben asociarse, además de al tipo de enlace, a su estructura (Caamaño, 2020). Es recomendable la comprobación a través de la observación y la experimentación de estas propiedades. El cuarto punto está vinculado a la competencia específica CE.FQ.3. cuya adquisición debe permitir manejar con propiedad y solvencia el flujo de información en los diferentes registros de comunicación de la ciencia como la nomenclatura de compuestos químicos. La importancia de contar con un lenguaje común a la hora de nombrar las sustancias se reforzará dando a conocer de forma explícita al organismo que lo hace posible, la IUPAC, a través de sus actividades y sus publicaciones, y siguiendo las recomendaciones didácticas de la RSEQ relativas a las normas IUPAC vigentes.</p>  |
| <p><b>B. Reacciones Químicas</b></p>   |   |
| <p>Este bloque profundiza sobre lo que el alumnado había aprendido durante la Educación Secundaria Obligatoria, proporcionándole un mayor número de herramientas para la realización de cálculos estequiométricos avanzados y cálculos en general con sistemas fisicoquímicos importantes, como las disoluciones y los gases ideales.</p>  |   |
| <p><i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i></p>   | <p><i>Orientaciones para la enseñanza</i></p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Leyes fundamentales de la Química: relaciones estequiométricas en las reacciones Químicas y en la composición de los compuestos. Resolución de cuestiones cuantitativas relacionadas con la Química en la vida cotidiana.</li> <li>– Clasificación de las reacciones Químicas: relaciones que existen entre la Química y aspectos importantes de la sociedad actual como, por ejemplo, la conservación del medioambiente o el desarrollo de fármacos.</li> <li>– Cálculo de cantidades de materia en sistemas fisicoquímicos concretos, como gases ideales o disoluciones y sus propiedades: variables mesurables propias del estado de los mismos en situaciones de la vida cotidiana.</li> <li>– Estequiometría de las reacciones Químicas: aplicaciones en los procesos industriales más significativos de la ingeniería Química.</li> </ul>   | <p>Las reacciones Químicas se han abordado en los cursos de 3º ESO y 4º ESO. Se ha insistido en la diferencia entre cambio físico y cambio químico, se ha modelizado con diferentes niveles de profundización, desde los modelos de bolas hasta las más abstractas ecuaciones Químicas, y se han realizado sencillos cálculos estequiométricos introduciendo la magnitud cantidad de sustancia. No obstante, en este nivel es necesario revisar estos contenidos, tanto conceptuales como procedimentales. Se ha de incidir en los razonamientos, más allá de los cálculos mecánicos que, por otra parte, ya no sirven en un contexto que implica relacionar los múltiples conocimientos adquiridos sobre la constitución de la materia, el comportamiento de los gases ideales o las disoluciones.</p> <p>En este curso deben consolidarse los procedimientos para resolver cuestiones resolver cuestiones cuantitativas sobre las cantidades de sustancia, que permitan abordar en el siguiente curso las relaciones energéticas y cinéticas en las reacciones Químicas, así como introducir el concepto de equilibrio y profundizar en algunos tipos de reacciones relevantes desde el punto de vista industrial y de la vida cotidiana.</p> <p>Siempre que sea posible se tomarán ejemplos reales relacionándolos con los contextos en los que se producen: oxidación de metales, calidad del agua, combustiones, efectos de la lluvia ácida sobre las rocas calizas, síntesis de principios activos, etc.</p> <p>Aunque en esta etapa el pensamiento abstracto ya está más desarrollado en el alumnado, partir de reacciones sencillas realizadas en el laboratorio ayuda al alumnado a comprender los problemas que se presentan y al profesorado a introducir conceptos como la pureza de los reactivos o el rendimiento de las reacciones Químicas. En ellas se maneja instrumental básico, se miden magnitudes como peso y volumen relacionándolas con otras como cantidad de sustancia y se observan los cambios producidos tanto a nivel cualitativo, como cuantitativo.</p> |
| <p><b>C. Química orgánica</b></p>  |   |
| <p>La química orgánica se introdujo en el último curso de la Educación Secundaria Obligatoria, y se aborda en esta etapa con una mayor profundidad para conocer las propiedades generales de los compuestos del carbono y dominar su nomenclatura. Por otra parte, se pretende la adquisición de las destrezas necesarias para la detección de los isómeros de los compuestos orgánicos, conocer sus propiedades y aprender a representarlos mediante simuladores o diversas aplicaciones informáticas. Después de entender el fundamento de muchas estructuras orgánicas, se aborda la reactividad química mediante el razonamiento del comportamiento de las diferentes funciones orgánicas en el transcurso de una reacción química. Por último, se aplica todo lo visto en el bloque a la comprensión de los polímeros, su formación, propiedades, aplicaciones y problemas medioambientales derivados de un uso inadecuado.</p> |   |
| <p><i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i></p>   | <p><i>Orientaciones para la enseñanza</i></p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Propiedades físicas y químicas generales de los compuestos orgánicos a partir de las estructuras químicas de sus grupos funcionales: generalidades en las diferentes series homólogas y aplicaciones en el mundo real.</li> <li>– Reglas de la IUPAC para formular y nombrar correctamente algunos compuestos orgánicos mono- y polifuncionales (hidrocarburos, compuestos oxigenados y compuestos nitrogenados).</li> </ul>  | <p>Se parte de una revisión de las propiedades del átomo de carbono que explican la relevancia de este elemento en la vida cotidiana y la multitud de compuestos que lo contienen.</p> <p>Esta elevada cantidad de sustancias y sus diferencias en relación a las propiedades físicas y químicas que muestran a nivel macroscópico, hace imprescindible su clasificación de acuerdo con su estructura microscópica, y en concreto atendiendo a los grupos funcionales.</p> <p>Como ocurre con el bloque A, en este bloque se aborda la competencia específica CE.FQ.3. en lo que se refiere al lenguaje de la Química, y en particular en este caso a la nomenclatura de compuestos químicos orgánicos. Dado el número y la complejidad de los compuestos asociados a la química orgánica, se hace más patente la necesidad de unas normas comunes que permitan la comunicación eficaz, así como la representación</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Isomería. Fórmulas moleculares y desarrolladas de compuestos orgánicos. Diferentes tipos de isomería estructural. Modelos moleculares o técnicas de representación 3D de moléculas. Isómeros espaciales de un compuesto y sus propiedades.</li> <li>– Reactividad orgánica. Principales propiedades químicas de las distintas funciones orgánicas. Comportamiento en disolución o en reacciones orgánicas. Principales tipos de reacciones orgánicas. Productos de la reacción entre compuestos orgánicos y las correspondientes ecuaciones químicas.</li> <li>– Polímeros. Proceso de formación de los polímeros a partir de sus correspondientes monómeros. Estructura y propiedades. Clasificación de los polímeros según su naturaleza, estructura y composición. Aplicaciones, propiedades y riesgos medioambientales asociados.</li> </ul> | <p>utilizando modelos que faciliten la interpretación de los fenómenos observados en este tipo de sustancias.</p> <p>En el apartado de Isomería se puede proponer al alumnado actividades variadas para lograr que visualicen las diferentes estructuras de las moléculas en el espacio y a modo de investigación sobre los efectos en la naturaleza y en el cuerpo humano de los isómeros de un determinado compuesto. Es de vital importancia en este tema habituar al alumnado a herramientas de creación molecular en 3D como pueden ser la web <a href="https://biomodel.uah.es/">https://biomodel.uah.es/</a> , la cual está diseñada para la elaboración de recursos interactivos de apoyo al aprendizaje en bioquímica y biología molecular. Es interesante que el alumnado visualice los vídeos ofrecidos por la plataforma Khan Academy, organización educativa creada para la enseñanza de las matemáticas, química, física y otras ciencias. Así mismo es de gran ayuda realizar prácticas de formación de isómeros en el aula mediante los modelos de bolas y varillas.</p> <p>Respecto a la reactividad orgánica, se trata de que el alumnado relacione las reacciones orgánicas con algunos procesos industriales y sea capaz de valorar la síntesis orgánica como medio fundamental para la obtención de nuevas sustancias, así como su importancia en la sociedad y su posible impacto medioambiental.</p> <p>Se puede plantear al alumnado que investiguen sobre el comportamiento de los diferentes grupos funcionales en diferentes situaciones (Ej.: solubilidad en diferentes tipos de disolventes o reactividad ante reactivos concretos) y que planteen montajes de laboratorio que permitan demostrar sus hipótesis respetando todas las normas de seguridad y gestionando los residuos adecuadamente.</p> <p>En el apartado de Polímeros es donde los alumnos deben aunar todos los conocimientos adquiridos de forma independiente y relacionarlos entre sí tomando como base la formación, propiedades, aplicaciones e impacto medioambiental de los mismos. Se relaciona de una forma muy clara la Ciencia con la Tecnología e Industria y la Sociedad. Es por ello que surge la necesidad de desarrollar experiencias basadas en la indagación que posibiliten un mejor aprendizaje. De esta forma se mejoran las destrezas relacionadas con el trabajo experimental en el laboratorio y de aplicación del método científico.</p> <p>Una experiencia muy interesante para desarrollar con los alumnos de 1º BTO consistiría en hacerles partícipes de la formación de alumnos de 3º o 4º ESO en el conocimiento de los polímeros haciendo uso del laboratorio en la parte experimental. Se puede tomar como ejemplo de experiencias a enseñar la que plantean (Calvo-Flores e Isac, 2012) que tiene como título “<i>Introducción a la química de los polímeros biodegradables : una experiencia para alumnos de segundo ciclo de la ESO y Bachillerato</i>” en la que se describe la preparación de materiales poliméricos biodegradables a partir de patatas, cola blanca (acetato de polivinilo), alcohol polivinílico y algodón, con diversas texturas, colores y propiedades mecánicas en función del método de obtención y de la adición de plastificantes y colorantes. De esta forma se genera un clima de colaboración entre diferentes niveles educativos fomentando el pensamiento científico y los hábitos de trabajo relacionados con la ciencia los cuales pueden despertar más vocaciones en el alumnado.</p> <p>Por otra parte, y debido al problema ambiental que supone actualmente la gestión de los residuos de algunos polímeros, se puede plantear al alumnado la realización de un debate sobre la decisión de muchas empresas de dejar de usar plástico de un sólo uso en sus envases y la realidad de que cada año los mares reciben ocho millones de toneladas de residuos plásticos, que se van sumando a las del año anterior.</p> <p>Para acercar al alumnado a la investigación, se pueden plantear visitas a centros de investigación de la comunidad autónoma de Aragón.</p> |
|---|---|

**D. Cinemática**

En este curso el bloque de Cinemática se trabaja desde un enfoque vectorial, lo que permite un nivel de significación mayor con respecto a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria. La carga matemática se amplía, adecuándose a los requerimientos del desarrollo madurativo del alumnado. Además, el estudio de un mayor número de movimientos permite ampliar las perspectivas de esta rama de la mecánica, acercándose cada vez más a situaciones reales.

| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>   | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Variables cinemáticas en función del tiempo en los distintos movimientos que puede tener un objeto, con o sin fuerzas externas: resolución de situaciones reales relacionadas con la Física y el entorno cotidiano.</li> <li>– Variables que influyen en un movimiento rectilíneo y circular: magnitudes y unidades empleadas. Movimientos cotidianos que presentan estos tipos de trayectoria.</li> <li>– Relación de la trayectoria de un movimiento compuesto con las magnitudes que lo describen.</li> </ul> | <p>La estructura de los bloques de saberes básicos en 1º de Bachillerato sigue siendo la de cursos anteriores, dividiéndose en tres grandes bloques: Cinemática, Estática y Energía. Dado que los conceptos básicos han sido introducidos en los cursos precedentes, la secuencia de los bloques D y E se puede alterar, permitiendo un estudio contextualizado que parta de un tratamiento más riguroso de las fuerzas como causa del movimiento, modelizadas a través de las posibilidades que aportan los conocimientos de álgebra vectorial del alumnado, para llegar al estudio de los movimientos causados por estas fuerzas.</p> <p>Por ejemplo, se pueden plantear situaciones en las que diversas fuerzas actúan sobre un cuerpo, para determinar la aceleración que producen en dicho cuerpo y, partiendo de ella, estudiar su movimiento.</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>Para que la adquisición de los saberes de este bloque sea posible, es necesario comprobar previamente que el alumnado cuenta con el conocimiento suficiente de los cálculos vectoriales básicos: expresar un vector en función de sus componentes, suma y resta de vectores...</p> <p>La representación gráfica del movimiento utilizando software específico o aplicaciones online es una vía que facilita la comprensión al tiempo que refuerza habilidades propias del trabajo científico.</p> <p>Sin duda, la adquisición de estos saberes básicos está directamente relacionada con la resolución autónoma guiada de problemas numéricos que incluyan el mayor número de situaciones posible y que sitúen a los estudiantes ante el reto de poner en práctica los aprendizajes teóricos relacionándolos para llegar a soluciones razonadas. Se plantean movimientos simples como forma de introducir los conceptos, para acometer inmediatamente el estudio de la composición de movimientos. En este curso se amplía el estudio de la aceleración, desglosando la variación de velocidad en variación de la dirección y variación del módulo, permitiendo un acercamiento más riguroso al movimiento circular uniforme.</p>   |
| <b>E. Estática y dinámica</b>   |  |
| <p>Igual de importante es conocer cuáles son las causas del movimiento, por eso este bloque presenta los conocimientos, destrezas y actitudes correspondientes a la estática y a la dinámica. Aprovechando el estudio vectorial, el alumnado aplica esta herramienta a describir los efectos de las fuerzas sobre partículas y sobre sólidos rígidos en lo referido al estudio del momento que produce una fuerza, deduciendo cuáles son las causas en cada caso. El hecho de centrar los estudios de este bloque en la descripción analítica de las fuerzas y sus ejemplos, y no en el estudio particular de las fuerzas centrales –que serán objeto de estudio en Física de 2.º de Bachillerato–, permite una mayor comprensión para sentar las bases del conocimiento significativo.</p> |  |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>   | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Predicción, a partir de la composición vectorial, del comportamiento estático o dinámico de una partícula o un sólido rígido.</li> <li>– Relación de la mecánica vectorial aplicada sobre una partícula o un sólido rígido con su estado de reposo o de movimiento: aplicaciones estáticas o dinámicas de la Física en otros campos, como la ingeniería o el deporte.</li> <li>– Interpretación de las leyes de la Dinámica en términos de magnitudes como la cantidad de movimiento y el impulso mecánico: aplicaciones en el mundo real.</li> </ul>  | <p>Antes de iniciar un tratamiento cuantitativo conviene asegurar que el concepto de fuerza como una magnitud descriptiva de la interacción entre cuerpos, y no como una propiedad propia de un cuerpo, concepción arraigada en los estudiantes y que puede conducir a errores al considerarla una magnitud acumulable.</p> <p>Otro aspecto que es necesario considerar inicialmente es el carácter vectorial de las fuerzas que las diferencias de magnitudes escalares como la masa o la energía. El estudio de situaciones que faciliten poner de manifiesto esta diferencia evitará errores frecuentes como asociar fuerza a los cuerpos en vez de energía o confundir los conceptos de masa y de peso.</p> <p>La introducción del concepto de cantidad de movimiento y el estudio de las distintas posibilidades (fuerza resultante constante, fuerza resultante que actúa puntualmente o fuerza resultante nula), permitirá la predicción del comportamiento de una partícula o de un sólido rígido. Los ejemplos de estas tres posibilidades que se pueden extraer de situaciones son numerosos y variados. Aunque en el tratamiento cuantitativo se utilicen las más simples, con carácter cualitativo se puede abordar el estudio de las fuerzas que se manifiesten en actividades cotidianas del alumnado como las deportivas, las relacionadas con la salud (distribución de pesos y ergonomía), seguridad vial (inercia, , fuerzas de rozamiento), etc.</p>  |
| <b>F. Energía</b>   |  |
| <p>En este bloque se profundiza en los saberes de la etapa anterior, profundizando más en el trabajo, la potencia y la energía mecánica y su conservación; así como en los aspectos básicos de termodinámica que les permitan entender el funcionamiento de sistemas termodinámicos simples y sus aplicaciones más inmediatas. Todo ello encaminado a comprender la importancia del concepto de energía en nuestra vida cotidiana y en relación con otras disciplinas científicas y tecnológicas.</p>   |  |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>   | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Conceptos de trabajo y potencia: elaboración de hipótesis sobre el consumo energético de sistemas mecánicos o eléctricos del entorno cotidiano y su rendimiento.</li> <li>– Energía potencial y energía cinética de un sistema sencillo: aplicación a la conservación de la energía mecánica en sistemas conservativos y no conservativos y al estudio de las causas que producen el movimiento de los objetos en el mundo real.</li> <li>– Variables termodinámicas de un sistema en función de las condiciones: determinación de las variaciones de temperatura que experimenta y las transferencias de energía que se producen con su entorno.</li> </ul>   | <p>El concepto de energía es amplio y abstracto, de forma que en etapas anteriores se ha abordado desde situaciones concretas, generalmente relacionadas con el trabajo y con el calor de manera independiente. Por otra parte, el concepto se emplea muchas veces con significados diferentes en otras disciplinas y en el lenguaje coloquial. En Bachillerato ha de hacerse hincapié en la importancia del concepto para la explicación de fenómenos físico-químicos y en su carácter integrador de diversas disciplinas. Se pondrá de manifiesto la aparición del concepto en bloques anteriores, tanto de Química, como de Física.</p> <p>Una clasificación inicial de los tipos de energía a partir de las ideas propuestas por el alumnado, puede servir para estructurar las ideas en torno al concepto; diferenciar tipos de fuentes si todavía persiste esta confusión a pesar de haber sido objeto de estudio en ESO; aclarar términos y sus significados; recordar la idea de transformación que lleva implícita el Principio de Conservación.</p> <p>Desde un punto de vista macroscópico se resolverán se podrán retomar situaciones utilizadas en los bloques D y E resolviéndolas a partir del estudio de la energía mecánica.</p> <p>Desde el punto de vista microscópico se relacionará la Teoría Cinético Molecular con la energía interna de los sistemas. Se plantearán situaciones problema en las que intervengan variables termodinámicas y que permitan un acercamiento tanto cualitativo, como cuantitativo. En este punto, además de aplicar el Principio de</p> |

|  |   |
|--|---|
|  | Conservación para la resolución de problemas, es conveniente realizar prácticas guiadas en el laboratorio en las que se pueda comprobar que este principio se cumple en sistemas cerrados y en sistemas aislados (calorímetro). |
|--|---|

## IV. Orientaciones didácticas y metodológicas

### IV.1. Sugerencias didácticas y metodológicas

En el bachillerato los alumnos y las alumnas ya disponen de un bagaje de conocimientos previos con respecto a la educación científica. Al igual que en Infantil y Primaria y luego 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 los alumnos y las alumnas reafirmen dichas ideas o las puedan sustituir por las ideas científicas. Esto requiere que el docente o la docente diseñen actividades en las que los alumnos y las alumnas puedan 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 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 puedan ser los propios alumnos y las propias alumnas los que busquen 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 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 (Tunncliffe 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 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 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 y las estudiantes. Y, finalmente, en la *indagación abierta* los profesores y 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 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 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 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 o 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 los alumnos y las alumnas puedan 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 de los alumnos y de las alumnas 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 y 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 las 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 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 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, 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,

umentando 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: ¿Plásticos sí o plásticos no?

###### Introducción y contextualización:

La situación de aprendizaje que se presenta es una adaptación del trabajo de Cascarosa Salillas, Pozuelo Muñoz y Calvo Zueco (2022). Tal y como se especifica en dicho trabajo, la secuencia se enmarca dentro de una actividad de indagación en la que los estudiantes se enfrentan a una situación de aprendizaje que debe llevarles a posicionarse sobre el uso de plásticos desde el punto de vista medioambiental.

La situación se propone para el curso de 1º de bachillerato. En cuanto a la temporalización, la secuencia que planteamos aquí se corresponde con la Fase 2 planteada en dicho trabajo y está programada para realizarla a lo largo de cinco sesiones de 50 minutos cada una de ellas.

###### Objetivos didácticos:

1. Realizar una búsqueda de información en fuentes científicas, sobre un tema concreto.
2. Desarrollar la destreza argumentativa utilizando lenguaje científico.
3. Diseñar estrategias para la resolución de problemas surgidos en situaciones cotidianas, basándose en conocimientos previos.
4. Realizar observaciones y registrarlas.
5. Emitir explicaciones sobre las observaciones realizadas y concluir sobre los resultados obtenidos.

###### Elementos curriculares involucrados:

La situación planteada implica trabajar saberes relacionados con las destrezas científicas básicas y las reacciones Químicas. A partir de la situación inicial que se presenta a los estudiantes, éstos llevan a cabo prácticas científicas relacionadas con la observación, formulación de hipótesis, la toma de datos, extracción de conclusiones, etc. Deben así utilizar metodologías propias de la investigación científica para la identificación y formulación de cuestiones, la elaboración de hipótesis y la comprobación experimental de las mismas. Por otro lado, deben utilizar el lenguaje científico, la nomenclatura de sustancias Químicas, la interpretación y descripción de reacciones Químicas, así como el análisis de los factores que intervienen en dichas reacciones.

Esta situación de aprendizaje se podría vincular con las competencias clave: Competencia en comunicación lingüística-CCL (CCL1, CCL2, CCL3), Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería-STEM (STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, STEM5) y Competencia personal, social y de aprender a aprender-CPSAA (CPSAA6, CPSAA7).

Entre las competencias específicas que se trabajan principalmente en esta secuencia están la CE.FQ.1. (Resolver problemas y situaciones relacionados con la Física y la Química, aplicando las leyes y teorías científicas adecuadas, para comprender y explicar los fenómenos naturales y evidenciar el papel de estas ciencias en la mejora del bienestar común y en la realidad cotidiana), la CE.FQ.2. (Razonar, usando el pensamiento científico y las destrezas relacionadas

con el trabajo de la ciencia con solvencia, para aplicarlo a la observación de la naturaleza y el entorno, a la formulación de preguntas e hipótesis y a la validación de las mismas a través de la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias), la CE.FQ.3. (Manejar con propiedad y solvencia el flujo de información en los diferentes registros de comunicación de la ciencia como la nomenclatura de compuestos químicos, el uso del lenguaje matemático, el uso correcto de las unidades de medida, la seguridad en el trabajo experimental, para la producción e interpretación de información en diferentes formatos y a partir de fuentes diversas), la CE.FQ.4. (Utilizar de forma autónoma, crítica y eficiente plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, consultando y seleccionando información científica veraz, creando materiales en diversos formatos y comunicando de manera efectiva en diferentes entornos de aprendizaje, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social), la CE.FQ.5. (Trabajar de forma colaborativa en equipos diversos, aplicando habilidades de coordinación, comunicación, emprendimiento y reparto equilibrado de responsabilidades, para predecir las consecuencias de los avances científicos y su influencia sobre la salud propia y comunitaria y sobre el desarrollo medioambiental sostenible) y la CE.FQ.6. (Participar de forma activa en la construcción colectiva y evolutiva del conocimiento científico, en su entorno cotidiano y cercano, para convertirse en agentes activos de la difusión del pensamiento científico, la aproximación escéptica a la información científica y tecnológica y la puesta en valor de la preservación del medio ambiente y la salud pública, el desarrollo económico y la búsqueda de una sociedad igualitaria).

**Conexiones con otras materias:**

Esta situación de aprendizaje presenta principalmente vinculaciones con la materia de Lengua castellana y literatura, ya que es necesaria la destreza de comunicación de los resultados, con Matemáticas I ya que el alumnado debe realizar procedimientos numéricos para los cálculos de los reactivos en las reacciones Químicas y con Tecnología e ingeniería I, ya que deben diseñar e implementar un procedimiento teniendo en cuenta uno de los principios de la ingeniería, la optimización.

**Descripción de la actividad, metodología y estrategias didácticas:**

[La situación se compone de varias actividades en las que: 1) deben recopilar información en fuentes bibliográficas con validez científica para posicionarse sobre el uso de plásticos en relación al medio ambiente. Tras ello, tienen que defender su posición en un debate en clase en que deben argumentar con las evidencias encontradas en la fundamentación. 2) Una vez establecido el problema actual de los plásticos, el alumnado debe comprender qué es un bioplástico. A partir de ahí se les plantea el reto de desarrollar un procedimiento operativo para la fabricación de un biopolímero partiendo de almidón de maíz. Se les pide que desarrollasen el procedimiento completo sin fijar algunas variables (como la temperatura a la que deben calentar, el tiempo de calentamiento o las cantidades exactas de ácido o plastificante a añadir), para que sean conscientes de la importancia del proceso científico y lo que afecta el procedimiento en los productos de una reacción. 3) Puesta en común de los resultados. Es muy importante que, si las actividades 1 y 2 las realizan en grupos pequeños, haya una tercera actividad en la que el alumnado ponga en común los resultados obtenidos y extraiga conclusiones. 4) Una vez que el alumnado conoce, de manera práctica, qué es un plástico y en qué consiste el proceso de plastificación, para poder tomar decisiones sobre el uso de los plásticos, debe tener conocimientos sobre su gestión. Por eso les pedimos que diseñen un procedimiento científico para modelizar la degradación de plásticos. 5) Por último, es fundamental una actividad donde se retome la pregunta de investigación y contemplando lo aprendido en todo el proceso, se le dé una respuesta fundamentada.

El profesorado debe guiar al alumnado formulando preguntas que requieran la indagación del mismo. En concreto, se pueden plantear las siguientes preguntas en cada una de las actividades (tal como plantean en su trabajo Cascarosa Salillas, Pozuelo Muñoz y Calvo Zuero, 2022): en la actividad 1) ¿cuál es el principal problema de los plásticos? ¿qué materiales alternativos se están investigando?, en la 2) ¿qué hace falta para elaborar un bioplástico? ¿qué variables crees que afectan sobre la biodegradabilidad del plástico?, en la 3) ¿qué diferencias hay entre los productos plásticos obtenidos? ¿en qué cambia los procedimientos seguidos?, en la 4) ¿cómo podemos comprobar qué plástico es más biodegradable? y en la 5) ¿se pueden usar plásticos que generen un bajo impacto medio ambiental?

**Atención a las diferencias individuales:**

Al tratarse de una situación de aprendizaje en la que los estudiantes trabajan en pequeños grupos, se pueden realizar agrupaciones heterogéneas entre estudiantes, dando roles rotativos a cada uno de ellos a lo largo del tiempo que dure la secuencia.

#### Recomendaciones para la evaluación formativa:

Para evaluar los objetivos planteados en esta situación se debe atender a las destrezas que cada alumno o alumna desarrolla de manera individual. Para ello, el propio docente o la propia docente deben recoger, a través de la observación, evidencia del desarrollo de dichos desempeños. Para evaluarlas, pueden diseñar una rúbrica específica o bien atender a las que se presentan en el trabajo citado.

## 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. *Revista de Educación*, 381, 259-274.
- 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., 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>
- Caamaño, A. (2020). Enlace químico y estructura en secundaria. En Caamaño, A. (coord.): *Enseñar Química: De las sustancias a la reacción Química*, 297-310. Barcelona: Graó.
- Cañal, P., García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Paraninfo.
- Cascarosa Salillas, E., Pozuelo Muñoz, J. y Calvo Zueco, E. (2022). ¿Plásticos sí o plásticos no? Trabajando prácticas científicas con estudiantes de bachillerato. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1502. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2022.v19.i1.1502](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1502)
- 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.
- 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. *Revista 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. *26 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). *Learning 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. *Journal 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. *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.
- Tunncliffe, 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>

## QUÍMICA

En la naturaleza existen infinidad de procesos y fenómenos que la ciencia trata de explicar a través de sus diferentes leyes y teorías. El aprendizaje de disciplinas científicas formales como la Química fomenta en los estudiantes y en las estudiantes el interés por comprender la realidad y valorar la relevancia de esta ciencia tan completa y versátil a partir del conocimiento de las aplicaciones que tiene en distintos contextos. Mediante el estudio de la Química se consigue que el alumnado desarrolle competencias para comprender y describir cómo es la composición y la naturaleza de la materia y cómo se transforma. A lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria y el 1.er curso de Bachillerato, el alumnado se ha iniciado en el conocimiento de la Química y, mediante una primera aproximación, ha aprendido los principios básicos de esta ciencia, y cómo estos se aplican a la descripción de los fenómenos químicos más sencillos. A partir de aquí, el propósito principal de esta materia en 2.º de Bachillerato es profundizar sobre estos conocimientos para aportar al alumnado una visión más amplia de esta ciencia, y otorgarle una base Química suficiente y las habilidades experimentales necesarias, con el doble fin de desarrollar un interés por la Química y de que puedan continuar, si así lo desean, estudios relacionados.

Para alcanzar esta doble meta, este currículo de la materia de Química en 2.º curso de Bachillerato propone un conjunto de competencias específicas de marcado carácter abierto y generalista, pues se entiende que el aprendizaje competencial requiere de una metodología muy particular adaptada a la situación del grupo. Entender los fundamentos de los procesos y fenómenos químicos, comprender cómo funcionan los modelos y las leyes de la Química y manejar correctamente el lenguaje químico forman parte de las competencias específicas de la materia. Otros aspectos referidos al buen concepto de la Química como ciencia y sus relaciones con otras materias, el desarrollo de técnicas de trabajo propias del pensamiento científico y las repercusiones de la Química en los contextos industrial, sanitario, económico y medioambiental de la sociedad actual completan la formación competencial del alumnado, proporcionándole un perfil adecuado para desenvolverse según las demandas del mundo real.

A través del desarrollo de las competencias y los bloques de saberes asociados se logra una formación completa del alumnado en Química. No obstante, para completar el desarrollo curricular de esta materia es necesario definir también sus criterios de evaluación que, como en el resto de materias de este currículo, son de carácter competencial por estar directamente relacionados con cada una de las competencias específicas que se han propuesto y con los descriptores competenciales del Bachillerato. Por este motivo, el currículo de la materia de Química de 2.º de Bachillerato presenta, para cada una de las competencias específicas, un conjunto de criterios de evaluación que tienen un carácter abierto, yendo más allá de la mera evaluación de conceptos y contemplando una evaluación holística y global de los conocimientos, destrezas y actitudes propios de las competencias definidas para esta materia.

El aprendizaje de la Química en 2.º de Bachillerato estructura los saberes básicos en tres grandes bloques, que están organizados de manera independiente de forma que permitan abarcar todos los conocimientos, destrezas y actitudes básicos de esta ciencia adecuados a esta etapa educativa. Aunque se presenten en este documento con un orden prefijado, al no existir una secuencia definida para los bloques, la distribución a lo largo de un curso escolar permite una flexibilidad en temporalización y metodología.

En el primer bloque se profundiza sobre la estructura de la materia y el enlace químico, haciendo uso de principios fundamentales de la mecánica cuántica para la descripción de los átomos, su estructura nuclear y su corteza electrónica, y para el estudio de la formación y las propiedades de elementos y compuestos a través de los distintos tipos de enlaces químicos y de fuerzas intermoleculares.

El segundo bloque de saberes básicos introduce al alumnado en los aspectos más avanzados de las reacciones químicas sumando, a los cálculos estequiométricos de cursos anteriores, el estudio de sus fundamentos termodinámicos y cinéticos. A continuación, se aborda el estado de equilibrio químico resaltando la importancia de las reacciones reversibles en contextos cotidianos, para terminar presentando ejemplos de reacciones químicas que deben ser entendidas como equilibrios químicos, como son las que se producen en la formación de precipitados, entre ácidos y bases y entre pares redox conjugados.

Este enfoque está en la línea del aprendizaje STEM, con el que se propone trabajar de manera global todo el conjunto de las disciplinas científicas. Independientemente de la metodología aplicada en cada caso en el aula, es deseable que

las programaciones didácticas de esta materia contemplen esta línea de aprendizaje para darle un carácter más competencial, si cabe, al aprendizaje de la Química.

Las ciencias básicas que se incluyen en los estudios de Bachillerato contribuyen, todas por igual y de forma complementaria, al desarrollo de un perfil del alumnado basado en el cuestionamiento y el razonamiento que son propios del pensamiento científico y de todas las ciencias la Química es, sin duda, una herramienta fundamental en la contribución de esos saberes científicos a proporcionar respuestas a las necesidades del ser humano. El fin último del aprendizaje de esta ciencia en la presente etapa es conseguir un conocimiento químico más profundo que desarrolle el pensamiento científico, despertando más preguntas, más conocimiento, más hábitos del trabajo característico de la ciencia y, en última instancia, más vocación, gracias a los que el alumnado se dedique a desempeños tan apasionantes como son la investigación y las actividades laborales científicas.

## I. Competencias específicas

### Competencia específica de la materia Química 1:

**CE.Q.1.** Comprender, describir y aplicar los fundamentos de los procesos químicos más importantes, atendiendo a su base experimental y a los fenómenos que describen, para reconocer el papel relevante de la Química en el desarrollo de la sociedad.

#### Descripción

La Química, como disciplina de las ciencias naturales, trata de descubrir a través de los procedimientos científicos cuáles son los porqués últimos de los fenómenos que ocurren en la naturaleza y de darles una explicación plausible a partir de las leyes científicas que los rigen. Además, esta disciplina tiene una importante base experimental que la convierte en una ciencia versátil y de especial relevancia para la formación clave del alumnado que vaya a optar por continuar su formación en itinerarios científicos, tecnológicos o sanitarios.

Con el desarrollo de esta competencia específica se pretende que el alumnado comprenda también que la Química es una ciencia viva, cuyas repercusiones no solo han sido importantes en el pasado, sino que también suponen una importante contribución en la mejora de la sociedad presente y futura. A través de las distintas ramas de la Química, el alumnado será capaz de descubrir cuáles son sus aportaciones más relevantes en la tecnología, la economía, la sociedad y el medioambiente.

#### Vinculación con otras competencias

Esta competencia, como la CE.Q.2., se enmarca en la puesta en valor de la Química como Ciencia que contribuye a la mejora de la sociedad y, concretamente a la mejora del medioambiente dando soluciones fundamentadas en los principios básicos de la Química. Esta competencia no se puede desarrollar en toda su amplitud sin tener en cuenta la CE.Q.5. que sitúa al trabajo en equipo y el uso del razonamiento científico como herramientas clave para lograr el progreso científico.

La materia de Química colabora con el resto de materias al conocimiento del entorno y en este sentido, esta competencia se relaciona con muchas otras competencias específicas de otras materias. Su vinculación es más estrecha con competencias específicas de la materia de Biología, como la CE.B.4. que también requiere el tratamiento correcto de la información para explicar fenómenos relacionados con las ciencias. También se relaciona con la competencia CE.F.1, de la materia de Física ya que son interdependientes al utilizar las teorías, principios y leyes que rigen la ciencia para contribuir al desarrollo de la tecnología, la sociedad y la sostenibilidad ambiental.

#### Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, STEM2, STEM3, CE1.

### Competencia específica de la materia Química 2:

**CE.Q.2.** Adoptar los modelos y leyes de la Química aceptados como base de estudio de las propiedades de los sistemas materiales, para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos relacionados con las aplicaciones prácticas de la Química y sus repercusiones en el medioambiente.

### Descripción

La ciencia Química constituye un cuerpo de conocimiento racional, coherente y completo cuyas leyes y teorías se fundamentan en principios básicos y observaciones experimentales. Sería insuficiente, sin embargo, que el alumnado aprendiese Química solo en este aspecto. Es necesario demostrar que el modelo coherente de la naturaleza que se presenta a través de esta ciencia es válido a través del contacto con situaciones cotidianas y con las preguntas que surgen de la observación de la realidad. Así, el alumnado que estudie esta disciplina debe ser capaz de identificar los principios básicos de la Química que justifican que los sistemas materiales tengan determinadas propiedades y aplicaciones en base a su composición y que existe una base fundamental de carácter químico en el fondo de cada una de las cuestiones medioambientales actuales y, sobre todo, en las ideas y métodos para solucionar los problemas relacionados con ellas.

Solo desde este conocimiento profundo de la base Química de la naturaleza de la materia y de los cambios que le afectan se podrán encontrar respuestas y soluciones efectivas a cuestiones reales y prácticas, tal y como se presentan a través de nuestra percepción o se formulan en los medios de comunicación.

### Vinculación con otras competencias

Esta competencia se relaciona con la CE.Q.1. al considerarse necesario el reconocimiento de la Química como ciencia que supone una importante contribución en la mejora de la sociedad actual y la del futuro. Es importante señalar su relación con la CE.Q.5. ya que, para encontrar soluciones a problemas cotidianos relacionados con la Química, es imprescindible hacerlo con una formación en técnicas de trabajo propias de las ciencias experimentales y un dominio del razonamiento lógico-matemático.

Otras materias también contribuyen al desarrollo de esta competencia, como Biología a través de la CE-B.4. en la que se plantea que, ante el planteamiento de hipótesis, como la interpretación de datos y resultados, o el diseño experimental requieren aplicar el pensamiento lógico-formal. Por otra parte, esta competencia tiene una relación directa con la CE.F.2. de la materia de Física, 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.

### Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL2, STEM2, STEM5, CD5, CE1.

### Competencia específica de la materia Química 3:

**CE.Q.3.** Utilizar con corrección los códigos del lenguaje químico (nomenclatura química, unidades, ecuaciones, etc.), aplicando sus reglas específicas, para emplearlos como base de una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y herramienta fundamental en la investigación de esta ciencia.

### Descripción

La Química utiliza lenguajes cuyos códigos son muy específicos y que es necesario conocer para trabajar en esta disciplina y establecer relaciones de comunicación efectiva entre los miembros de la comunidad científica. En un sentido amplio, esta competencia no se enfoca exclusivamente en utilizar de forma correcta las normas de la IUPAC para nombrar y formular, sino que también hace alusión a todas las herramientas que una situación relacionada con la Química pueda requerir, como las herramientas matemáticas que se refieren a ecuaciones y operaciones, o los sistemas de unidades y las conversiones adecuadas dentro de ellos, por ejemplo.

El correcto manejo de datos e información relacionados con la Química, sea cual sea el formato en que sean proporcionados, es fundamental para la interpretación y resolución de problemas, la elaboración correcta de informes científicos e investigaciones, la ejecución de prácticas de laboratorio, o la resolución de ejercicios, por ejemplo. Debido a ello, esta competencia específica supone un apoyo muy importante para la ciencia en general, y para la Química en particular.

#### Vinculación con otras competencias

Los conocimientos, destrezas y actitudes implícitos en esta competencia tienen conexión con otras competencias específicas de la materia de Química, como CE.Q.1. y CE.Q.5. 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.F.3. de la materia de Física, también 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. Así mismo, en la materia de Biología, al adquirir la competencia específica CE.B.6., el alumnado también será capaz de analizar, evaluar y sintetizar datos de carácter científico para la obtención de conclusiones lógicas que contribuirán a conseguir procesos de comunicación eficaces.

#### Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM4, CCL1, CCL5, CPSAA5, CE3.

#### Competencia específica de la materia Química 4:

**CE.Q.4.** Reconocer la importancia del uso responsable de los productos y procesos químicos, elaborando argumentos informados sobre la influencia positiva que la Química tiene sobre la sociedad actual, para contribuir a superar las connotaciones negativas que en multitud de ocasiones se atribuyen al término “químico”.

#### Descripción

Existe la idea generalizada en la sociedad, quizás influida por los medios de comunicación –especialmente en los relacionados con la publicidad de ciertos productos– de que los productos químicos, y la Química en general, son perjudiciales para la salud y el medioambiente. Esta creencia se sustenta, en la mayoría de las ocasiones, en la falta de información y de alfabetización científica de la población. El alumnado que estudia Química debe ser consciente de que los principios fundamentales que explican el funcionamiento del universo tienen

una base científica, así como ser capaz de explicar que las sustancias y procesos naturales se pueden describir y justificar a partir de los conceptos de esta ciencia.

Además de esto, las ideas aprendidas y practicadas en esta etapa les deben capacitar para argumentar y explicar los beneficios que el progreso de la Química ha tenido sobre el bienestar de la sociedad y que los problemas que a veces conllevan estos avances son causados por el empleo negligente, desinformado, interesado o irresponsable de los productos y procesos que ha generado el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

#### Vinculación con otras competencias

Esta competencia se relaciona con competencias propias de Química como son la CE.Q.2. al crear valor alrededor del concepto de producto y proceso químico siempre sobre la base de los modelos y leyes de la Química para informar a la sociedad de sus efectos positivos. Otra competencia con la que guarda relación es la CE.Q.5, ya que las dos centran su estrategia en valorar a la Química como ciencia al servicio de una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.

En cuanto a las competencias específicas relacionadas con otras materias, queda patente el vínculo con la CE.F.6 de la materia Física respecto a la importancia de estas ciencias en sus contribuciones al avance del conocimiento científico. Así mismo también es importante señalar la relación con la CE.B.4. de la materia de Biología en la que se describe la utilización de estrategias adecuadas para la explicación de fenómenos relacionados con las ciencias.

#### Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, STEM5, CPSAA7, CE2.

**Competencia específica de la materia Química 5:**

**CE.Q.5.** Aplicar técnicas de trabajo propias de las ciencias experimentales y el razonamiento lógico-matemático en la resolución de problemas de Química y en la interpretación de situaciones relacionadas, valorando la importancia de la cooperación, para poner en valor el papel de la Química en una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.

**Descripción**

En toda actividad científica la colaboración entre diferentes individuos y entidades es fundamental para conseguir el progreso científico. Trabajar en equipo, utilizar con fluidez herramientas digitales y recursos variados y compartir los resultados de los estudios –respetando siempre la atribución de los mismos– repercute en un crecimiento notable de la investigación científica, pues el avance es cooperativo. Que haya una apuesta firme por la mejora de la investigación científica, con hombres y mujeres que deseen dedicarse a ella por vocación, es muy importante para nuestra sociedad actual pues implica la mejora de la calidad de vida, la tecnología y la salud, entre otras.

El desarrollo de esta competencia específica persigue que el alumnado se habitúe desde esta etapa a trabajar de acuerdo a los principios básicos que se ponen en práctica en las ciencias experimentales y desarrolle una afinidad por la ciencia, por las personas que se dedican a ella y por las entidades que la llevan a cabo y que trabajan por vencer las desigualdades de género, orientación, creencia, etc. A su vez, adquirir destrezas en el uso del razonamiento científico les da la capacidad de interpretar y resolver situaciones problemáticas en diferentes contextos de la investigación, el mundo laboral y su realidad cotidiana.

**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.Q.1. o la CE.Q.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.F.1 de la materia de Física 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, STEM2, STEM3, CD1, CD3, CD5.

**Competencia específica de la materia Química 6:**

**CE.Q.6.** Reconocer y analizar la Química como una materia multidisciplinar y versátil, poniendo de manifiesto las relaciones con otras ciencias y campos de conocimiento, para realizar a través de ella una aproximación holística al conocimiento científico y global.

**Descripción**

No es posible comprender profundamente los conceptos fundamentales de la Química sin conocer las leyes y teorías de otros campos de la ciencia relacionados con ella. De la misma forma, es necesario aplicar las ideas básicas

de la Química para entender los fundamentos de otras disciplinas científicas. Al igual que la sociedad está profundamente interconectada, la Química no es una disciplina científica aislada, y las contribuciones de la Química al desarrollo de otras ciencias y campos de conocimiento (y viceversa) son imprescindibles para el progreso global de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Para que el alumnado llegue a ser competente desarrollará su aprendizaje a través del estudio experimental y la observación de situaciones en las que se ponga de manifiesto esta relación interdisciplinar, la aplicación de herramientas tecnológicas en la indagación y la experimentación, y el empleo de herramientas matemáticas y el razonamiento lógico en la resolución de problemas propios de la Química. Esta base de carácter interdisciplinar y holístico que es inherente a la Química proporciona a los alumnos y a las alumnas que la estudian unos cimientos

adecuados para que puedan continuar estudios en diferentes ramas de conocimiento, y a través de diferentes itinerarios formativos, lo que contribuye de forma eficiente a la formación de personas competentes para la sociedad.

**Vinculación con otras competencias**

Esta competencia específica se relaciona con otras pertenecientes a la misma materia como la CE.Q.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.F.5 de la materia Física, 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: STEM4, CPSAA6, CC4.

**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 el profesorado enseña y cómo el alumnado 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 o 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 los propios alumnos y las propias alumnas puedan detectar sus dificultades y dispongan de estrategias e instrumentos para superarlas. Si se realiza una buena evaluación con funciones reguladoras, se consigue que una proporción mayor de 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.

| <b>CE.Q.1</b>  |
|--|
| <i>Comprender, describir y aplicar los fundamentos de los procesos químicos más importantes, atendiendo a su base experimental y a los fenómenos que describen, para reconocer el papel relevante de la Química en el desarrollo de la sociedad.</i>   |
| 1.1. Reconocer la importancia de la Química y sus conexiones con otras materias en el desarrollo de la sociedad, el progreso de la ciencia, la tecnología, la economía y el desarrollo sostenible respetuoso con el medioambiente, identificando los avances en el campo de la Química que han sido fundamentales en estos aspectos. |
| 1.2. Describir los principales procesos químicos que suceden en el entorno y las propiedades de los sistemas materiales a partir de los conocimientos, destrezas y actitudes propios de las distintas disciplinas de la Química.   |
| 1.3. Reconocer la naturaleza experimental e interdisciplinar de la Química y su influencia en la investigación científica y en los ámbitos económico y laboral actuales, considerando los hechos empíricos y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento y la actividad humana.  |
| <b>CE.Q.2</b>  |
| <i>Adoptar los modelos y leyes de la Química aceptados como base de estudio de las propiedades de los sistemas materiales, para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos relacionados con las aplicaciones prácticas de la Química y sus repercusiones en el medioambiente.</i>                                       |

|   |
|---|
| <p>2.1. Relacionar los principios de la Química con los principales problemas de la actualidad asociados al desarrollo de la ciencia y la tecnología, analizando cómo se comunican a través de los medios de comunicación o son observados en la experiencia cotidiana.</p> <p>2.2. Reconocer y comunicar que las bases de la Química constituyen un cuerpo de conocimiento imprescindible en un marco contextual de estudio y discusión de cuestiones significativas en los ámbitos social, económico, político y ético identificando la presencia e influencia de estas bases en dichos ámbitos.</p> <p>2.3. Aplicar de manera informada, coherente y razonada los modelos y leyes de la Química, explicando y prediciendo las consecuencias de experimentos, fenómenos naturales, procesos industriales y descubrimientos científicos.</p>   |
| <b>CE.Q.3</b>   |
| <i>Utilizar con corrección los códigos del lenguaje químico (nomenclatura Química, unidades, ecuaciones, etc.), aplicando sus reglas específicas, para emplearlos como base de una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y herramienta fundamental en la investigación de esta ciencia.</i>  |
| <p>3.1. Utilizar correctamente las normas de nomenclatura de la IUPAC como base de un lenguaje universal para la Química que permita una comunicación efectiva en toda la comunidad científica, aplicando dichas normas al reconocimiento y escritura de fórmulas y nombres de diferentes especies Químicas.</p> <p>3.2. Emplear con rigor herramientas matemáticas para apoyar el desarrollo del pensamiento científico que se alcanza con el estudio de la Química, aplicando estas herramientas en la resolución de problemas usando ecuaciones, unidades, operaciones, etc.</p> <p>3.3. Practicar y hacer respetar las normas de seguridad relacionadas con la manipulación de sustancias Químicas en el laboratorio y en otros entornos, así como los procedimientos para la correcta gestión y eliminación de los residuos, utilizando correctamente los códigos de comunicación característicos de la Química.</p>   |
| <b>CE.Q.4</b>   |
| <i>Reconocer la importancia del uso responsable de los productos y procesos químicos, elaborando argumentos informados sobre la influencia positiva que la Química tiene sobre la sociedad actual, para contribuir a superar las connotaciones negativas que en multitud de ocasiones se atribuyen al término "químico".</i>  |
| <p>4.1. Analizar la composición Química de los sistemas materiales que se encuentran en el entorno más próximo, en el medio natural y en el entorno industrial y tecnológico, demostrando que sus propiedades, aplicaciones y beneficios están basados en los principios de la Química.</p> <p>4.2. Argumentar de manera informada, aplicando las teorías y leyes de la Química, que los efectos negativos de determinadas sustancias en el ambiente y en la salud se deben al mal uso que se hace de esos productos o negligencia, y no a la ciencia Química en sí.</p> <p>4.3. Explicar, empleando los conocimientos científicos adecuados, cuáles son los beneficios de los numerosos productos de la tecnología Química y cómo su empleo y aplicación han contribuido al progreso de la sociedad.</p>   |
| <b>CE.Q.5</b>   |
| <i>Aplicar técnicas de trabajo propias de las ciencias experimentales y el razonamiento lógico-matemático en la resolución de problemas de Química y en la interpretación de situaciones relacionadas, valorando la importancia de la cooperación, para poner en valor el papel de la Química en una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.</i>   |
| <p>5.1. Reconocer la importante contribución en la Química del trabajo colaborativo entre especialistas de diferentes disciplinas científicas poniendo de relieve las conexiones entre las leyes y teorías propias de cada disciplina.</p> <p>5.2. Reconocer la aportación de la Química al desarrollo del pensamiento científico y a la autonomía de pensamiento crítico a través de la puesta en práctica de las metodologías de trabajo propias de las disciplinas científicas.</p> <p>5.3. Resolver problemas relacionados con la Química y estudiar situaciones relacionadas con esta ciencia, reconociendo la importancia de la contribución particular de cada miembro del equipo y la diversidad de pensamiento y consolidando habilidades sociales positivas en el seno de equipos de trabajo.</p> <p>5.4. Representar y visualizar de forma eficiente los conceptos de Química que presenten mayores dificultades utilizando herramientas digitales y recursos variados, incluyendo experiencias de laboratorio real y virtual.</p> |
| <b>CE.Q.6</b>   |
| <i>Reconocer y analizar la Química como una materia multidisciplinar y versátil, poniendo de manifiesto las relaciones con otras ciencias y campos de conocimiento, para realizar a través de ella una aproximación holística al conocimiento científico y global.</i>  |
| <p>6.1. Explicar y razonar los conceptos fundamentales que se encuentran en la base de la Química aplicando los conceptos, leyes y teorías de otras disciplinas científicas (especialmente de la Física) a través de la experimentación y la indagación.</p> <p>6.2. Deducir las ideas fundamentales de otras disciplinas científicas (por ejemplo, la biología o la tecnología) por medio de la relación entre sus contenidos básicos y las leyes y teorías que son propias de la Química.</p> <p>6.3. Solucionar problemas y cuestiones que son característicos de la Química utilizando las herramientas provistas por las matemáticas y la tecnología, reconociendo así la relación entre los fenómenos experimentales y naturales y los conceptos propios de esta disciplina.</p>  |

### III. Saberes básicos

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

##### A. Enlace químico y estructura de la materia

Como saber básico, la comprensión de la estructura de la materia es uno de los pilares fundamentales de la Química ya que de su correcta comprensión depende que el alumnado pueda tener éxito en ésta y en otras disciplinas científicas como, por ejemplo, la Biología. Así mismo es un concepto esencial en otras partes de la Química como son las reacciones químicas, la Química del carbono, los ácidos y bases o la termodinámica. Lamentablemente, la complejidad de esta parte de la Química, por el alto nivel de abstracción que exige, hace que su enseñanza y asimilación por parte del alumnado sea una tarea complicada.

La comprensión del comportamiento de la materia a través de sus propiedades físicas y Químicas, se sustenta en el entendimiento de su estructura interna, la cual está íntimamente ligada a su comportamiento a nivel macroscópico. Como ya se aprecia en el currículo de secundaria, los niveles microscópico y macroscópico están estrechamente relacionados, lo cual ayuda a que el alumnado de 2º de Bachillerato parta de este conocimiento para abordar la estructura de la materia de forma más detallada.

En este bloque se comienza con una introducción histórica en la que se hace referencia a la evolución del modelo atómico para terminar con el estudio del modelo mecanocuántico del átomo. Posteriormente se analiza la estructura electrónica interna del átomo y se relaciona con los elementos de la Tabla Periódica y con las propiedades periódicas de los mismos. Finalmente, se aborda el concepto de enlace, describiendo todos los tipos a través de los modelos de orbitales, la Teoría TRPECV, el ciclo de Born-Haber y la teoría de bandas.

Como ya se ha indicado, el alto grado de abstracción que requiere entender los fundamentos de esta parte de la Química, obliga a que su implementación tenga lugar en este curso. Con este propósito y con el de proporcionar al alumnado las habilidades experimentales propias de esta materia, se proponen una serie de actividades experimentales sencillas pero necesarias para desarrollar el interés por la asignatura y fomentar las técnicas de trabajo propias del pensamiento científico. Por otra parte, y debido a la complejidad del tema, resulta muy adecuada la utilización de simuladores para que el alumnado sea capaz de visualizar el comportamiento del átomo y de las partículas subatómicas.

Las conexiones con otras materias de carácter científico son variadas. La relación entre la Química, la Biología, la Física y las Matemáticas es esencial para la interpretación adecuada de diversos fenómenos físicos, químicos o biológicos. Por ejemplo, en la materia de Biología se necesita el concepto de enlace para comprender la estructura de las moléculas que facilitan la existencia de la vida, o la colaboración de la física y las matemáticas en los desarrollos de la teoría mecanocuántica.

**B. Reacciones Químicas**

En este bloque se introduce el concepto de reacción química, estudiando sus aspectos energéticos (termoquímica), dinámicos (cinética) y de equilibrio (equilibrio químico). Se analiza el calor intercambiado y su espontaneidad, así como los factores que modifican tanto la velocidad de reacción como el desplazamiento de su equilibrio. Así mismo se estudian los equilibrios de solubilidad, ácido base y de reducción-oxidación. Todos ellos son conceptos complejos pero la madurez cognitiva del alumnado de 2º bachillerato posibilita introducirlos ya que son capaces de comprender conceptos abstractos y con un cierto nivel de simbolismo.

Este bloque, por su naturaleza, permite que los alumnos y las alumnas puedan adquirir buenas prácticas de laboratorio y puedan profundizar en la práctica de la actividad científica que constituye el eje vertebrador del aprendizaje de las ciencias. Por otra parte, también permite acercar la Química a situaciones de la vida cotidiana lo que fomenta en el alumnado el desarrollo de una actitud crítica sobre el papel de la Química en nuestra sociedad y posibilita el desarrollo en el alumnado del perfil STEM, lo cual enriquece su vida académica y profesional además de su crecimiento personal.

Las relaciones con otras materias de carácter científico están muy claras. En este apartado hay una importante vinculación con la Biología con la que se comparten muchos procesos (solubilidad, disolución amortiguadora, catalizadores, ...). Por otra parte, la necesidad de utilizar procedimientos que pertenecen a la matemática y a la física sigue estando patente en este bloque (representaciones gráficas, cálculos matemáticos, energía, entropía, velocidad, ...).

**III.2. Concreción de los saberes básicos**

| <b>A. Enlace químico y estructura de la materia</b>   |  |
|---|--|
| En este bloque se reconoce la importancia de la teoría mecanocuántica para el conocimiento del átomo y se estudia la estructura atómica de los elementos y su repercusión en las propiedades periódicas de los mismos. Es importante destacar el estudio de los distintos tipos de enlaces que aparecen entre los elementos y de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias que pueden formar. Es recomendable valorar la posibilidad de alterar el orden de desarrollo de los bloques, dejando este bloque para la última parte del curso, ya que el alumnado ya habrá podido entender conceptos como energía de enlace, ley de Hess, etc. Por otra parte, en la parte del enlace químico se recomienda una secuenciación que facilitará al alumnado el aprendizaje de los diferentes tipos de enlace. |  |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>   | <i>Orientaciones para la enseñanza</i> |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>A.1. Espectros atómicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Los espectros atómicos como responsables de la necesidad de la revisión del modelo atómico. Relevancia de este fenómeno en el contexto del desarrollo histórico del modelo atómico.</li> <li>– Interpretación de los espectros de emisión y absorción de los elementos. Relación con la estructura electrónica del átomo.</li> </ul>   | <p>En este último curso, el bloque del enlace químico y estructura de la materia comienza con un breve recordatorio sobre el diseño de los diferentes modelos atómicos a lo largo de la historia para proseguir con la Teoría fotónica de Max Planck, el efecto fotoeléctrico explicado por Einstein y la comprensión de los espectros atómicos.</p> <p>Para la comprensión de este apartado, el alumnado debe hacer uso de conceptos ya vistos en cursos anteriores como la Ley de Coulomb, ecuaciones del movimiento circular, energía potencial electrostática y cinética e, incluso, el concepto de espectro, ya conocido desde 3º ESO.</p> <p>En este sentido, se puede pedir al alumnado que aplique las ideas que tiene sobre espectros atómicos a la identificación de algunos elementos químicos mediante ensayos a la llama en el laboratorio. Para ello, también puede ser de utilidad simulaciones como la que podemos encontrar en el sitio web educaplanus.org (<a href="https://www.educaplanus.org/">https://www.educaplanus.org/</a>) para visualizar los espectros de emisión y absorción de todos los elementos de la Tabla Periódica.</p>  |
| <p><b>A.2. Principios cuánticos de la estructura atómica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Relación entre el fenómeno de los espectros atómicos y la cuantización de la energía. Del modelo de Bohr a los modelos mecano-cuánticos: necesidad de una estructura electrónica en diferentes niveles</li> <li>– Principio de incertidumbre de Heisenberg y doble naturaleza onda-corpúsculo del electrón. Naturaleza probabilística del concepto de orbital.</li> <li>– Números cuánticos y principio de exclusión de Pauli. Estructura electrónica del átomo. Utilización del diagrama de Moeller para escribir la configuración electrónica de los elementos químicos.</li> </ul> | <p>En este bloque, el alumnado debe comprender los postulados de la teoría atómica de Niels Bohr y su utilidad para la interpretación de los espectros atómicos. Es interesante utilizar en este momento alguna simulación como la ofrecida por la Universidad de Colorado mediante su proyecto PHET (<a href="https://phet.colorado.edu/es/">https://phet.colorado.edu/es/</a>) sobre el modelo del átomo de Hidrógeno.</p> <p>Teniendo en cuenta la evolución de los modelos atómicos vistos hasta este momento, el alumnado reconocerá el importante papel de todos los científicos o científicas involucrados en el desarrollo del modelo atómico y que las limitaciones que presenta la ciencia en determinados momentos, permiten la evolución hacia modelos científicos más precisos. Así mismo debe valorar y comprender la aportación de la Mecánica Cuántica al avance de la ciencia en la que se presentan los modelos mecánico-ondulatorios basados en la dualidad onda-corpúsculo de Louis de Broglie, el principio de incertidumbre de Werner Heisenberg y la introducción de la función de onda de Edwin Schrödinger, lo cual les facilitará el entendimiento del concepto de orbital y la asignación de los números cuánticos a todos los electrones que posee un átomo. La abstracción de esta parte de la Química requiere hacer uso de simulaciones que permiten la construcción de un átomo. Se puede hacer uso del mismo proyecto ya mencionado en este apartado.</p> |
| <p><b>A.3. Tabla periódica y propiedades de los átomos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Naturaleza experimental del origen de la tabla periódica en cuanto al agrupamiento de los elementos en base a sus propiedades. La teoría atómica actual y su relación con las leyes experimentales observadas.</li> <li>– Configuración electrónica de un elemento a partir de su posición en la tabla periódica.</li> <li>– Tendencias periódicas. Aplicación a la predicción de los valores de las propiedades de los elementos de la tabla a partir de su posición en la misma.</li> </ul>   | <p>Para trabajar los saberes básicos en este punto del bloque y teniendo en cuenta que el alumnado conoce gran parte de ellos desde secundaria, se puede distribuir la clase en equipos que creen un soporte físico (póster, infografía, ...), los cuales colgaremos en clase, y sobre los que expliquen estos contenidos. Se puede aprovechar esta actividad para que investiguen sobre las aplicaciones de los elementos de la Tabla Periódica y su influencia en el progreso de la sociedad. Por otra parte, se puede hacer alguna experiencia de laboratorio para que el alumnado comprenda la periodicidad de los elementos de la tabla periódica, como podría ser comprobar la acidez o basicidad de un óxido de un elemento metálico frente a la de un óxido de un elemento no metálico. Por ejemplo, se pueden comparar el carácter ácido o básico del CaO y del CO<sub>2</sub>. En esta sencilla práctica, la dificultad se concentra en la obtención del CO<sub>2</sub> a partir de CaCO<sub>3</sub>. Informando previamente al alumnado de la necesidad de obtener CO<sub>2</sub>, se les puede indicar que diseñen el procedimiento antes de ir al laboratorio, a partir de la lista de sustancias y material de laboratorio que tendrían que usar. De esta forma, el alumnado valorará la importancia de la diversidad de pensamiento y las aportaciones de cada miembro del equipo.</p>  |
| <p><b>A.4. Enlace químico y fuerzas intermoleculares:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tipos de enlace a partir de las características de los elementos individuales que lo forman. Energía implicada en la formación de moléculas, de cristales y de estructuras macroscópicas. Propiedades de las sustancias Químicas.</li> <li>– Modelos de Lewis, RPECV e hibridación de orbitales. Configuración geométrica de sustancias moleculares y las características de los sólidos.</li> </ul>  | <p>Para abordar los saberes básicos de este punto, el alumnado deberá recordar los conceptos de enlace iónico, covalente, metálico y fuerzas intermoleculares vistos ya en secundaria. Posteriormente, tendrán que ampliar mediante las teorías TRPECV, de hibridación de orbitales, ciclo de Born-Haber y los modelos propios del enlace metálico. Este proceso es muy costoso debido a la dificultad que representa el aprendizaje de conceptos tan abstractos. Sobre todo, tiene una dificultad especial la comprensión del enlace covalente y la diferencia entre estructuras moleculares y las que no lo son. Por este motivo,</p>  |

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ciclo de Born-Haber. Energía intercambiada en la formación de cristales iónicos.</li> <li>– Modelos de la nube electrónica y la teoría de bandas para explicar las propiedades características de los cristales metálicos.</li> <li>– Fuerzas intermoleculares a partir de las características del enlace químico y la geometría de las moléculas. Propiedades macroscópicas de sustancias moleculares</li> </ul>   | <p>sería recomendable empezar este estudio por el enlace covalente diferenciando entre estructuras moleculares, multimoleculares y estructuras gigantes y acabar por el enlace iónico y, finalmente, el metálico. (Caamaño, 2016).</p> <p>Para indagar en las propiedades de los diferentes tipos de enlaces, se puede plantear al alumnado la investigación del enlace de una sustancia determinada por métodos indirectos basados en las propiedades de los diferentes tipos de enlace químico. Un ejemplo sería suministrarles cloruro de sodio y que el alumnado diseñara las diferentes experiencias de laboratorio para comprobar el enlace.</p> <p>Por otra parte, se pueden utilizar modelos de bolas para que el alumnado visualice de forma eficiente las diferentes estructuras de los enlaces. Otra forma digital de visualizar e, incluso, crear estructuras moleculares y reticulares es mediante el software científico Chem-3D (<a href="https://www.chemtube3d.com/">https://www.chemtube3d.com/</a>) que facilita la comprensión de determinadas estructuras.</p>   |
| <b>B. Reacciones químicas</b>  |   |
| <p>En este bloque se profundiza en el concepto de reacción química, estudiando sus aspectos energéticos (termoquímica), dinámicos (cinética) y de equilibrio (equilibrio químico). Se analiza el calor intercambiado y su espontaneidad, así como los factores que modifican tanto la velocidad de reacción como el desplazamiento de su equilibrio. Así mismo se estudian los equilibrios de solubilidad, ácido base y de reducción-oxidación.</p>  |   |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>  | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>  |
| <p><b>B.1. Termodinámica química:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Primer principio de la termodinámica: intercambios de energía entre sistemas a través del calor y del trabajo.</li> <li>– Ecuaciones termoquímicas. Concepto de entalpía de reacción. Procesos endotérmicos y exotérmicos.</li> <li>– Balance energético entre productos y reactivos mediante la ley de Hess, a través de la entalpía de formación estándar o de las energías de enlace, para obtener la entalpía de una reacción.</li> <li>– Segundo principio de la termodinámica. La entropía como magnitud que afecta a la espontaneidad e irreversibilidad de los procesos químicos.</li> <li>– Cálculo de la energía de Gibbs de las reacciones Químicas y espontaneidad de las mismas en función de la temperatura del sistema.</li> </ul> | <p>En este bloque, los conceptos de energía, calor, trabajo o temperatura, presentan dificultades de aprendizaje, muchas de ellas debidas al diferente significado que se da a estos términos en contextos académicos frente a su uso en el lenguaje cotidiano. Por este motivo, se pueden plantear varios tipos de actividades al alumnado para generar pensamiento crítico y construir nuevos aprendizajes dentro del marco del aprendizaje activo. El alumnado se cuestionará sus propias ideas previas, generando una situación de conflicto que se solucione en el aula (Álvarez-González y Manzano, 2018). En este sentido, se les puede facilitar diferentes actividades, que se podrán realizar, tanto de manera individual como en grupos, fomentando también el aprendizaje colaborativo. Pueden ser tanto numéricas, como de razonamiento. (Ej.: Actividades para debatir en clase, actividades para hacer en grupos, actividades numéricas y actividades de razonamiento individual).</p> <p>Así mismo el alumnado en 2º Bachillerato presenta destrezas científicas suficientes para que los propios alumnos y las propias alumnas diseñen e implementen sus propias investigaciones científicas y analicen los datos obtenidos. A partir de la indagación guiada, el alumnado planteará sus hipótesis y construirá su experiencia para determinar, por ejemplo, el calor involucrado de una reacción química. Se les puede proponer que elijan una reacción química que se pueda llevar a cabo en el laboratorio y que diseñen previamente una experiencia con los materiales de los que disponemos. Para ello, se les suministra una lista de materiales. Es interesante realizar esta experiencia antes y después de conocer el concepto de equivalente en agua del calorímetro, para que evalúen la influencia del entorno en los procesos termodinámicos sufridos por el sistema comparando sus datos con los tabulados para cada reacción.</p> |
| <p><b>B.2. Cinética Química:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Teoría de las colisiones como modelo a escala microscópica de las reacciones químicas. Conceptos de velocidad de reacción y energía de activación.</li> <li>– Influencia de las condiciones de reacción sobre la velocidad de la misma.</li> <li>– Ley diferencial de la velocidad de una reacción química y los órdenes de reacción a partir de datos experimentales de velocidad de reacción.</li> </ul>   | <p>Este bloque se puede comenzar partiendo de las ideas previas del alumnado procedentes de los cursos de secundaria que los puede aplicar a situaciones cotidianas en las que se ponga de manifiesto la importancia de la velocidad en las reacciones químicas.</p> <p>Por otra parte, después de comprender conceptos como velocidad de reacción, orden de reacción y describir todos los factores que afectan a la velocidad, es el momento de aplicar los fundamentos teóricos estudiados a una situación real en el laboratorio en la que podrán medir el tiempo que pasa hasta que se produce un cambio apreciable en el transcurso de una reacción (Ej.: aparición de un precipitado, un cambio de color, ...) al variar, por ejemplo, la concentración de una de los reactivos involucrados. Es interesante que el alumnado deduzca la propiedad a observar para cuantificar el tiempo invertido. Para finalizar esta actividad, se puede plantear al alumnado la creación de una comunicación científica virtual (Póster) en el que se</p>   |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>incluyan todas las partes de su trabajo científico junto con las imágenes de todos los procesos.</p> <p>Para poner de manifiesto el papel relevante de la Química en el desarrollo de la sociedad y su relación con otros campos de la ciencia y de la tecnología, sería interesante que el alumnado visualizara el video de divulgación científica “Catálisis, el motor de la vida”, financiado por FECYT dentro del proyecto Ciencia de Actualidad del CSIC o poder recibir la visita de alguna de las investigadoras pertenecientes a la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Zaragoza para poner en valor el trabajo actual de la Mujer en la Ciencia.</p>   |
| <p><b>B.3. Equilibrio químico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– El equilibrio químico como proceso dinámico: ecuaciones de velocidad y aspectos termodinámicos. Expresión de la constante de equilibrio mediante la ley de acción de masas.</li> <li>– La constante de equilibrio de reacciones en las que los reactivos se encuentren en diferente estado físico. Relación entre KC y KP y producto de solubilidad en equilibrios heterogéneos.</li> <li>– Principio de Le Châtelier y el cociente de reacción. Evolución de sistemas en equilibrio a partir de la variación de las condiciones de concentración, presión o temperatura del sistema.</li> </ul>   | <p>Para trabajar los saberes básicos de este bloque, se tendrá presente que el equilibrio químico es uno de los conceptos más importantes en la enseñanza de la química. Su gran importancia procede de la estrecha relación que tiene con el concepto de reacción química y de la multitud de ejemplos que nos encontramos a nuestro alrededor en la industria química, en la naturaleza, en el cuerpo humano...Por otra parte, es un concepto abstracto y complejo que necesita una gran cantidad de conceptos previos relacionados con la termodinámica, la cinética química y el propio concepto de reacción química.</p> <p>Para facilitar la visualización del alumnado, se pueden usar recursos digitales como los que se pueden encontrar en la página del proyecto Agrega, que constituye una federación de repositorios de contenidos digitales educativos (<a href="http://agrega.educacion.es/">http://agrega.educacion.es/</a>)</p> <p>Como aplicación práctica de la Química en este apartado, se pueden realizar diversas experiencias de laboratorio para comprobar los cambios que se producen al modificar factores como la temperatura, la concentración o la acidez y basicidad.</p>   |
| <p><b>B.4. Reacciones ácido-base:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Naturaleza ácida o básica de una sustancia a partir de las teorías de Arrhenius y de Brønsted y Lowry.</li> <li>– Ácidos y bases fuertes y débiles. Grado de disociación en disolución acuosa.</li> <li>– pH de disoluciones ácidas y básicas. Expresión de las constantes Ka y Kb.</li> <li>– Concepto de pares ácido y base conjugados. Carácter ácido o básico de disoluciones en las que se produce la hidrólisis de una sal. Estudio cualitativo de las disoluciones reguladoras de pH.</li> <li>– Reacciones entre ácidos y bases. Concepto de neutralización. Volumetrías ácido-base.</li> <li>– Ácidos y bases relevantes a nivel industrial y de consumo, con especial incidencia en el proceso de la conservación del medioambiente.</li> </ul>   | <p>Junto con el equilibrio químico, esta parte se presenta como otro de los conceptos más importantes de la enseñanza de la Química. Para la enseñanza de estos saberes básicos, se puede hacer uso de propuestas basadas en la indagación contextualizada.</p> <p>Por ejemplo, partiendo de problemas reales como las consecuencias de la lluvia ácida, se puede recrear la formación de ésta de manera artificial en el laboratorio e investigar cómo son los procesos reales de formación de la misma en los procesos industriales para idear alguna estrategia para reducir la concentración en la atmósfera de los gases que la forman.</p> <p>Otra situación real podría consistir en la necesidad de conocer la concentración de un vinagre comercial para determinar su idoneidad en un determinado proceso culinario. En este caso, el alumnado debería investigar el método para realizar una valoración ácido -base mediante un indicador y llevarlo a la práctica respetando todas las normas de seguridad del laboratorio.</p>  |
| <p><b>B.5. Reacciones redox:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Estado de oxidación. Especies que se reducen u oxidan en una reacción a partir de la variación de su número de oxidación.</li> <li>– Método del ion-electrón para ajustar ecuaciones Químicas de oxidación-reducción. Cálculos estequiométricos y volumetrías redox.</li> <li>– Potencial estándar de un par redox. Espontaneidad de procesos químicos y electroquímicos que impliquen a dos pares redox.</li> <li>– Leyes de Faraday: cantidad de carga eléctrica y las cantidades de sustancia en un proceso electroquímico. Cálculos estequiométricos en cubas electrolíticas.</li> <li>– Reacciones de oxidación y reducción en la fabricación y funcionamiento de baterías eléctricas, celdas electrolíticas y pilas de combustible, así como en la prevención de la corrosión de metales.</li> </ul> | <p>Este apartado, junto con los dos anteriores formarían la parte más relevante en el estudio de la Química en 2º Bachillerato. De hecho, la producción de energía eléctrica es una cuestión de suma importancia en la sociedad actual. El funcionamiento de pequeños dispositivos se basa en estas reacciones Químicas de transferencia de electrones. Su gran importancia radica en todo su interés industrial y su rendimiento económico para la generación de energía y la obtención de metales en estado elemental. Por último, el conocimiento de su naturaleza es necesario para evitar procesos tan perjudiciales para nuestra sociedad como es la corrosión.</p> <p>Teniendo en cuenta la gran repercusión que tienen para el medio ambiente algunos de los procesos que va a aprender el alumnado, se plantea la posibilidad de realizar un debate sobre la utilización de estos procesos para la obtención de energía y la gestión de los residuos que se generan. El alumnado trabajará en grupo colaborativo recopilando la información necesaria con las pautas adecuadas del profesorado para argumentar adecuadamente su postura en el debate.</p> <p>Como aplicación práctica, el alumnado podría diseñar el montaje para realizar la obtención de lejía a partir de la electrólisis del cloruro de sodio y un método de comprobación de que, efectivamente, se ha creado hipoclorito de sodio.</p> |

## 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 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 puedan 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 o 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 pueda ser el propio alumnado el que busque 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 o las científicas 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 o 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 y 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 o a la 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, entendiéndolo 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 o 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 o autoras: 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 o de cada 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 alumnado comparte 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 alumnado sea capaz 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 cada 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 el alumnado es capaz 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 el alumnado debería 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 el alumnado es capaz de transferir aprendizajes.
- Las tareas planteadas deberían ser acordes con los aprendizajes realizados. El alumnado debe 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 de la materia, 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 del alumnado 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 las 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 compañera, 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 materias: 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:

##### 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 reciben los alumnos y las alumnas 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, 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, es breve, pero de gran importancia y tiene como objetivo que los alumnos y las alumnas trabajen sobre el modelo de átomo, a través de la argumentación y los modelos representados, para hacerlos conscientes de lo que saben y lo que no, es decir trabajar la metacognición sobre el modelo atómico. Para ello, podemos tomar como punto de partida la fundamentación teórica de García Carmona (2006) y (2011), donde se analiza el modelo atómico introducido en la educación secundaria y plantea varias actividades para investigar sobre los modelos que construyen los alumnos y las alumnas en torno al átomo.

##### Objetivos didácticos:

1. Representación del modelo de átomo, dibujarlo y explicarlo.
2. Establecer relaciones del modelo representado con los modelos atómicos establecidos históricamente.
3. Evaluar el modelo propio de cada estudiante.

##### Elementos curriculares involucrados:

En relación a los saberes, lo que se propone trabajar en esta situación está relacionado con el bloque A. Enlace químico y estructura de la materia y el bloque B. Reacciones Químicas.

Esta situación de aprendizaje se podría vincular con las competencias clave: CCL1, STEM1, CPSAA7.

Entre las competencias específicas que se trabajan en esta situación de aprendizaje están la CE.Q.2. (Adoptar los modelos y leyes de la Química aceptados como base de estudio de las propiedades de los sistemas materiales, para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos relacionados con las aplicaciones prácticas de la Química y sus repercusiones en el medioambiente) y la CE.Q.3. (Utilizar con corrección los códigos del lenguaje químico (nomenclatura Química, unidades, ecuaciones, etc.), aplicando sus reglas específicas, para emplearlos como base de una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y herramienta fundamental en la investigación de esta ciencia).

##### Conexiones con otras materias:

Esta situación tiene conexión con la Lengua Castellana ya que el alumnado debe argumentar en las respuestas que dan a las preguntas planteadas.

**Descripción de la actividad, metodología y estrategias didácticas:**

La actividad propuesta consiste en pedirles al alumnado que dibujen con el mayor detalle posible la estructura de un átomo de dos elementos químicos diferentes, incluyendo la distribución de los electrones en la propia estructura atómica. Les pedimos también que expliquen esos dibujos y justifiquen la localización de cada partícula representada. Por último, deben explicar qué diferencias hay entre las dos estructuras atómicas. Estos datos los vincularemos posteriormente con las propiedades físico-químicas de cada uno.

Una vez que los han dibujado y respondido a las preguntas, podemos pedirles que analicen en cuál de los modelos atómicos conocidos se encuentra el modelo que han representado. Así deben reflexionar sobre cómo sería el modelo de átomo representado atendiendo a cada una de las teorías atómicas trabajadas hasta el momento. Y que establezcan, por escrito, dichas diferencias. La idea es, que ellos mismos evalúen cuál es el modelo atómico de conocimiento que tienen en ese momento, a modo de evaluación sumativa. Esto supondría un punto de partida antes de introducir más saberes en el curso.

**Atención a las diferencias individuales:**

Dado que cada persona se expresa mejor de una manera, ya sea oral o representada, en esta actividad se propone que al definir el átomo lo hagan de las dos maneras, dibujando y explicando el dibujo.

**Recomendaciones para la evaluación formativa:**

Para que el alumnado pueda evaluar el modelo atómico que posee, primero debe ser consciente de los modelos atómicos trabajados hasta el momento. El docente o la docente pueden hacer una recapitulación de dichos modelos con el alumnado y entre todos, establecer las diferencias y semejanzas entre ellos. De esa manera, una vez que el estudiantado represente y explique su modelo, podrá compararlo con los modelos establecidos y clasificarlo entre ellos, ya sea como uno de esos modelos o como una mezcla de varios.

## V. Referencias

- Alsina, Á. (2020). Más allá de los contenidos, los procesos matemáticos en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la infancia*, 1(1), 1-14.
- 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. *Revista de Educación*, 381, 259-274.
- ÁlvarezGonzález, E. y Manzano, D. (2018). Propuesta didáctica para el empleo de la Historia de la Ciencia en la enseñanza del primer principio de la Termodinámica en Educación Secundaria. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 25, 9-28.
- 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., 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. (2016) Secuenciación didáctica para el aprendizaje de los modelos de enlace. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 86, 39-45.
- 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>

- Calvo-Flores, F. e Isac, J. (2012.) Introducción a la química de los polímeros biodegradables: una experiencia para alumnos de segundo ciclo de la ESO y Bachillerato. *An. Quím*, 109(1), 38-44.
- 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.
- 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. *Revista 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. (2006). La estructura electrónica de los átomos en la escuela secundaria Un estudio de los niveles de comprensión. *Educación Química*, 17(4), 414-423.
- 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.
- García-Carmona, A. (2011). Los modelos atómicos en la " Física y Química" de la Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Española de Física*, 16(4), 37-39.
- 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. *26 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). *Learning 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. *Journal 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, 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 inquiry cycle. *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.

Tunncliffe, 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>