



## CIENCIAS GENERALES

En la sociedad actual multitud de aspectos están relacionados con la actividad científica, tanto en campos sanitarios como tecnológicos o divulgativos. Poseer una formación científica sólida permite a cada individuo defender una opinión fundamentada ante hechos que pueden resultar controvertidos y que forman parte del día a día de nuestro mundo. Esta materia ofrece al alumnado una formación básica en las cuatro disciplinas científicas fundamentales. Además, el enfoque interdisciplinar característico de la enseñanza STEM confiere al currículo un carácter unificador que pone en evidencia que las diferentes ciencias no son más que una especialización dentro de un conjunto global y coherente que es el conocimiento científico. De hecho, en el desarrollo de la investigación como actividad laboral, los científicos y científicas relacionan conocimientos, destrezas y actitudes de todas las disciplinas para enriquecer sus estudios y contribuir de forma más eficiente al progreso de la sociedad.

El alumnado que cursa Ciencias Generales en 2º de Bachillerato adquiere una comprensión general de los principios que rigen los fenómenos del mundo natural. Para ello, esta materia parte de las competencias específicas, que tienen como finalidad que el alumnado entienda, explique y movilice conocimientos, destrezas y actitudes no solo relacionados con la situación y las repercusiones de la ciencia en la actualidad, sino también las prácticas científicas y su relevancia en el avance social, haciendo especial hincapié en la necesidad de un trato igualitario entre personas en la ciencia y el carácter interdisciplinar de la misma. A esta materia podrán acceder diferentes perfiles de estudiantes, con distintas formaciones previas en ciencias, por lo que la adquisición de los aprendizajes esenciales se construye a partir de las ciencias básicas que todo alumno y toda alumna han cursado durante la Educación Secundaria Obligatoria, profundizando a partir de ahí para alcanzar las competencias y los objetivos propios de la etapa del Bachillerato.

Acompañando a las competencias específicas de esta materia se encuentran los criterios de evaluación. Su marcado carácter competencial los convierte en evaluadores de los conocimientos, las destrezas y las actitudes que el alumnado debe adquirir para desenvolverse en una sociedad que demanda espíritu crítico ante cuestiones científicas. Sus características se corresponden con las de un currículo que pretende desarrollar el pensamiento científico para que los ciudadanos sean capaces de comprender, explicar y razonar por qué sin ciencia no hay futuro.

El desarrollo de las competencias específicas se apoya en los saberes básicos de la materia, que se encuentran estructurados en cinco bloques que incluyen los conocimientos, destrezas y actitudes imprescindibles.

El bloque «Construyendo ciencia» trata los aspectos básicos de la actividad científica general: el uso de las metodologías científicas para el estudio de fenómenos naturales, la experimentación –incluyendo los instrumentos necesarios y sus normas de uso–, la utilización adecuada del lenguaje científico y de las herramientas matemáticas pertinentes, etc. Se trata de un bloque introductorio que, lejos de pretender ser tratado de manera teórica, busca desarrollar destrezas prácticas útiles para el resto de los bloques.

El segundo bloque, «Un universo de materia y energía», recoge dos conceptos fundamentales de la ciencia: la materia y la energía. Estos conceptos son esenciales en el estudio y trabajo de la ciencia, pues son la base para la construcción de aprendizajes sobre los sistemas fisicoquímicos, biológicos y geológicos.

En el bloque «El sistema Tierra» se hace una aproximación al estudio de la Tierra y los sistemas terrestres desde el punto de vista de la geología planetaria, de la tectónica de placas y de la dinámica de las capas fluidas. Además, incluye aspectos clave encaminados a la concienciación del alumnado sobre la necesidad de adoptar un modelo de desarrollo sostenible y la promoción de la salud.

El bloque «Biología para el siglo XXI» trata de algunas cuestiones sobre la biotecnología y su importancia en la investigación de enfermedades, técnicas de agricultura y ganadería o recuperación medioambiental, entre otras.

Por último, el bloque «Las fuerzas que nos mueven» presenta las fuerzas fundamentales de la naturaleza y los efectos que tienen sobre los sistemas. Estos saberes permiten dar explicaciones a aspectos tan importantes como el movimiento de los cuerpos o las deformaciones de la corteza terrestre.



En definitiva, el currículo de Ciencias Generales no solo pretende concienciar sobre la importancia de las ciencias, e incentivar vocaciones científicas y formadores científicos y formadoras científicas que tengan un criterio propio y fundamentado para la difusión de ideas por encima de afirmaciones pseudocientíficas y engañosas, sino que proporcionará al alumnado que desee explorar otros campos profesionales no vinculados directamente con las ciencias, conocimientos y aprendizajes propios de las ciencias que permitan un enfoque riguroso y certero en su labor profesional. Las herramientas que proporciona este currículo invitan al desarrollo de proyectos y a la cooperación interdisciplinar, propios de la investigación científica. Esto confiere al aprendizaje de la ciencia un carácter holístico e integrado, que enriquece la significatividad y prepara al alumnado para afrontar el futuro.

## I. Competencias específicas

### Competencia específica de la materia Ciencias Generales 1:

**CE.CCG.1.** Aplicar las metodologías propias de la ciencia, utilizando con precisión, procedimientos, materiales e instrumentos adecuados, para responder a cuestiones sobre procesos físicos, químicos, biológicos y geológicos.

#### Descripción

Para conseguir una alfabetización científica básica, cada alumno o cada alumna deben comprender cuál es el *modus operandi* de toda la comunidad científica en lo referente al estudio de los fenómenos naturales y cuáles son las herramientas de que se dispone para ello. Las metodologías científicas son procedimientos fundamentales de trabajo en la ciencia. El alumnado debe desarrollar las destrezas de observar, emitir hipótesis y experimentar sobre fenómenos fisicoquímicos y naturales, así como de poner en común con el resto de la comunidad investigadora los resultados que obtenga, siendo consciente de que las respuestas a procesos, físicos, químicos, biológicos y geológicos son complejas y necesitan de modelos contrastados y en constante revisión y validación.

Asimismo, aunque el alumnado no optase en el futuro por dedicarse a la ciencia como actividad profesional, el desarrollo de esta competencia le otorga algunas destrezas propias del pensamiento científico que puede aplicar en situaciones de su vida cotidiana, como la interpretación de situaciones o el respeto por el mundo natural que le rodea. Esto contribuye a la formación de personas comprometidas con la mejora de su entorno y de la sociedad.

#### Vinculación con otras competencias

Esta competencia se encuentra especialmente vinculada con las competencias de la propia materia CE.CCG.2, CE.CCG.4 y CE.CCG.6.

Por otro lado, se vincula con competencias específicas de otras materias en las cuales se requiere la interpretación y utilización de destrezas relacionadas con las ciencias. Por ello se encuentra relacionada con competencias específicas de Biología (CE.B.1), Geología y Ciencias ambientales (CE.GCA.1). La necesidad de las diversas disciplinas matemáticas en la resolución de problemas de otras ciencias como las que abarca la presente materia vincula, lógicamente, esta competencia con varios elementos que forman parte del currículo de Matemáticas (CE.M.1 y CE.M.6)

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

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD3, CPSAA4 y CE1.

### Competencia específica de la Ciencias Generales 2:

**CE.CCG.2.** Comprender y explicar los procesos del entorno, utilizando los principios, leyes y teorías científicos adecuados, para adquirir una visión holística del funcionamiento del medio natural.

#### Descripción

El desarrollo de la competencia científica tiene como finalidad esencial comprender los procesos del entorno e interpretarlos a la luz de los principios, leyes y teorías científicas fundamentales. Con el desarrollo de esta competencia específica también se contribuye a desarrollar el pensamiento científico, lo cual es clave para la creación de nuevos conocimientos.



Además, la aplicación de los conocimientos está en línea con los principios del aprendizaje STEM, que pretende adoptar un enfoque global de las ciencias como un todo integrado. El alumnado que cursa esta materia aprende a relacionar conceptos, encontrando en ella los conocimientos, destrezas y actitudes necesarios para una alfabetización científica general.

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

Esta competencia se vincula a las siguientes competencias de la propia materia: CE.CCG.1, CE.CCG.3, CE.CCG.5 y CE.CCG.6. Se pueden encontrar similares como en material como Geología (CE. GCA.4) o Biología (CE.B.4).

Se vincula a su vez con la competencia CE.M.6 de Matemáticas ya que al igual que en la presente se busca a través de vínculos con otras áreas de conocimiento la visión holística a la que en la presente se hace referencia. La comprensión e interpretación de textos de diversa naturaleza, intención y fiabilidad aparecen en las competencias CE.LCL.2 y CE.LCL.4 de Lengua Castellana y Literatura.

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

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, CCL2, CP1, STEM1, STEM2, STEM4, CD1 y CPSAA1.1.

#### **Competencia específica de la materia Ciencias Generales 3:**

**CE.CCG.3.** Argumentar sobre la importancia de los hábitos sostenibles y saludables, basándose en fundamentos científicos, para adoptarlos y promoverlos en su entorno.

#### **Descripción**

Actualmente uno de los mayores y más importantes retos a los que se enfrenta la humanidad es la degradación medioambiental que amenaza con poner en peligro el desarrollo económico y la sociedad de bienestar. Una condición indispensable para abordar este desafío es adoptar un modelo de desarrollo sostenible. Para ello, es esencial que la ciudadanía comprenda su dependencia del medio natural para así valorar la importancia de su conservación y actuar de forma consecuente y comprometida con este objetivo. Cabe también destacar que la adopción de hábitos sostenibles es sinónimo de mantenimiento y mejora de la salud, pues existe un estrecho vínculo entre el bienestar humano y la conservación de los pilares sobre los que este se sustenta.

La adquisición y desarrollo de esta competencia específica permitirá al alumnado comprender, a través del conocimiento del funcionamiento de su propio organismo y de los ecosistemas, la relación entre la salud, la conservación del medio ambiente y el desarrollo económico y social y convertirse así en personas comprometidas y críticas con los problemas de su tiempo.

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

Esta competencia está especialmente vinculada con la competencia CE.CCG.6, además de con CE.CCG.2 y CE.CCG.5.

Por otro lado, esta competencia se relaciona con las de otras materias que ponen el foco en la búsqueda y/o análisis de la sostenibilidad en las conductas humanas de diversa índole y en la adopción de hábitos de vida saludables. Tal es el caso de la competencia específica CE.B.5 de Biología, Geografía (CE.G.1 y CE.G.2), Historia de España (CE.HE.3), Historia del Mundo Contemporáneo (CE.HMC.5 y CE.HMC.6), Proyectos artísticos (CE.PA.10) y Educación Física (CE.EF.4) entre otras materias.

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

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, CCL2, STEM2, STEM4, CD2, CPSAA2, CC4 y CEC1.

#### **Competencia específica de la materia Ciencias Generales 4:**

**CE.CCG.4.** Aplicar el pensamiento científico y los razonamientos lógico-matemáticos, mediante la búsqueda y selección de estrategias y herramientas apropiadas, para resolver problemas relacionados con las ciencias experimentales.



## Descripción

El razonamiento es una herramienta esencial en la investigación científica, pues es necesario para plantear hipótesis o nuevas estrategias que permitan seguir avanzando y alcanzar los objetivos propuestos. Asimismo, en ciertas disciplinas científicas no es posible obtener evidencias directas de los procesos u objetos de estudio, por lo que se requiere utilizar el razonamiento lógico-matemático para poder conectar los resultados con la realidad que reflejan. Del mismo modo, es común encontrar escenarios de la vida cotidiana que requieren el uso de la lógica y el razonamiento.

La inclusión de esta competencia específica en el currículo de Ciencias Generales pretende que el alumnado aprenda que se puede llegar a los mismos resultados utilizando diferentes herramientas y estrategias, siempre y cuando sean fiables y estén contrastadas. Asimismo, se busca la consideración del error como una herramienta para descartar líneas de trabajo y una manera de aprender en la que se mejoran la autocrítica, la resiliencia y las destrezas necesarias para la colaboración entre iguales.

Cabe también destacar que la resolución de problemas es un proceso complejo donde se movilizan no solo las destrezas para el razonamiento, sino también los conocimientos sobre la materia y actitudes para afrontar los retos de forma positiva. Por ello, es imprescindible que el alumnado desarrolle esta competencia específica, pues le permitirá madurar intelectualmente y mejorar su resiliencia, para abordar con éxito diferentes tipos de situaciones a las que se enfrentará a lo largo de su vida personal, social, académica y profesional.

### Vinculación con otras competencias

Esta competencia se vincula a la competencia CE.CCG.1, CE.CCG.2 y CE.CCG.3.

Lógicamente se vincula con competencias específicas de otras materias que forman parte de las presentes Ciencias Generales como es el caso de la Física y Química (CE.FQ.1 y CE.FQ.2).

A su vez se ve vinculada con otras competencias específicas CE.M.6 y CE.M.8 de Matemáticas en la cual se busca el vínculo con otras disciplinas científicas, el uso de la terminología adecuada y la consolidación y estructuración del pensamiento matemático.

### Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL3, CP1, STEM1, STEM2, CD1, CPSAA1.1, CC3 y CE1.

### Competencia específica de la materia Ciencias Generales 5:

**CE.CCG.5.** Analizar la contribución de la ciencia y de las personas que se dedican a ella, con perspectiva de género y entendiéndola como un proceso colectivo e interdisciplinar en continua construcción, para valorar su papel esencial en el progreso de la sociedad.

## Descripción

El desarrollo científico y tecnológico contribuye al progreso de nuestra sociedad. Sin embargo, el avance de la ciencia y la tecnología depende de la colaboración individual y colectiva. Por ello, el fin de esta competencia específica es formar una ciudadanía con un acervo científico rico y con vocación científica como vía para la mejora de nuestra calidad de vida.

A través de esta competencia específica, el alumnado adquiere conciencia sobre la relevancia que la ciencia tiene en la sociedad actual. Asimismo, reconoce el carácter interdisciplinar de la ciencia, marcado por una clara interdependencia entre las diferentes disciplinas de conocimiento que enriquece toda actividad científica y que se refleja en un desarrollo holístico de la investigación y el trabajo en ciencia.



### **Vinculación con otras competencias**

La consecución de la competencia CE.CCG.5 precisa de la comprensión y justificación de las ideas científicas, para lo cual es imprescindible distinguir las informaciones veraces lo cual la conecta con las competencias, CE.CCG.2, CE.CCG.3 y CE.CCG.6 de la propia materia.

Se relaciona, a su vez, con la competencia CE.FQ.6 de Física y Química la cual busca del mismo modo la participación activa en la construcción del conocimiento científico de las personas de tal modo que se conviertan en agentes activos de la difusión del pensamiento científico, y entre otras, también la búsqueda de una sociedad igualitaria.

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

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, CCL2, STEM4, CD3, CPSAA4, CC1 y CEC1.

### **Competencia específica de la materia Ciencias Generales 6:**

**CE.CCG.6.** Utilizar recursos variados, con sentido crítico y ético, para buscar y seleccionar información contrastada y establecer colaboraciones.

#### **Descripción**

La comunicación y la colaboración son componentes inherentes al proceso de avance científico. Parte de este proceso comunicativo implica buscar y seleccionar información científica publicada en fuentes fidedignas, que debe ser interpretada para responder a preguntas concretas y establecer conclusiones fundamentadas. Para ello, es necesario analizar la información obtenida de manera crítica, teniendo en cuenta su origen, diferenciando las fuentes adecuadas de aquellas menos fiables.

La cooperación es otro aspecto esencial de las metodologías científicas y tiene como objetivo mejorar la eficiencia del trabajo al aunar los esfuerzos de varias personas o equipos mediante el intercambio de información y recursos, consiguiéndose así un efecto sinérgico.

Además, desarrollar esta competencia específica es de gran utilidad en otros entornos profesionales no científicos, así como en el contexto personal y social, por ejemplo, en el aprendizaje a lo largo de la vida o en el ejercicio de una ciudadanía democrática activa. La comunicación y colaboración implican el despliegue de destrezas sociales, sentido crítico, respeto a la diversidad y, con frecuencia, utilización eficiente, ética y responsable de los recursos tecnológicos, por lo que esta competencia es esencial para el pleno desarrollo del alumnado como parte de la sociedad.

### **Vinculación con otras competencias**

Esta competencia, por ser fundamental para el desarrollo de un pensamiento científico crítico, está conectada con todas las competencias de la materia: CE.CCG.1, CE.CCG.2, CE.CCG.3, CE.F.4 y CE.F.5.

La búsqueda de información veraz y contrastada es uno de los pilares de la investigación científica en el aspecto formal y en el divulgativo, de ahí su gran importancia en todas las disciplinas científicas. Por ello encontramos competencias relacionadas con ésta en otras materias como Biología (CE.B.3), Geología y Ciencias ambientales (CE.GCA.2 y CE.GCA.3), Física y Química (CE.FQ.4). También se encuentra relacionada con CE.LCL.2 y CE.LCL.6 de Lengua Castellana y Literatura.

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

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL3, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA4 y CC3.

## **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 calificatorias 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 el propio 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 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 dichos 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.CCG.1</b>  |
| <i>Aplicar las metodologías propias de la ciencia, utilizando con precisión, procedimientos, materiales e instrumentos adecuados, para responder a cuestiones sobre procesos físicos, químicos, biológicos y geológicos.</i>   |
| 1.1. Plantear y responder cuestiones acerca de procesos observados en el entorno, siguiendo las pautas de las metodologías científicas.<br>1.2. Contrastar hipótesis realizando experimentos en laboratorios o entornos virtuales siguiendo las normas de seguridad correspondientes.<br>1.3. Comunicar los resultados de un experimento o trabajo científico utilizando los recursos adecuados y de acuerdo a los principios éticos básicos.  |
| <b>CE.CCG.2</b>  |
| <i>Comprender y explicar los procesos del entorno y explicarlos, utilizando los principios, leyes y teorías científicos adecuados, para adquirir una visión holística del funcionamiento del medio natural.</i>  |
| 2.1. Analizar y explicar fenómenos del entorno, representándolos mediante expresiones, tablas, gráficas, modelos, simulaciones, diagramas u otros formatos.<br>2.2. Explicar fenómenos que ocurren en el entorno, utilizando principios, leyes y teorías de las ciencias de la naturaleza.<br>2.3. Reconocer y analizar los fenómenos fisicoquímicos más relevantes, explicándolos a través de las principales leyes o teorías científicas.<br>2.4. Explicar, utilizando los fundamentos científicos adecuados, los elementos y procesos básicos de la biosfera y la geosfera. |
| <b>CE.CCG.3</b>  |
| <i>Argumentar sobre la importancia de los hábitos sostenibles y saludables, basándose en fundamentos científicos, para adoptarlos y promoverlos en su entorno.</i>   |
| 3.1. Adoptar y promover hábitos compatibles con un modelo de desarrollo sostenible y valorar su importancia utilizando fundamentos científicos.<br>3.2. Adoptar y promover hábitos saludables (dieta equilibrada, higiene, vacunación, uso adecuado de antibióticos, rechazo al consumo de drogas, ejercicio físico, higiene del sueño, posturas adecuadas...) y valorar su importancia, utilizando los fundamentos de la fisiología humana.   |
| <b>CE.CCG.4</b>  |
| <i>Aplicar el pensamiento científico y los razonamientos lógico-matemáticos, mediante la búsqueda y selección de estrategias y herramientas apropiadas, para resolver problemas relacionados con las ciencias experimentales.</i>  |
| 4.1. Resolver problemas relacionados con fenómenos y procesos físicos, químicos, biológicos y geológicos, utilizando el pensamiento científico y el razonamiento lógico-matemático, buscando estrategias alternativas de resolución cuando sea necesario.<br>4.2. Analizar críticamente la solución de un problema relacionado con fenómenos y procesos físicos, químicos, biológicos y geológicos, modificando las conclusiones o las estrategias utilizadas si la solución no es viable, o ante nuevos datos aportados.  |
| <b>CE.CCG.5</b>  |
| <i>Analizar la contribución de la ciencia y de las personas que se dedican a ella, con perspectiva de género y entendiéndola como un proceso colectivo e interdisciplinar en continua construcción, para valorar su papel esencial en el progreso de la sociedad.</i>  |
| 5.1. Reconocer la ciencia como un área de conocimiento global, analizando la interrelación e interdependencia entre cada una de las disciplinas que la forman.<br>5.2. Reconocer la relevancia de la ciencia en el progreso de la sociedad, valorando el importante papel que juegan las personas en el desempeño de la investigación científica.  |
| <b>CE.CCG.6</b>  |
| <i>Utilizar recursos variados, con sentido crítico y ético, para buscar y seleccionar información contrastada y establecer colaboraciones.</i>   |
| 6.1. Buscar, contrastar y seleccionar información sobre fenómenos y procesos físicos, químicos, biológicos o geológicos en diferentes formatos, utilizando los recursos necesarios, tecnológicos o de otro tipo.   |



6.2. Establecer colaboraciones, utilizando los recursos necesarios en las diferentes etapas del proyecto científico, en la realización de actividades o en la resolución de problemas.

### **III. Saberes básicos**

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

Los saberes básicos incluidos en la materia Ciencias Generales de 2º de Bachillerato pretenden que los alumnos y las alumnas tengan una base científica sólida que les permita desenvolverse de forma satisfactoria tanto en el ámbito académico como en su vida privada. Para conseguir esto se establecen cinco bloques de contenidos que abarcan diversos aspectos de ciencias como la Física, Química, Geología, Biología y Ecología. El bloque A introduce al alumnado en diversos aspectos de las prácticas científicas, incluyendo la búsqueda de información científica confiable, que resultan fundamentales para todas las disciplinas científicas y, por ende, para el desarrollo del resto de bloques.

##### **A. Construyendo ciencia**

Los saberes incluidos en el presente bloque resultan esenciales para la formación científica del alumnado ya que se centra en el estudio de las prácticas científicas, especialmente en la elaboración y contraste de hipótesis, así como en la elaboración de experimentos y proyectos de investigación en los cuales se basa toda ciencia. De especial importancia es la búsqueda eficaz de información científicamente relevante que pueda ser empleada en el resto de bloques y en otros ámbitos que así lo requieran, no sólo en el académico.

Se deben presentar al alumnado científicas y científicos relevantes para cada una de las disciplinas científicas que se tratan en la materia con perspectiva de género e intentando devolver al ámbito escolar a todos aquellos injustamente olvidados.

##### **B. Un universo de materia y energía**

La materia es uno de los saberes que sustentan el conocimiento científico. Este saber se introduce desde el conocimiento de los materiales (y sistemas) presentes en objetos y mezclas cotidianas. La observación y experimentación con ellos debe servir al alumnado para describir, clasificar y conocer composiciones y propiedades de los mismos. Es imprescindible partir de lo observable, del nivel macroscópico para luego buscar explicación a esas observaciones y/o preguntas que puedan surgir, en el nivel microscópico.

Una vez percibida la necesidad de conocer el nivel microscópico de la materia, se trabajan las interacciones entre los sistemas materiales. Todo esto en el contexto de la ordenación de los elementos que componen la materia en la Tabla Periódica y se establecen relaciones entre la ordenación en la tabla y las propiedades de los materiales. La energía se debe introducir como parte de esos sistemas materiales y a partir de los cambios de estado.

##### **C. El sistema Tierra**

Conocer el planeta en el que vivimos es fundamental para valorarlo y protegerlo. En el presente bloque se comienza con el estudio del origen del Universo y el Sistema Solar, del cual formamos parte. A continuación, se tomará contacto con el estudio de cada uno de los subsistemas terrestres: geosfera, hidrosfera, atmósfera, criosfera y biosfera para después integrar dichos conocimientos en el estudio de los ecosistemas. Se incluye también en este bloque el estudio de los ecosistemas y su dinámica, así como los principales problemas ambientales.

Por otro lado, en este bloque el alumnado podrá acercarse al concepto de Desarrollo Sostenible y diferentes aspectos ligados a este modelo: la economía circular, las energías renovables y la gestión de recursos. En este punto es especialmente relevante tratar los Objetivos del Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030 en Aragón ya que la Unión Europea establece dichos objetivos como guía de sus políticas hacia un modelo de desarrollo económico con el que alcanzar un mejor futuro.

Por último, la actualidad hace necesario conocer las repercusiones que la conservación del medioambiente tiene sobre la salud y el desarrollo económico de las sociedades. Este apartado es esencial para la formación integral del alumnado ya que en él se le introducirá en los diferentes tipos de enfermedades y sus tratamientos entre los que destacan los antibióticos y las vacunas.



## D. Biología para el siglo XXI

Actualmente los avances en las Ciencias Biológicas, aunque no exclusivamente, se centran en la biología molecular y especialmente en la genética. Para el estudio de dicha disciplina resulta esencial el conocimiento de las biomoléculas orgánicas, su naturaleza y función.

En este bloque no solo se estudian dichos aspectos sino también los mecanismos por los que se expresa la información contenida en los genes, dando lugar a otras moléculas. Esto ha permitido el desarrollo de diversas técnicas de ingeniería genética cuya finalidad es mejorar nuestras vidas. Conocer estas técnicas, así como sus aplicaciones y las implicaciones que pueden tener a nivel medioambiental o ético son fundamentales para la formación de una opinión crítica al respecto. El tener dichos conocimientos resulta de utilidad en la toma de decisiones informadas respecto a nuestra salud ya sea frente a una situación médica o simplemente para decidir qué alimentos consumir.

## E. Las fuerzas que nos mueven

Las fuerzas, entendidas como la interacción entre la materia, se introducen primero a nivel macroscópico, desde lo percibido, y después a nivel microscópico, estableciendo relaciones con lo trabajado en el bloque B de saberes. Además, se deben establecer relaciones con ejemplos sobre biología, geología e ingeniería donde intervengan las fuerzas, identificando cuáles y la relación entre ellas. A partir de eso, se trabajará la estática, el movimiento y la mecánica general.

## III.2. Concreción de los saberes básicos

| A. Construyendo ciencia   |   |
|---|---|
| Las prácticas científicas: elaboración y contraste de hipótesis. La búsqueda eficaz de información científicamente relevante. Introducción de los diferentes tipos de textos científicos, su estructura y el tipo de lenguaje utilizado en los mismos. Análisis de la información científica y divulgativa para la formación de una opinión crítica e informada. Revisión de los hitos científicos más relevantes de la historia y su repercusión en la sociedad. Científicas y científicos que consiguieron algunos de los avances más importantes en sus respectivos campos de trabajo.   |   |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>   | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Metodologías propias de la investigación científica para la identificación y formulación de cuestiones, la elaboración de hipótesis y la comprobación experimental de las mismas.</li> <li>– Experimentos y proyectos de investigación: uso de instrumental adecuado, controles experimentales y razonamiento lógico-matemático. Métodos de análisis de los resultados obtenidos en la resolución de cuestiones y problemas científicos relacionados con el entorno.</li> <li>– Fuentes veraces y medios de colaboración: búsqueda de información científica en diferentes formatos y con herramientas adecuadas.</li> <li>– Información científica: interpretación y producción con un lenguaje adecuado. Desarrollo del criterio propio basado en la evidencia y el razonamiento.</li> <li>– Contribución de los científicos y las científicas a los principales hitos de la ciencia para el avance y la mejora de la sociedad. La ciencia en Aragón.</li> </ul> | <p>Explicar cómo buscar información confiable tanto divulgativa como científica e introducir el motor de búsqueda Google Académico. A partir de dichas búsquedas se pueden obtener artículos científicos con los cuales explicar las diversas estructuras que pueden presentar. Presentar o buscar científicas y científicos relevantes para los diferentes bloques de la materia. Es posible hacerlo a lo largo de todos los bloques. Es importante que el listado sea lo más igualitario posible en cuanto al número de científicas y científicos y no limitándose a los listados habituales.</p> <p>A continuación se incluyen listados con referencias a diversas científicas de especial relevancia en sus respectivos campos de trabajo:</p> <p><a href="https://www.nomorematildas.com/">https://www.nomorematildas.com/</a><br/> <a href="https://www.educacionrespuntocero.com/recursos/mujeres-cientificas-aula/">https://www.educacionrespuntocero.com/recursos/mujeres-cientificas-aula/</a><br/> <a href="https://www.esquire.com/es/ciencia/a39365052/mujeres-cientificas-mas-importantes/">https://www.esquire.com/es/ciencia/a39365052/mujeres-cientificas-mas-importantes/</a></p> <p>Conocer científicos, científicas y centros de investigación en la Comunidad de Aragón para dar al alumnado la posibilidad de acercarse a lo que se está haciendo en nuestra comunidad. Ejemplos de dichos centros pueden ser la Estación Experimental del Aula Dei en Montañana (Zaragoza), donde se encuentra la sede del Instituto Pirenaico de Ecología, o el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (Huesca).</p> |
| B. Un universo de materia y energía   |   |
| En este bloque de saberes se introduce la materia desde la perspectiva macroscópica, para buscar explicación en el nivel microscópico. Esto introduce el tema de los materiales, que se clasifican en función de su composición. A partir de los materiales, se introducen los elementos químicos (Tabla Periódica) y las uniones entre elementos (compuestos y su formulación). La energía como parte de los sistemas materiales.  |   |
| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>   | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sistemas materiales macroscópicos: uso de modelos microscópicos para analizar sus propiedades y de sus estados de agregación, así como de los procesos físicos y químicos de cambio.</li> </ul>  | <p>Para trabajar los saberes básicos en este bloque se recomienda orientar la docencia hacia el desarrollo de destrezas y procedimientos (realización de experimentos, aplicación de conocimientos y participación del alumnado). En la medida de lo posible, el alumnado debe identificar los saberes como necesarios para desenvolverse en</p>  |





- Clasificación de los sistemas materiales en función de su composición: aplicación a la descripción de los sistemas naturales y a la resolución de problemas relacionados.
- La estructura interna de la materia y su relación con las regularidades que se producen en la tabla periódica. Reconocimiento de su importancia histórica y actual.
- Formación de compuestos químicos: la nomenclatura como base de una alfabetización científica básica que permita establecer una comunicación eficiente con toda la comunidad científica.
- Transformaciones químicas de los sistemas materiales y leyes que los rigen: importancia en los procesos industriales, medioambientales y sociales del mundo actual.
- Energía contenida en un sistema, sus propiedades y sus manifestaciones: teorema de conservación de la energía mecánica y procesos termodinámicos más relevantes. Resolución de problemas relacionados con el consumo energético y la necesidad de un desarrollo sostenible.

el sistema que le rodea, es decir, se debe tratar de que perciban los saberes como imprescindibles para la comprensión e interacción con el entorno. Para ello, es recomendable diseñar situaciones de aprendizaje conocidas por el alumnado (Caamaño, 2018) y plantear preguntas que puedan ser contestadas a través de la realización de experimentos o indagaciones dirigidas.

Por ejemplo, para pasar de lo macroscópico a lo micro se puede plantear al alumnado que vierta gota a gota agua sobre una moneda. Se creará una burbuja de agua que finalmente se romperá. Se les pide que busquen la relación entre esta situación y las propiedades, en este caso, del agua. Así, partiendo de una situación observable deberán buscar explicación en lo microscópico.

Se deben introducir los cambios físico y químicos de la materia a través de ejemplos que el estudiantado plantee, justificando el por qué se produce un tipo de cambio y no otro. E introducir a partir de aquí los estados de agregación. Es interesante vincular los cambios de estado con la energía y el movimiento de las partículas, volviendo otra vez a vincular lo que se percibe (estado sólido, líquido o gas) con el aspecto microscópico.

Para introducir la ordenación de los elementos en la tabla periódica, se podría partir de lecturas sobre científicas relevantes en el tema (Jenara Vicenta Arnal Yarza, Felisa Martín Bravo, Donaciana Cano Iriarte, Ángela García de la Puerta, Antonia Zorraquino Zorraquino). La relación entre la ordenación de los elementos en la tabla periódica y sus propiedades fisicoquímicas, podría trabajarse a través de un juego de cartas. El alumnado dispondría de cartas, cada una con las propiedades de un elemento químico, que tendría que ordenar en forma de tabla, justificando el criterio seguido. La idea sería que toda la clase aportara argumentos para esa ordenación y, como paso final, pudiera compararse la ordenación consensuada de la clase con la ordenación en la tabla periódica.

Para trabajar sobre los tipos de reacciones químicas que nos rodean, se puede pedir al alumnado que investiguen sobre las mismas y que diseñen ellos mismos experiencias de laboratorio que realizaremos posteriormente. Se pueden asignar a los diferentes grupos de laboratorio un tipo de reacción relacionada con un proceso medioambiental y otras industriales, para tener un amplio abanico de ejemplos. Se les pedirá que investiguen sobre su influencia en la tecnología, la sociedad o el medio ambiente y que valoren cómo se podría producir un impacto negativo mínimo. Por último, se puede elegir alguno de los ejemplos que traigan y pedirles que investiguen sobre la influencia de la concentración (variando la cantidad de uno de los reactivos), la temperatura (aportando calor), la presión, si hay posibilidad, (trabajar a diferente presión mediante una campana de vacío), y la influencia de catalizadores (investigación de cuál sería el más adecuado para esa reacción) en la velocidad de la reacción. También pueden investigar termodinámicamente el transcurso de la reacción, midiendo la temperatura antes y después de la reacción.

### C. El sistema Tierra

Origen y características del Universo, el Sistema Solar y la Tierra. Los movimientos de la Tierra y la Luna: características y efectos. Subsistemas terrestres: geosfera, atmósfera, hidrosfera, criosfera y biosfera. Estudio de los ecosistemas e impactos ambientales. Desarrollo Sostenible. Influencia de la conservación del medio ambiente en la salud humana y con el desarrollo económico de las sociedades. Características de los diversos tipos de enfermedades y sus tratamientos: antibióticos y vacunas.

#### *Conocimientos, destrezas y actitudes*

- El origen del universo, del Sistema Solar y de la Tierra: relación con sus características.
- Forma y movimientos de la Tierra y la Luna y sus efectos.
- El origen de la vida en la Tierra: hipótesis destacadas. La posibilidad de vida en otros planetas.
- Concepto de ecosistema: relación componentes bióticos y abióticos. Principales ecosistemas de Aragón.
- La geosfera: estructura, dinámica, procesos geológicos internos y externos. La teoría de la tectónica de placas.
- Las capas fluidas de la Tierra: funciones, dinámica, interacción con la superficie terrestre y los seres vivos en la edafogénesis.

#### *Orientaciones para la enseñanza*

Explicar las principales teorías sobre el origen del Universo y el Sistema Solar en el cual se incluirá la formación de la Tierra ya que no es algo aparte.  
Comprender el porqué de la aceptación o refutación de las principales teorías sobre el origen de la vida a lo largo de la historia. Hacer especial mención a la teoría de la endosimbiosis postulada por Lynn Margulis.  
En general, es aconsejable centrar el estudio de todos los elementos posibles de este bloque en ejemplos conocidos de Aragón tales como: especies autóctonas, adaptaciones de los seres vivos al medio, elementos geomorfológicos, procesos geológicos acaecidos en el



|   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>– Los seres vivos como componentes bióticos del ecosistema: clasificación, características y adaptaciones al medio. Especies protegidas e invasoras presentes en Aragón.</li><li>– Dinámica de los ecosistemas: flujos de energía, ciclos de la materia y relaciones tróficas. Resolución de problemas relacionados.</li><li>– Principales problemas medioambientales (calentamiento global, agujero de la capa de ozono, destrucción de los espacios naturales, pérdida de la biodiversidad...) y riesgos geológicos: causas y consecuencias.</li><li>– El modelo de desarrollo sostenible: importancia. Recursos renovables y no renovables: importancia de su uso y explotación responsables. Las energías renovables. La gestión de residuos. La economía circular. Los Objetivos del Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030 en Aragón.</li><li>– La relación entre la conservación medioambiental, la salud humana y el desarrollo económico de la sociedad.</li><li>– Las enfermedades infecciosas y no infecciosas: causas, prevención y tratamiento. Las zoonosis y las pandemias. El mecanismo y la importancia de las vacunas y del uso adecuado de los antibióticos.</li></ul> | <p>territorio, tipos de suelo, problemas ambientales y herramientas de conservación. Por ello resulta imprescindible la realización de salidas de campo como pueden ser aquellas a realizar en espacios naturales protegidos, geoparques o al entorno cercano.</p> <p>En el caso de los ecosistemas es recomendable ejemplificar tanto el concepto de ecosistema en sí como el de los diferentes componentes con ejemplos conocidos por el alumnado y preferiblemente de Aragón.</p> |
|---|--|

### D. Biología para el siglo XXI

Principales características e importancia biológica de las biomoléculas orgánicas. La expresión génica: dogma central de la biología molecular. La ingeniería genética y la biotecnología: técnicas, aplicaciones actuales y posibilidades para el futuro. La herencia de los caracteres: resolución de problemas.

| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>   | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>– Las principales biomoléculas (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos): estructura básica y relación con sus funciones e importancia biológica.</li><li>– Expresión de la información genética: procesos implicados. Características del código genético y relación con su función biológica.</li><li>– Técnicas de ingeniería genética: PCR, enzimas de restricción, clonación molecular y CRISPR-CAS9. Posibilidades de la manipulación dirigida del ADN.</li><li>– Aplicaciones y repercusiones de la biotecnología: agricultura, ganadería, medicina o recuperación medioambiental. Importancia biotecnológica de los microorganismos.</li><li>– La transmisión genética de caracteres: resolución de problemas y análisis de la probabilidad de herencia de alelos o de la manifestación de fenotipos.</li></ul> | <p>La utilización de modelos 3D para la creación de moléculas es aconsejable dado que permite al alumnado hacerse mejor a la idea de cómo es su estructura real.</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio enfocadas, por ejemplo, a detectar o aislar moléculas, determinar el grupo sanguíneo, obtener productos propios de la biotecnología tradicional (producción de jabón, yogur). Podemos encontrar diversas páginas con herramientas o actividades interactivas sobre genética tales como Learn Genetics <a href="https://learn.genetics.utah.edu/">https://learn.genetics.utah.edu/</a>.</p> <p>La visita a centros relacionados con biotecnología, charlas y otras actividades complementarias acercan al alumnado a la realidad de este amplio campo de conocimiento. Entre otras entidades, la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación de la Universidad de Zaragoza ofrece diversas actividades al respecto.</p> <p>La búsqueda de información sobre los campos estudiados tales como artículos divulgativos y científicos es importante para mantener actualizado al alumnado. Las diferentes administraciones también tienen información al respecto. Un ejemplo sería la página del Gobierno de Aragón en relación a los OMG (Organismos modificados genéticamente) <a href="https://www.aragon.es/-/organismos-modificados-geneticamente">https://www.aragon.es/-/organismos-modificados-geneticamente</a>.</p> <p>Las repercusiones de la biotecnología deberían tratarse siempre con criterios de base científica, evitando visiones ideologizadas a favor o en contra de la misma.</p> |

### E. Las fuerzas que nos mueven

Se introducen las fuerzas a partir de las fuerzas presentes en la naturaleza, buscando después fenómenos explicables a nivel microscópico (naturaleza eléctrica de la materia). Se relacionan las fuerzas con las leyes de la estática, para después introducir la mecánica.

| <i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>  | <i>Orientaciones para la enseñanza</i>  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>– Fuerzas fundamentales de la naturaleza: los procesos físicos más relevantes del entorno natural, como los fenómenos electromagnéticos, el movimiento de los planetas o los procesos nucleares.</li><li>– Leyes de la estática: estructuras en relación con la física, la biología, la geología o la ingeniería.</li><li>– Leyes de la mecánica relacionadas con el movimiento: comportamiento de un objeto móvil y sus aplicaciones, por ejemplo, en la seguridad vial o en el desarrollo tecnológico.</li></ul> | <p>Las fuerzas se pueden introducir a partir de las Leyes de Newton, evidenciando donde aparecen en el entorno natural. Se podría entonces pasar al nivel microscópico de la materia, retomando el bloque B de saberes, y hablando de la composición de la materia y de ahí el carácter eléctrico de los átomos.</p> <p>Para trabajar las leyes de la estática, se puede partir de situaciones cotidianas en las que se identifiquen las fuerzas presentes y a partir de aquí, relacionar las fuerzas con el trabajo y el movimiento para introducir la mecánica.</p> |



## 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, 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 los alumnos y las alumnas reafirmen dichas ideas o las puedan sustituir por las ideas científicas. Esto requiere que el docente diseñe 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 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 y 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 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 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 un problema que investigar, pero los métodos para resolverlos los eligen los estudiantes (Cascarosa, Mazas, Martínez-Peña y Gil, Quílez, 2019). 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 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 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 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 alumno y 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 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 correulación 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 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 las alumnas son capaces de transferir aprendizajes.
- Las tareas planteadas deberían ser acordes con los aprendizajes realizados. Los alumnos y las 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 de 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, 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 compañeras, los científicos y las científicas (y el alumnado) 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 1: *Fake news!!* Destapando bulos científicos**

###### **Introducción y contextualización:**

Actualmente la información está más accesible que nunca lo ha estado, pero no toda la que nos ella tiene una base científica. Todos conocemos la existencia de bulos, más conocidos por el anglicismo *fake news*. Con esta situación de aprendizaje se pretende que el alumnado sea capaz de destapar las informaciones que pretenden tener una base científica sin tenerla. Dicha actividad puede ser aplicada a un bloque concreto de la materia o realizarse de forma más general, todo dependerá de los posibles bulos elegidos por el profesorado. Además, se introducirá la estructura de un informe o artículo científico del tipo revisión bibliográfica para acercar al alumnado a este tipo de documento. Se pretende también trabajar la correcta citación de textos científicos como bibliografía.

###### **Objetivos didácticos:**

- Aplicar técnicas propias de las prácticas científicas tales como la búsqueda de información con base científica confiable.
- Trabajar en equipos cooperativos adquiriendo un rol determinado de forma eficaz.
- Conocer la estructura de un artículo científico de revisión bibliográfica y plasmar los resultados obtenidos durante la actividad.
- Escribir textos científicos con el tipo de lenguaje y el vocabulario específico propio de dichos textos.
- Citar textos científicos, divulgativos y páginas web de forma correcta siguiendo los estándares de una publicación científica concreta.

###### **Elementos curriculares involucrados:**

Una de las principales competencias trabajadas es la CE.CCG.6 ya que los alumnos y las alumnas deberán ser capaces de buscar y seleccionar información contrastada. Para ello además será necesario que utilicen diversos recursos variados y para determinar la idoneidad de las informaciones recogidas será necesario que desarrollen una actitud crítica. Además, se trabaja la competencia específica CE.CCG.1 ya que el alumnado debe ser capaz de transmitir los resultados obtenidos en la actividad en un formato científico.

La competencia CE.CCG.5 se trabaja gracias a la habilidad que adquieren los alumnos y las alumnas para analizar de forma crítica las informaciones recibidas de distintos medios de tal forma que formarán parte de una ciudadanía con un acervo científico rico que repercutirá en la mejora de su calidad de vida.

Principalmente se trabajan saberes básicos del bloque A, Construyendo ciencia, de esta materia:

- Fuentes veraces y medios de colaboración: búsqueda de información científica en diferentes formatos y con herramientas adecuadas.
- Información científica: interpretación y producción con un lenguaje adecuado. Desarrollo del criterio propio basado en la evidencia y el razonamiento.
- Contribución de los científicos y las científicas a los principales hitos de la ciencia para el avance y la mejora de la sociedad. La ciencia en Aragón.

Por otro lado, en función de los temas concretos tratados se trabajarán unos u otros deberes básicos que pueden ser de cualquiera de los bloques B, C, D o E.

###### **Conexiones con otras materias:**





La actividad se conecta con todas aquellas materias que implican la búsqueda de información científica, la producción de textos y el uso adecuado del lenguaje científico como pueden ser Biología, Geología, Física y Química o Lengua Castellana y Literatura.

### **Descripción de la actividad:**

La actividad se desarrolla siguiendo la secuencia didáctica detallada a continuación. Es posible eliminar algunas de las fases para adecuar la actividad al alumnado y a la actualidad.

Los alumnos y las alumnas se organizan en equipos con los roles propios del aprendizaje cooperativo. Aunque se pueden adquirir otros roles en función del número de componentes de cada equipo se recomienda que estén presentes los siguientes: coordinador o coordinadora, secretario o secretaria, encargado o encargada de material y moderador o moderadora.

Cada equipo realizará una lectura de un artículo introductorio sobre los bulos científicos como por ejemplo "*Fake science: Cuando los bulos también vienen de la ciencia*" ([https://elpais.com/retina/2019/06/05/tendencias/1559736223\\_082330.html](https://elpais.com/retina/2019/06/05/tendencias/1559736223_082330.html)) o "La esfera de Platón: "individuos sombra" y "ciudadanos" ante la pandemia Perspectivas de bulos sobre el coronavirus COVID-19" (Laguillo.D., 2020). En este último artículo pueden encontrarse las referencias a otros de utilidad. Tras un debate interno en el grupo, se pondrán en común entre toda la clase las conclusiones obtenidas en el mismo. Dicho debate puede ser guiado por preguntas previamente planteadas por el docente.

En un momento posterior, el docente presentará a la clase una serie de estudios supuestamente científicos, frases u otros materiales como videos de los que entre todos tienen que concluir cuales son y cuáles no bulos. Ejemplos de bulos y pseudociencias a presentar pueden ser: las vacunas de ARN modifican el ADN, la Tierra es plana, telequinesia, la levitación.

En la siguiente fase a cada equipo se le asigna o elegirá un supuesto bulo del cual deben buscar información. Para dicha búsqueda de información se les deben dar unas guías de cómo buscar información que sea confiable y científicamente relevante. Entre otras herramientas, se aconseja el uso del buscador Google Académico. Con la información obtenida deberán realizar un trabajo escrito con el formato propio de un artículo científico de revisión bibliográfica para lo cual se les debe proporcionar información de su estructura, características del lenguaje científico y estándar para la citación bibliográfica.

### **Metodología y estrategias didácticas:**

El aprendizaje cooperativo permite alcanzar un aprendizaje significativo dada la implicación del alumnado en la actividad, favorece la inclusión ya que todos los miembros del equipo se hacen necesarios fomentando a su vez la autoestima, mejora el clima de convivencia en el aula y motiva al alumnado al salirse de lo establecido y aumentar su interés por el tema tratado al implicarse más directamente.

Existen diversas estructuras de aprendizaje cooperativo que pueden ser empleadas en las diferentes fases de la actividad. Dichas estructuras deben ser elegidas en función de las necesidades del alumnado. Un ejemplo de estructura para la lectura del artículo inicial sería la lectura compartida o bien parejas cooperativas de lectura. Para la puesta en común de bulos por parte del alumnado se puede utilizar una estructura como el folio giratorio.

### **Atención a las diferencias individuales:**

Los roles asignados a cada alumno o a cada alumna en función de sus características y atendiendo a la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner favorecen la implicación del alumnado atendiendo a sus diferencias individuales. Del mismo modo, la actividad atiende a las diferencias al dejarles libertad de elección en cuanto al tema a tratar en el trabajo final y a la expresión de sus opiniones y razonamientos.

### **Recomendaciones para la evaluación formativa:**

La evaluación tendrá varias componentes. Por un lado, se valorará el trabajo cooperativo. Para ello se proporcionarán rúbricas en las que el alumnado realice una autoevaluación, por una parte, del trabajo general del equipo y por otra el de cada componente del mismo. Además, se evaluarán cada una de las actividades realizadas de forma



independiente. Es importante proporcionar al alumnado unas directrices claras o rúbricas de lo que se va a valorar en cada una de ellas.

Por último, se recomienda que el alumnado evalúe la actividad en sí para tratar de detectar los puntos fuertes y debilidades de la misma con el fin de mejorar de cara a realizarla posteriormente con otros grupos.

## 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.
- 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.
- Cascarosa, E., García, M. y Pozuelo, J. (2019). El debate en ciencias: Gana el equipo que mejor argumente. *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación Docencia Creativa*, 8(3), 15-20. <https://doi.org/10.30827/Digibug.54424>.
- 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.
- 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.
- 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.



- Kolsto, S.D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85(1), 291–310.
- Laguillo, D. (2020). La esfera de Platón: “individuos sombra” y “ciudadanos” ante la pandemia Perspectivas de bulos sobre el coronavirus COVID-19. *Revista Española de Comunicación en Salud. Suplemento 1*, 266-271.
- 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 framework 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.
- 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.
- Tunnicliffe, S.D. y Ueckert, C. (2011). Early biology: the critical years for learning. *Journal of Biological Education*, 45(4), 173-175. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.548873>