



## BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

Las materias de Biología y Geología de la ESO buscan inculcar la importancia del desarrollo sostenible y de la conciencia ecosocial, despertar la curiosidad, la actitud crítica, el pensamiento y las destrezas científicas, la valoración del papel de la ciencia, la igualdad de oportunidades entre géneros y fomentar, especialmente entre las alumnas, las vocaciones científicas. La Biología y Geología de 1.º a 3.º de la ESO es una materia que debe cursar todo el alumnado y sienta algunas de las bases mínimas para la alfabetización científica y la plena participación en la sociedad. En 4.º de ESO la Biología y Geología es de carácter opcional y su currículo se corresponde con una ampliación de la materia de 1.º a 3.º. Ambas materias contribuyen a satisfacer varios de los objetivos de la ESO y al desarrollo de las ocho competencias clave. En ellas se trabajan un total de seis competencias específicas que son la concreción de los descriptores definidos en el Perfil del alumnado al término de la enseñanza básica. Estas competencias específicas se pueden resumir en: interpretación y transmisión de información científica; localización y evaluación de información científica; aplicación de las prácticas científicas en proyectos de investigación; resolución de problemas; análisis y adopción de hábitos saludables y sostenibles; y análisis geológico del relieve.

Entre otras aportaciones, las materias de Biología y Geología de la ESO transmiten la necesidad de conocer el propio cuerpo para adoptar hábitos saludables que ayuden a mantener y mejorar la salud. Asimismo, inculcan la urgencia de un compromiso ciudadano para el bien común a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, adoptando actitudes como el consumo responsable, el cuidado medioambiental y el respeto hacia otros seres vivos.

La enseñanza-aprendizaje de estas materias también permite consolidar los hábitos de estudio, fomentar la tolerancia, solidaridad y cooperación y promover el perfeccionamiento lingüístico, al ser la colaboración y comunicación parte esencial de las metodologías de trabajo científico. Desde estas materias se promoverá que dicha comunicación y colaboración se realice utilizando diferentes formatos y vías, destacando entre estos los espacios virtuales de trabajo remoto. Asimismo, el estudio y análisis científico y afectivo de la sexualidad es uno de los aspectos tratados en la materia de 1.º a 3.º, fomentándose a través de ella el trato igualitario y el rechazo hacia actitudes de discriminación basadas en el género.

Del mismo modo, la naturaleza científica de estas materias contribuye a despertar en el alumnado el espíritu creativo y emprendedor que es la esencia misma de todas las ciencias. Promoverá, por tanto, la investigación mediante la observación de campo, la experimentación y la búsqueda en diferentes fuentes para resolver cuestiones o contrastar hipótesis de forma tanto individual como colaborativa. Las principales fuentes fiables de información son accesibles a través de Internet donde conviven con informaciones sesgadas, incompletas o falsas, fomentándose también desde estas materias el uso responsable y crítico de las tecnologías de la información y la comunicación.

Con respecto a los saberes básicos de la materia de Biología y Geología de 1.º a 3.º de la ESO, varios de sus bloques son una continuación del área de «Conocimiento del Medio natural, social y cultural» de la Educación Primaria. Además, en esta materia se incluyen los bloques «La célula», «Geología» y «Salud y enfermedad» que incorporan saberes novedosos con respecto a la etapa anterior. A su vez, en Biología y Geología de 4.º de ESO se incorporan «Genética y evolución» y «La Tierra en el universo» y se amplían los bloques «Proyecto científico» y «Geología» de la materia de 1.º a 3.º de esta etapa.

A continuación, se describen los bloques de saberes que se trabajarán a lo largo de la ESO.

El bloque «Proyecto científico» introduce al alumnado al pensamiento y prácticas científicas: el planteamiento de preguntas e hipótesis, la observación, el diseño y la realización de experimentos, el análisis y la comunicación de resultados.

El estudio de las características y grupos taxonómicos más importantes de los cinco reinos de seres vivos, así como la identificación de ejemplares del entorno, corresponde al bloque «Seres vivos».

El concepto de ecosistema, la relación entre sus elementos integrantes, los seres humanos como seres ecodependientes, la importancia de su conservación y de la implantación de un modelo de desarrollo sostenible y el análisis de problemas medioambientales como el calentamiento global serán trabajados en el bloque «Ecología y sostenibilidad».



Dentro del bloque «Cuerpo humano» se estudia el funcionamiento y anatomía de los aparatos digestivo, respiratorio, circulatorio, excretor y reproductor.

Los comportamientos beneficiosos para la salud con respecto a la nutrición y la sexualidad y los efectos perjudiciales de las drogas son trabajados en el bloque «Hábitos saludables».

Dentro del bloque «Genética y Evolución» de 4.º de ESO, se estudian las leyes y los mecanismos de herencia genética, la expresión génica, la estructura del ADN, las teorías evolutivas más relevantes y la resolución de problemas donde se apliquen estos conocimientos.

El estudio de la célula, sus partes y la función biológica de la mitosis y la meiosis se trabajan en el bloque «La célula». Además, este bloque incluye las técnicas de manejo del microscopio y el reconocimiento de células en preparaciones reales.

En el bloque «Geología» se introducirá al alumnado a la identificación de rocas y minerales del entorno y a la tectónica de placas por tratarse de la teoría más ampliamente aceptada por la comunidad científica para explicar prácticamente todos los procesos geológicos internos. Al final de la etapa se trabajará la relación de los procesos geológicos internos y externos con los riesgos naturales y los principios de estudio de la historia terrestre (actualismo, horizontalidad, superposición de eventos, etc.) que se aplicarán en la resolución de casos prácticos.

El bloque «La Tierra en el universo» de 4.º de ESO se centra en el estudio de las teorías más relevantes sobre el origen del universo, las hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra y las principales investigaciones en el campo de la astrobiología.

Por último, en el bloque «Inmunología» se trabajarán los mecanismos de defensa del organismo contra los patógenos; el funcionamiento de las vacunas y antibióticos y la reflexión sobre su importancia en la prevención y tratamiento de enfermedades. Se estudiarán también los trasplantes y la importancia de la donación de órganos.

Los saberes mencionados anteriormente, deben trabajarse de manera competencial para que su adquisición vaya siempre ligada al desarrollo de las competencias específicas de la materia que, a su vez, contribuye al perfeccionamiento de las competencias clave. En otras palabras, los saberes básicos son el medio para trabajar las competencias específicas, pero también los conocimientos mínimos de ciencias biológicas y geológicas que el alumnado debe adquirir.

Los criterios de evaluación son indicadores que permiten medir el grado de desarrollo de las competencias y el profesorado puede conectarlos de forma flexible con los saberes de la materia durante el proceso de enseñanza-aprendizaje obteniendo una visión objetiva del desempeño del alumnado.

Las competencias y saberes deben trabajarse en forma de situaciones de aprendizaje o actividades con un objetivo claro, conectadas con la realidad y que inviten al alumnado a la reflexión y colaboración. Con tal fin se recomienda el trabajo interdisciplinar, que favorecerá una asimilación más profunda de esta materia, al extender sus raíces hacia otras ramas del conocimiento con las que se vincula.

En conclusión, la Biología y Geología de 1.º a 3.º y de 4.º de ESO trabajan saberes de las ciencias geológicas y de la vida como vía para el desarrollo de las competencias básicas y pretenden como fin último una plena integración ciudadana del alumnado a nivel profesional, social y emocional.

## I. Competencias específicas

### Competencia específica de la materia Biología y Geología 1:

**CE.BG.1.** Interpretar y transmitir información y datos científicos argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.



## Descripción

El desarrollo científico es un proceso que rara vez es fruto del trabajo de sujetos aislados y que requiere, por tanto, del intercambio de información y de la cooperación entre individuos, organizaciones e incluso países. Compartir información es una forma de acelerar el progreso humano al extender y diversificar los pilares sobre los que se sustenta.

Además, todo proceso de investigación científica debe comenzar con la recopilación y análisis crítico de las publicaciones en el área de estudio construyéndose los nuevos conocimientos sobre los cimientos de los ya existentes.

Asimismo, el avance vertiginoso de la ciencia y la tecnología es el motor de importantes cambios sociales que se dan cada vez con más frecuencia y con impactos más palpables. Por ello, la participación activa del alumnado en la sociedad exige cada vez más la comprensión de los últimos descubrimientos y avances científicos y tecnológicos para interpretar y evaluar críticamente, a la luz de estos, la información que inunda los medios de comunicación con el fin de extraer conclusiones propias, tomar decisiones coherentes y establecer interacciones comunicativas constructivas, utilizando la argumentación fundamentada y respetuosa con flexibilidad para cambiar las propias concepciones a la vista de los datos y posturas aportados por otras personas.

### Vinculación con otras competencias

Esta competencia se encuentra estrechamente relacionada con la planificación y desarrollo de proyectos de investigación, que constituye la competencia específica CE.BG3, y necesita de la capacidad de identificar, localizar y seleccionar información contrastada, organizándola y evaluándola críticamente, lo que constituye la CE.BG.2.

Además, se establecen vínculos con otras materias como Matemáticas y Tecnología y Digitalización, en el tratamiento y procesamiento de datos experimentales y su posterior análisis mediante el uso de las herramientas digitales en la comunicación y difusión de conclusiones, donde también será decisiva la aportación de la Lengua Castellana, en la producción de textos orales y escritos coherentes, cohesionados y con el registro adecuado.

### Vinculación con el Perfil de salida

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL1, CCL2, CCL5, CP1 y STEM4, CD2, CD3, CCEC4.

### Competencia específica de la materia Biología y Geología 2:

**CE.BG.2.** Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas.

## Descripción

La investigación científica, la participación activa en la sociedad y el desarrollo profesional y personal de un individuo con frecuencia conllevan la adquisición de nuevos saberes y competencias que suelen comenzar con la búsqueda, selección y recopilación de información relevante de diferentes fuentes para establecer las bases cognitivas de dicho aprendizaje.

Además, en la sociedad actual existe un continuo bombardeo de información que no siempre refleja la realidad. Los datos con base científica se encuentran en ocasiones entremezclados con bulos, hechos infundados y creencias pseudocientíficas. Es, por tanto, imprescindible desarrollar el sentido crítico y las destrezas necesarias para evaluar y clasificar la información y conocer y distinguir las fuentes fidedignas de aquellas de dudosa fiabilidad.

Por ello, esta competencia específica prepara al alumnado para su autonomía profesional y personal futuras y para que contribuya positivamente en una sociedad democrática.

### Vinculación con otras competencias

Resolver problemas relacionados con el medio ambiente o la salud hace necesario el desarrollo de proyectos de investigación que deben planificarse y diseñarse a partir de una selección de información correctamente contrastada para su interpretación y difusión, por lo que esta competencia conecta con otras competencias de esta materia, como son la CE.BG.1, CE.BG.3, CE.BG.5 y CE.BG.6.



Es necesario un uso óptimo y responsable de los recursos digitales y por ello se relaciona con competencias específicas de Economía y Emprendimiento y Digitalización. Incentivar una actitud crítica frente a la desinformación fomenta el espíritu de iniciativa y desarrolla las destrezas necesarias para la toma responsable de decisiones, que liga esta competencia con la materia de Formación y Orientación Personal y Profesional. Por otro lado, los procesos de ciencias biológicas y geológicas requieren a menudo de la recopilación de hechos históricos, lo que relaciona esta competencia específica con las CE.GH.1, CE.GH.2, CE.GH.3 y CE.GH.5 de Geografía e Historia.

Identificar, localizar y seleccionar información exige comprender e interpretar textos orales o escritos multimodales reconociendo el sentido global, las ideas principales y las secundarias, identificando la intención y el punto de vista del emisor y contrastando las fuentes de información evaluando fiabilidad, pertinencia y evitando la manipulación y la desinformación, lo que enlaza directamente con las competencias específicas CE.LCTL.2, CE.LCTL.4 y CE.LCTL.6 de Lengua Castellana y Literatura.

### **Vinculación con el Perfil de salida**

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CD5 y CPSAA4.

### **Competencia específica de la materia Biología y Geología 3:**

**CE.BG.3.** Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías propias de la ciencia y cooperando cuando sea necesario para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.

### **Descripción**

Las prácticas científicas son el sistema de trabajo utilizado para dar una respuesta precisa y efectiva a cuestiones y problemas relacionados con la naturaleza y la sociedad. Estas constituyen el motor de nuestro avance social y económico, lo que las convierte en un aprendizaje imprescindible para la ciudadanía del mañana. Los procesos que componen el trabajo científico cobran sentido cuando son integrados dentro de un proyecto relacionado con la realidad del alumnado o su entorno.

El desarrollo de un proyecto requiere de iniciativa, actitud crítica, visión de conjunto, capacidad de planificación, movilización de recursos materiales y personales y argumentación, entre otros, y permite al alumnado cultivar el autoconocimiento y la confianza ante la resolución de problemas, adaptándose a los recursos disponibles y sus propias limitaciones, incertidumbre y retos.

Asimismo, la creación y participación en proyectos de tipo científico proporciona al alumnado oportunidades de trabajar destrezas que pueden ser de gran utilidad no solo dentro del ámbito científico, sino también en su desarrollo personal, profesional y en su participación social. Esta competencia específica es el crisol en el que se entremezclan todos los elementos de la competencia STEM y muchos de otras competencias clave. Por estos motivos, es imprescindible ofrecer al alumnado la oportunidad creativa y de crecimiento que aporta esta modalidad de trabajo, impulsando la igualdad de oportunidades entre los hombres y las mujeres y fomentando las vocaciones científicas desde una perspectiva de género.

### **Vinculación con otras competencias**

Todo proyecto de investigación debe comenzar por una búsqueda de información que implica identificar la pertinencia, interpretarla y contrastarla, por lo que la competencia CE.BG.3 está conectada con las competencias CE.BG.1 y CE.BG.2. A su vez, el uso de las metodologías propias de la ciencia son necesarias en el análisis del paisaje desde perspectivas biológicas y geológicas, y en el análisis de los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, que corresponden a las CE.BG.5 y CE.BG.6.

Determinadas técnicas en el desarrollo de proyectos de investigación requieren de la capacidad por parte del alumnado de identificar y resolver problemas técnicos sencillos que puedan surgir a la hora de conectar y configurar dispositivos digitales. Esto ligaría esta competencia específica (CE.BG.3) con la competencia específica 1 de la materia Digitalización y la de Tecnología (CE.TD.1). La realización de proyectos de investigación, requiere a su vez, de la



identificación de los recursos disponibles para su realización, lo que ligaría con la competencia específica 4 de la materia de Economía y Emprendimiento (CE.EE.4). Al mismo tiempo, en Física y Química se trabajan fenómenos fisicoquímicos del entorno que intervienen en los procesos biológicos y geológicos, uniendo inexorablemente los proyectos de Biología y Geología a la comprensión de los mismos, lo que corresponde a la CE.FQ.1 de Física y Química, que utiliza también la metodología científica que se recoge en la CE.FQ.2. Ambas materias refuerzan en paralelo los razonamientos propios del pensamiento científico y mejoran las destrezas en el uso de las metodologías científicas y la importancia de la cooperación en la investigación, SE.FQ.6. Existe, además, un estrecho vínculo con las Matemáticas y aquellas de sus competencias específicas relacionadas con la identificación de situaciones reales abordables en términos matemáticos, como las CE.M.3 y CE.M.7.

#### **Vinculación con el Perfil de salida**

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL1, CCL2, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3 y CE3.

#### **Competencia específica de la materia Biología y Geología 4:**

**CE.BG.4.** Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología.

Las ciencias biológicas y geológicas son disciplinas empíricas, pero con frecuencia recurren al razonamiento lógico y la metodología matemática para crear modelos, resolver cuestiones y problemas y validar los resultados o soluciones obtenidas. Tanto el planteamiento de hipótesis, como la interpretación de datos y resultados, o el diseño experimental requieren aplicar el pensamiento lógico-formal.

Asimismo, es frecuente que en determinadas ciencias empíricas; como la biología molecular, la evolución o la tectónica, se obtengan evidencias indirectas de la realidad, que deben interpretarse según la lógica para establecer modelos de un proceso biológico o geológico. Además, determinados saberes básicos de la materia de Biología y Geología, como los recogidos en los bloques “Genética y evolución” y “Geología”, deben trabajarse utilizando la resolución de problemas como método didáctico de preferencia.

Cabe destacar que potenciar esta competencia específica supone desarrollar en el alumnado destrezas aplicables a diferentes situaciones de la vida. Por ejemplo, el pensamiento crítico se basa en gran parte en la capacidad de razonar utilizando datos o información conocidos. Esta, a su vez, constituye un mecanismo de protección contra las pseudociencias, o los saberes populares infundados.

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

Esta competencia específica se relaciona con las otras competencias específicas CE.BG.5 y CE.BG.6 de esta materia, pues para analizar el riesgo geológico o los efectos de las acciones humanas sobre el cambio climático o sobre la salud es necesario un pensamiento computacional que permita la resolución de problemas.

En cuanto a la relación con otras materias, existe una clara conexión con las Matemáticas que proporcionan herramientas de análisis y pensamiento computacional especialmente con LA CE.M.5. Y conecta con la Tecnología y Digitalización en el uso de dispositivos y herramientas digitales que ayuden al uso del razonamiento para la resolución de problemas.

#### **Vinculación con el Perfil de salida**

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: STEM1, STEM2, CD5, CPSAA5 y CE1, CE3, CCEC4.

#### **Competencia específica de la materia Biología y Geología 5:**

**CE.BG.5.** Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas y de la Tierra, para promover y adoptar hábitos que eviten o minimicen los impactos medioambientales negativos, sean compatibles con un desarrollo sostenible y permitan mantener y mejorar



la salud individual y colectiva. Proponer y adoptar hábitos sostenibles analizando de una manera crítica las actividades propias y ajenas (modelos de consumo y de producción, huella y deuda ecológica, economía social y solidaria, justicia ambiental y regeneración de los ecosistemas).

### **Descripción**

El bienestar, la salud y el desarrollo económico de la especie humana se sustentan en recursos naturales como el suelo fértil o el agua dulce, y en diferentes grupos de seres vivos, como los insectos polinizadores, las bacterias nitrificantes y el plancton marino, sin los cuales algunos procesos esenciales, como la obtención de alimentos, se verían seriamente comprometidos. Por desgracia, los recursos naturales no siempre son renovables o son utilizados de manera que su tasa de consumo supera con creces su tasa de renovación. Además, la destrucción de hábitats, alteración del clima global y utilización de sustancias xenobióticas están reduciendo la biodiversidad de forma que, en los últimos 50 años, han desaparecido dos tercios de la fauna salvaje del planeta. Todas estas alteraciones podrían poner en peligro la estabilidad de la sociedad humana tal y como la conocemos. Afortunadamente, determinadas acciones pueden contribuir a mejorar el estado del medio ambiente y también de nuestra salud a corto y largo plazo.

Por otro lado, ciertas conductas propias de los países desarrollados como el consumismo, el sedentarismo, la dieta con alto contenido en grasas y azúcares, las adicciones tecnológicas o los comportamientos impulsivos tienen graves consecuencias sobre la salud de la población. Por ello, es también esencial que el alumnado conozca el funcionamiento de su propio cuerpo, destierre ideas preconcebidas y estereotipos sexistas, y comprenda y argumente, a la luz de las pruebas científicas, que el desarrollo sostenible es un objetivo urgente y sinónimo de bienestar, salud y progreso económico de la sociedad. Esto le permitirá cuestionar los hábitos propios y ajenos, y mejorar la calidad de vida de nuestro planeta según el concepto onehealth (una sola salud): salud de los seres humanos, de otros seres vivos y del entorno natural.

### **Vinculación con otras competencias**

Para promover hábitos hacia un desarrollo sostenible y la mejora de la salud en la sociedad, es necesario luchar contra la desinformación contrastando la veracidad de la información, lo que conecta directamente con las competencias específicas CE.BG.2 y CE.BG.3, pues el desarrollo de proyectos de investigación servirá para un aprendizaje más significativo. Enlazando, a su vez, con el análisis sistémico del paisaje desde una perspectiva geológica y biológica, o sea, con la CE.BG.6 de esta materia.

Los saberes básicos del cuerpo humano y la salud conectan con la CE.D.2 de Digitalización al ayudar al análisis de hábitos que fomenten el bienestar digital como una correcta postura de trabajo y una iluminación adecuada, y con las CE.EF.4 y CE.EF.5 de Educación Física, pues analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud fomenta un estilo de vida activo, saludable, sostenible y ecosocialmente responsable.

Se encuentra ligada estrechamente con la materia de Educación en Valores Cívicos y Éticos por la necesidad de actuar e interactuar de acuerdo con normas y valores que regulen la vida comunitaria para una convivencia comprometida con el bien común, entendiendo a la naturaleza como un sistema ecodependiente de las actividades humanas y fomentando una adecuada estima y empatía por uno mismo y con el entorno. Por otro lado, el análisis de los efectos de determinadas acciones sobre la salud y el medio ambiente va íntimamente ligado a la aplicación de determinadas reacciones y fenómenos fisicoquímicos, por lo que también conecta con las CE.FQ.2 y CE.FQ.3 de Física y Química y al uso de herramientas matemáticas, que conectan con la CE.M.7 de Matemáticas. Al tiempo que exige tratar con datos históricos para establecer relaciones intergeneracionales en una sociedad global y sostenible, por lo que esta competencia específica está asociada a la materia de Geografía e Historia con sus CE.GH.1, CE.GH.3, CE.GH.8 y CE.GH.9 y de igual modo con la CE.L.5 de la materia de Latín, pues la cultura romana es testimonio de estilos de construcción y conservación.

Por último, Tecnología y Digitalización ofrecen la posibilidad de un análisis colaborativo que necesita del uso de herramientas digitales de comunicación y análisis.

### **Vinculación con el Perfil de salida**

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4 y CE1.



## Competencia específica de la materia Biología y Geología 6:

**CE.BG.6.** Analizar los elementos de un paisaje concreto valorándolo como patrimonio natural y utilizando conocimientos sobre geología y ciencias de la Tierra para explicar su historia geológica, proponer acciones encaminadas a su protección e identificar posibles riesgos naturales.

### Descripción

La Red de Espacios Naturales Protegidos trata de preservar la diversidad de patrimonio natural que se reparte por toda la biosfera, informando sobre la fragilidad de dichos espacios y sobre los daños que determinadas acciones humanas pueden ocasionar sobre ellos. Por otro lado, algunos fenómenos naturales ocurren con mucha mayor frecuencia en zonas concretas del planeta, están asociados a ciertas formas de relieve o se dan con cierta periodicidad y son, por tanto, predecibles con mayor o menor margen de error. Estos fenómenos deben ser tenidos en cuenta en la construcción de infraestructuras y el establecimiento de asentamientos humanos. Sin embargo, se conocen numerosos ejemplos de planificación urbana deficiente en los que no se ha considerado la historia geológica de la zona, la litología del terreno, la climatología o el relieve, y que han dado lugar a grandes catástrofes con cuantiosas pérdidas tanto económicas como humanas.

Esta competencia específica implica que el alumnado desarrolle los conocimientos y el espíritu crítico necesarios para reconocer el riesgo geológico asociado a una determinada área y adoptar una actitud de rechazo ante ciertas prácticas urbanísticas o forestales que ponen en peligro vidas humanas, infraestructuras o el patrimonio natural. El alumnado se enfrentará a situaciones problemáticas o cuestiones planteadas en el contexto de enseñanza-aprendizaje en las que tendrá que analizar los posibles riesgos naturales y las formas de actuación ante ellos. La intención de esta competencia específica es que estos ideales, adquiridos a través del sistema educativo, permeen en la sociedad, dando lugar a una ciudadanía crítica y comprometida con el medio ambiente y con suficiente criterio para no exponerse a riesgos naturales evitables, beneficiando así a la humanidad en su conjunto.

### Vinculación con otras competencias

El análisis del paisaje requiere de una buena gestión de información contrastada por lo que enlaza directamente con las competencias específicas CE.BG.1, CE.BG2 y CE.BG4. Asociar esta competencia al desarrollo de proyectos de investigación sobre el entorno natural conectaría con las competencias CE.BG.3 y CE.BG.5.

En cuanto a las vinculaciones con otras materias, al tratarse del análisis del paisaje y los riesgos asociados, existe una conexión directa con herramientas digitales ligadas al uso de imágenes y el uso crítico y responsable de la información digital de noticias asociadas a eventos geológicos del entorno, por eso esta competencia va ligada a Tecnología y Digitalización. A su vez, el concepto de riesgo va asociado a la resolución de problemas sociales de forma equitativa, lo que implica a Economía y Emprendimiento en la CE.EE.6.

Esta competencia va estrechamente ligada a la CE.FQ.1 de Física y Química, pues comprender la dinámica de un paisaje a lo largo del tiempo requiere a menudo del análisis y la comprensión de determinados fenómenos fisicoquímicos a los que la geodinámica externa somete los materiales. También conecta con las CE.GH.1 y CE.GH.4 de Geografía e Historia directamente porque también incluye el análisis e identificación de elementos del paisaje en Geografía, e indirectamente, ya que un uso crítico de fuentes de información históricas y geográficas, como noticias de eventos pasados o fotografías antiguas, puede ayudar a comprender el paisaje en la actualidad y puede facilitar su proyección en el futuro. Finalmente, la materia de Matemáticas aporta herramientas de cálculo necesarias para la correcta comprensión del paisaje con el análisis topográfico a través de la CE.M.7.

### Vinculación con el Perfil de salida

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: STEM1, STEM2, STEM4, STEM5, CD1, CC4 y CE1, CCEC1.



## 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 aprende el alumnado y cómo lo hace.

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.

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 tanto la adecuación de sus objetivos a una determinada realidad escolar, como la coherencia, con relación a dicho objetivos, de los saberes básicos, 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.BG.1</b>	
<i>Interpretar y transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.</i>	
Es importante en la enseñanza de las ciencias que el alumnado pueda argumentar en base a datos científicos, y para ello deben interpretar la información y saber comunicarla. Esta información se basará en buscar la explicación de fenómenos biológicos y geológicos que aparecerán en los saberes a lo largo de la Educación Secundaria. Se partirá de aspectos básicos en 1º y 3º pero deberá considerarse un nivel mayor de complejidad en el último curso, introduciendo aspectos como la formación de opiniones propias fundamentadas, o bien, el diseño de modelos que les ayuden a explicar estos fenómenos, y no solamente su uso como podía aparecer en los cursos previos.	
<i>Biología y Geología (1º y 3º ESO)</i>	<i>Biología y Geología (4º ESO)</i>
<p>1.1 Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, páginas web, etc.), manteniendo una actitud crítica y obteniendo conclusiones fundamentadas.</p> <p>1.2. Facilitar la comprensión y análisis de información relacionada con los saberes de la materia de Biología y Geología transmitiéndola de forma clara utilizando la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales...).</p> <p>1.3. Analizar y explicar fenómenos biológicos y geológicos representándolos mediante modelos y diagramas y utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería (identificación del problema, exploración, diseño, creación, evaluación y mejora).</p>	<p>1.1 Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, páginas web, etc.), manteniendo una actitud crítica, obteniendo conclusiones y formando opiniones propias fundamentadas.</p> <p>1.2 Transmitir opiniones propias fundamentadas e información sobre Biología y Geología de forma clara y rigurosa, facilitando su comprensión y análisis mediante el uso de la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales, etc.).</p> <p>1.3. Analizar y explicar fenómenos biológicos y geológicos representándolos mediante el diseño y la realización de modelos y diagramas, utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería (identificación del problema, exploración, diseño, creación, evaluación y mejora).</p>
<b>CE.BG.2</b>	
<i>Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas.</i>	
Utilizar la indagación para trabajar las ciencias a través de la resolución de preguntas sobre Biología y Geología supone un desarrollo de la capacidad del alumnado para enfrentarse a situaciones en las que tiene que buscar información verídica en distintas fuentes para tratar de resolver el problema planteado. Para ello, deberán reconocer aquella que tenga base científica y distinguirla de la que no esté fundamentada en la ciencia. Así, el alumnado desarrollará un pensamiento crítico ante situaciones que puedan plantearse, al evaluar la información que les pueda llegar desde fuentes diversas. Además, se ha de considerar que otras personas nos aportan conocimiento científico previo o paralelo que nos sirve para justificar nuestras investigaciones.	
<i>Biología y Geología (1º y 3º ESO)</i>	<i>Biología y Geología (4º ESO)</i>





<p>2.1 Resolver cuestiones sobre Biología y Geología localizando, seleccionando y organizando información de distintas fuentes y citándolas correctamente.</p> <p>2.2 Reconocer la información sobre temas biológicos y geológicos con base científica, distinguiéndola de pseudociencias, bulos, teorías conspiratorias y creencias infundadas y manteniendo una actitud escéptica ante estos.</p> <p>2.3 Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella con independencia de su etnia, sexo o cultura, destacando y reconociendo el papel de las mujeres científicas y entendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución.</p>	<p>2.1. Resolver cuestiones y profundizar en aspectos relacionados con los saberes de la materia de Biología y Geología localizando, seleccionando, organizando y analizando críticamente la información de distintas fuentes citándolas con respeto por la propiedad intelectual.</p> <p>2.2. Contrastar la veracidad de la información sobre temas relacionados con los saberes de la materia de Biología y Geología utilizando fuentes fiables adoptando una actitud crítica y escéptica hacia informaciones sin una base científica como pseudociencias, teorías conspiratorias, creencias infundadas, bulos, etc.</p> <p>2.3 Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella, destacando el papel de la mujer y entendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución influida por el contexto político y los recursos económicos.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### CE.BG.3

*Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías propias de la ciencia y cooperando cuando sea necesario para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.*

Al igual que en el anterior, la indagación escolar recoge otras tantas destrezas científicas como el planteamiento de hipótesis, el diseño de experiencias, la recogida de datos, comunicación de los resultados obtenidos, etc. Estas experiencias han de realizarse en el marco del aprendizaje cooperativo entendiendo que la ciencia no se puede realizar de forma individual ni estática, sino como un trabajo en constante evolución en el que se establecen una serie de tareas para facilitar la investigación.

#### *Biología y Geología (1º y 3º ESO)*

#### *Biología y Geología (4º ESO)*

3.1 Plantear preguntas e hipótesis e intentar realizar predicciones sobre fenómenos biológicos o geológicos que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las prácticas científicas.

3.2. Diseñar la experimentación, la toma de datos y el análisis de fenómenos biológicos y geológicos de modo que permitan responder a preguntas concretas y contrastar una hipótesis planteada.

3.3. Realizar experimentos y tomar datos cuantitativos o cualitativos sobre fenómenos biológicos y geológicos utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con corrección.

3.4. Interpretar los resultados obtenidos en el proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas.

3.5. Cooperar dentro de un proyecto científico asumiendo responsablemente una función concreta, utilizando espacios virtuales cuando sea necesario, respetando la diversidad y la igualdad de género, y favoreciendo la inclusión.

3.1. Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las prácticas científicas en la explicación de fenómenos biológicos y geológicos y la realización de predicciones sobre estos.

3.2. Diseñar la experimentación, la toma de datos y el análisis de fenómenos biológicos y geológicos de modo que permitan responder a preguntas concretas y contrastar una hipótesis planteada evitando sesgos.

3.3. Realizar experimentos y tomar datos cuantitativos o cualitativos sobre fenómenos biológicos y geológicos utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con corrección y precisión.

3.4. Interpretar y analizar los resultados obtenidos en el proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas para obtener conclusiones razonadas y fundamentadas o valorar la imposibilidad de hacerlo.

3.5. Cooperar y colaborar en las distintas fases del proyecto científico para trabajar con mayor eficiencia, valorando la importancia de la cooperación en la investigación, respetando la diversidad y la igualdad de género, y favoreciendo la inclusión.

### CE.BG.4

*Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.*

Se pretende que el alumnado analice y aplique la información de la que dispone (conocimientos, procedimientos, búsqueda de información fiable, lluvia de ideas con sus iguales...) para tratar de resolver problemas que le puedan surgir en su vida diaria de un modo crítico. En 4º, además se propone al alumnado que busque alternativas a los procedimientos utilizados en el caso de que no se llegase a una solución satisfactoria.

#### *Biología y Geología (1º y 3º ESO)*

#### *Biología y Geología (4º ESO)*

4.1. Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales.

4.2. Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos y geológicos.

4.1. Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales.

4.2. Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos y geológicos y cambiar los procedimientos utilizados o conclusiones si dicha solución no fuese viable o ante nuevos datos aportados con posterioridad.

### CE.BG.5

*Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas y de la Tierra, para promover y adoptar hábitos que eviten o minimicen los impactos medioambientales negativos, sean compatibles con un desarrollo sostenible y permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.*

La salud y el medio ambiente son dos temas que se estudian en esta asignatura a lo largo de todos los cursos de Secundaria, por lo que resulta imprescindible analizar las acciones humanas que tienen influencia sobre ellos, para tratar de inculcar hábitos que favorezcan el desarrollo sostenible y una salud próspera de la población. En 1º y 3º están referidos a la preservación de la biodiversidad y de la salud a



partir del análisis de situaciones en las que consideremos nuestras acciones de forma crítica, para mejorar las rutinas diarias y transformarlas en saludables y sostenibles. En 4º se refiere a los riesgos naturales que están potenciados por la acción humana y sus consecuencias sobre el entorno.

<i>Biología y Geología (1º y 3º ESO)</i>	<i>Biología y Geología (4º ESO)</i>
5.1. Relacionar con fundamentos científicos la preservación de la biodiversidad, la conservación del medio ambiente, la protección de los seres vivos del entorno, el desarrollo sostenible y la calidad de vida. 5.2. Proponer y adoptar hábitos sostenibles analizando de una manera crítica las actividades propias y ajenas (modelos de consumo y de producción, huella y deuda ecológica, economía social y solidaria, justicia ambiental y regeneración de los ecosistemas). 5.3 Proponer y adoptar hábitos saludables, analizando las acciones propias y ajenas con actitud crítica y a partir de fundamentos fisiológicos.	5.1. Identificar los posibles riesgos naturales potenciados por determinadas acciones humanas sobre una zona geográfica, teniendo en cuenta sus características litológicas, relieve y vegetación y factores socioeconómicos.
<b>CE.BG.6</b>	
<i>Analizar los elementos de un paisaje concreto utilizando conocimientos sobre geología y ciencias de la Tierra para explicar la historia y la dinámica del relieve e identificar posibles riesgos naturales.</i>	
Utilizar paisajes concretos del entorno del alumnado para aplicar los conocimientos geológicos básicos desarrollados a lo largo de la Secundaria, partiendo de la interpretación y reflexión de los mismos en los primeros cursos, para tratar de deducir y explicar la historia geológica de un relieve en 4º. De este modo se deberá reflexionar sobre las acciones humanas que suponen un impacto natural y sobre los riesgos naturales derivados.	
<i>Biología y Geología (1º y 3º ESO)</i>	<i>Biología y Geología (4º ESO)</i>
6.1 Valorar la importancia del paisaje como patrimonio natural analizando la fragilidad de los elementos que lo componen. 6.2 Interpretar el paisaje analizando sus elementos y reflexionando sobre el impacto ambiental y los riesgos naturales derivados de determinadas acciones humanas. 6.3 Reflexionar sobre los riesgos naturales mediante el análisis de los elementos de un paisaje.	6.1. Deducir y explicar la historia geológica de un relieve identificando sus elementos más relevantes y utilizando el razonamiento y los principios geológicos básicos (horizontalidad, superposición, actualismo, etc.) y las teorías geológicas más relevantes.

### III. Saberes básicos

#### III.1. Descripción de los diferentes bloques en los que se estructuran los saberes básicos de 1º y 3º de ESO

##### A. Proyecto científico

El pensamiento científico se introducirá transversal y paulatinamente a lo largo de toda la ESO, a partir de preguntas, planteadas o propias, e hipótesis, mediante la observación, el diseño, la experimentación y la obtención y análisis de los resultados, así como la difusión de sus conclusiones. Mostrando, además, ejemplos de grandes científicas y científicos que han contribuido al avance de la Biología y la Geología.

El alumnado debe aprender a desenvolverse con los instrumentos y espacios habituales de las prácticas experimentales (laboratorio, aulas, entorno...). Adquiriendo las habilidades necesarias para la toma de datos y su posterior análisis. Impregnando así cada uno de los bloques siguientes y de forma gradual, desde primero hasta tercero. Añadiendo en tercero la modelación para la representación y comprensión de procesos, así como métodos de análisis más complejos, como la correlación y su diferencia con la causalidad.

En la medida de lo posible, se estimulará el uso responsable de las herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración entre iguales, el análisis de sus resultados y la comunicación de sus conclusiones usando la mayor diversidad posible de formatos tales como presentaciones, vídeos, pósters, gráficas...

##### B. Estructura y materiales de La Tierra

Este bloque sirve de introducción a la Geología, ocupándose de los aspectos básicos relacionados con la composición y estructura interna de la Tierra. En este apartado es importante distinguir los conceptos de mineral y roca y adquirir destreza en la clasificación de las rocas y minerales más representativos de la zona y del entorno del alumnado, así como el reconocimiento de los principales materiales usados o frecuentes en su vida cotidiana.

La estructura interna de la Tierra determina la morfología externa del planeta sobre la que se asientan los ecosistemas y, por lo tanto, los seres vivos. El final de este bloque ayudará a entender la diferente tipología de ecosistemas, sirviendo de enlace con el bloque de "Ecología y sostenibilidad".



### **C. Ecología y sostenibilidad**

Los ecosistemas, sus elementos integrantes y las relaciones que se establecen entre ellos son la base sobre la que apoyar la importancia de la conservación de los ecosistemas y la necesidad de la implementación de un desarrollo sostenible.

A lo largo del primer curso pueden introducirse los fundamentos (elementos del ecosistema, tipos de ecosistemas, ecosistemas del entorno, relaciones interespecíficas y relaciones intraespecíficas) y establecer las funciones principales de atmósfera e hidrosfera para los seres vivos. Pudiendo dejar para tercero la descripción de las interacciones que se establecen entre la atmósfera, la hidrosfera, la geosfera y la biosfera en la formación del suelo y del paisaje.

También en tercero corresponde analizar los principales problemas medioambientales. Es importante inculcar la adopción de actitudes acordes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible como el consumo responsable, el cuidado medioambiental y el respeto hacia otros seres vivos.

### **D. Seres vivos - La célula**

Durante la ESO, se aproxima el modelo de los seres vivos al alumnado de forma gradual a medida que aumenta la capacidad de abstracción del alumnado. Así, en 1º de ESO se atienden cuestiones de mayor escala y se avanza en 3º hacia una perspectiva más micro, a nivel tisular, celular y molecular.

La célula es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos. Y es el nivel de organización biótico más sencillo en el que pueden observarse las tres funciones vitales: nutrición, relación y reproducción. Además, la clasificación de los seres vivos en los cinco reinos tiene los tipos celulares como criterio de clasificación. Por eso, en 1º de ESO se introducen las principales diferencias entre los 3 tipos de organización celular: procariota, eucariota vegetal y eucariota animal. Uniendo este bloque con el siguiente: seres vivos. En 3º de ESO se puede profundizar en la fisiología celular e introducir su contexto tisular en los seres vivos pluricelulares. Completando en ambos cursos con prácticas experimentales sencillas de observación de los principales tipos celulares: bacterias del yogur, células de epidermis de cebolla o células de la mucosa bucal humana, por ejemplo.

Por otro lado, se trabajarán los principales grupos de seres vivos y especies representativas, haciendo hincapié en especies emblemáticas de Aragón y su identificación.

### **E. Cuerpo humano**

Para la adquisición de hábitos saludables es necesario conocer el propio cuerpo. Empezando en 1º de ESO con los aparatos del cuerpo humano relacionados con la función de nutrición (aparato digestivo, aparato respiratorio, aparato circulatorio y aparato excretor) y los conceptos básicos de la alimentación y los nutrientes, vinculándolo a la función de nutrición de los mamíferos del bloque anterior, “Los Seres Vivos. La Célula”. Y continuando en 3º de ESO con la alimentación, completando así lo trabajado en primero, y el resto de aparatos y sistemas del cuerpo: sistema nervioso e inmunitario y aparato locomotor. Aprovechando lo aprendido para ejercitar al alumnado en la resolución de cuestiones y situaciones cotidianas problemáticas en relación a su salud, en especial, su nutrición, su función de relación y la función de reproducción.

### **F. Hábitos saludables**

El bloque “Hábitos saludables” introduce aspectos nuevos respecto a la educación primaria. Promover la salud implica la adquisición de esos hábitos de forma progresiva desde primero hasta tercero de ESO. Desde una buena alimentación y una adecuada higiene personal, tratadas desde primero de ESO, hasta la prevención de situaciones de riesgo relacionadas con la locomoción, el sistema nervioso, el control del estrés, la nutrición o incluso la actitud ante la vida, en tercero. Haciendo especial esfuerzo en el análisis, la reflexión y la resolución de problemas relacionados con temas afectivo-sexuales, enfermedades de transmisión sexual, embarazos no deseados, drogas, higiene del sueño, uso responsable de las nuevas tecnologías... Todo ello para promover en el alumnado la conservación de la salud física, mental y social.



## G. Salud y enfermedad

La vida en sociedad obliga a una actitud responsable frente a las enfermedades infecciosas. En este bloque el alumnado debe aprender la diferencia entre las enfermedades infecciosas y las no infecciosas en base a su causa, lo que le permitirá entender la necesidad de las medidas preventivas como la higiene, la vacunación o el uso racional de antibióticos. Dejando para tercer curso las barreras que impiden la entrada de patógenos, la importancia de la vacunación para la prevención de las enfermedades infecciosas y la valoración de la donación de órganos en relación con los trasplantes.

## H. Procesos geológicos internos y externos

A lo largo de este curso la Geología ofrecerá una visión dinámica de nuestro planeta, de modo que las alumnas y los alumnos sean capaces de apreciar que la estructura, los procesos geológicos y el aspecto externo de nuestro planeta son el resultado de fuentes de energía tanto internas como externas que mantienen procesos de cambio permanente que, además, influyen en el desarrollo y en el mantenimiento de la vida en la Tierra.

El alumnado relacionará un modelo básico geoquímico con un modelo básico geofísico y estos con la dinámica litosférica terrestre; además estos aspectos se relacionarán con la geodinámica interna y sus consecuencias en la geodinámica externa. A partir del estudio del ciclo del carbono se interrelacionarán las capas de la atmósfera de la hidrosfera, biosfera y de la geosfera y se explicitará el destino la mayor parte del CO<sub>2</sub> de la atmósfera primitiva fosilizado en la litosfera y los delicados equilibrios del sistema que el ser humano está perturbando en la actualidad.

### III.2. Concreción de los saberes básicos, Biología y Geología, 1º de ESO

<b>A. Proyecto científico</b>	
Este bloque introduce al alumnado en el pensamiento y en las prácticas científicas: el planteamiento de preguntas e hipótesis, la observación, el diseño y la realización de experimentos, el análisis y la comunicación de los resultados. Uso de material de laboratorio y de herramientas digitales necesarias para el análisis de los datos y la difusión de las conclusiones.	
<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica.</li> <li>– Estrategias de utilización de herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe...).</li> <li>– Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización.</li> <li>– La respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etc.) de forma adecuada.</li> <li>– Modelado como método de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.</li> <li>– Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales.</li> <li>– Métodos de análisis de resultados y diferenciación entre correlación y causalidad.</li> </ul>	<p>Es importante inculcar esta metodología de forma que quede integrada en su estrategia de aprendizaje. Para ello puede presentarse un caso sencillo que sirva de ejemplo. Una noticia de prensa o un anuncio de televisión o en internet.</p> <p>Puede servir esta parte para introducir al alumnado en el laboratorio, en las prácticas científicas y en el uso de materiales específicos del espacio.</p> <p>La construcción de una clave dicotómica con el material de laboratorio que más vayan a usar durante el curso les permitirá familiarizarse con el espacio y con el material y sus características y, al mismo tiempo, conocer una herramienta, la clave dicotómica, que necesitarán en los bloques de Geología y de los Seres Vivos.</p>
<b>B. Estructura y materiales de La Tierra</b>	
Introducción y diferenciación entre minerales y rocas. Sus principales propiedades y sus características. Clasificación de los tipos más frecuentes de minerales y de rocas (sedimentarias, metamórficas e ígneas). Identificación de los minerales y las rocas de su entorno y sus usos en la vida cotidiana. Estructura interna de la Tierra.	
<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conceptos de roca y mineral: características y propiedades.</li> <li>– Estrategias de clasificación de las rocas: sedimentarias, metamórficas e ígneas. El ciclo de las rocas.</li> <li>– Rocas y minerales relevantes o del entorno: identificación.</li> </ul>	<p>La diferencia entre mineral y roca puede trabajarse en el laboratorio con muestras de granito y muestras de sus minerales: cuarzo, feldespato y mica. De ese modo el propio alumnado puede proponer un criterio para diferenciar entre roca y mineral.</p> <p>La identificación de algunos minerales y rocas puede concretarse en el entorno natural del alumnado, incluso en los presentes en el propio centro o en sus hogares.</p> <p>La aplicación de la metodología científica a través de muestreo y clasificación mediante claves dicotómicas sencillas, les permitirá ordenar y analizar sus datos, adquiriendo en el proceso los contenidos básicos.</p>



<ul style="list-style-type: none"><li>– Usos de los minerales y las rocas: su utilización en la fabricación de materiales y objetos cotidianos.</li><li>– La estructura básica de la geosfera.</li></ul>	El último punto, sobre la estructura de la geosfera, puede trabajarse a partir de alguna noticia reciente sobre algún evento geológico, como las erupciones de la Palma de 2020-2021, junto con preguntas del tipo ¿Por qué hubo terremotos antes y durante la erupción? o ¿De qué tipo de rocas estará hecha la parte nueva de la isla?
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### C. Ecología y sostenibilidad

El concepto de ecosistema y la relación entre los elementos que lo integran y análisis de las funciones de los elementos del ecosistema que son esenciales para los seres vivos. Análisis de los ecosistemas de su entorno. Importancia de su conservación. Relevancia de la implementación de un modelo de desarrollo sostenible.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Los ecosistemas del entorno, sus componentes bióticos y abióticos y los tipos de relaciones intraespecíficas e interespecíficas.</li><li>– La importancia de la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la implantación de un modelo de desarrollo sostenible.</li><li>– Las funciones de la atmósfera y la hidrosfera y su papel esencial para la vida en la Tierra.</li></ul>	Una actividad realizada en un espacio natural cercano permitirá conectar lo aprendido en el apartado anterior con el contexto del alumnado fuera del centro, dando valor a la biodiversidad y al respeto del entorno. Las relaciones intraespecíficas e interespecíficas pueden ser ejemplos presentes en ese espacio protegido. Atmósfera e hidrosfera pueden trabajarse en el laboratorio con experimentos sencillos o a través del ciclo del agua. Las noticias de prensa ofrecen numerosas oportunidades en casos de inundaciones o sequías prolongadas que pueden usarse como punto de partida o como contexto en el que aplicar lo aprendido.

### D. Seres vivos - La célula

La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos. Introducción al uso del microscopio óptico. Principales tipos celulares: procariota, eucariota vegetal y eucariota animal y sus principales diferencias a través del microscopio.

Seres vivos: funciones vitales: nutrición, relación y reproducción. Sistemas de clasificación de los seres vivos. Los cinco reinos: Moneras, Protocistas, Fungi, Metafitas y Metazoos. Características más importantes de los principales grupos de Metafitas (Musgos, Helechos, Gimnospermas y Angiospermas) y Metazoos (Invertebrados: Poríferos, Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos, y Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos), con ejemplos de las especies del entorno y reconocimiento de especies mediante guías, claves dicotómicas o herramientas digitales.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>– La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos.</li><li>– Observación y comparación de muestras microscópicas.</li><li>– Los seres vivos: diferenciación y clasificación en los principales reinos.</li><li>– Los principales grupos taxonómicos: observación de especies del entorno y clasificación a partir de sus características distintivas.</li><li>– Las especies del entorno: estrategias de identificación (guías, claves dicotómicas, herramientas digitales, visu, etc.).</li><li>– Los animales como seres sintientes: semejanzas y diferencias con los seres vivos no sintientes.</li></ul>	<p>A partir de las funciones vitales de los seres vivos se introduce la célula como la unidad estructural y funcional. Se pueden plantear dos preguntas. La primera, “¿Cómo podemos ver sus células si son muy pequeñas?”. Pregunta que permite introducir el uso del microscopio óptico, sus partes esenciales y su funcionamiento básico. La segunda, “¿Todos los seres vivos tienen sus células iguales?”, les invita a diseñar una experiencia escogiendo muestras diferentes de su propia elección y seleccionar criterios que les permitan agruparlas según las características que observen a través del microscopio.</p> <p>En cuanto al sistema de clasificación, recomendamos fervientemente que se adopte de forma definitiva el actualmente aceptado de tres dominios y siete reinos.</p> <p>Una vez introducidos los reinos, se puede proponer al alumnado buscar los seres vivos más frecuentes en su entorno, desde el patio escolar a la nevera de casa, donde podemos encontrar incluso las bacterias del yogur. Pueden cooperar estableciendo características comunes a partir del uso de guías o aprovechando multitud de información en páginas web oficiales o incluso aplicaciones de móvil, lo que permitiría afianzar buenos hábitos en el uso de las TIC. Esas características les irán perfilando los diferentes grupos dentro de cada reino.</p> <p>Mediante el visionado de un documental sobre un espacio natural de Aragón, se pueden poner en práctica los conocimientos adquiridos y permitiría enlazar con el bloque: ecología y sostenibilidad.</p>

### E. Cuerpo humano

En este curso se trabajará la función de nutrición en el ser humano, dejando las funciones de relación y reproducción para 3º de ESO. Anatomía y fisiología básicas de aparatos digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor. Resolución de cuestiones y problemas prácticos sencillos relacionados con la función de nutrición.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Importancia de la función de nutrición. Los aparatos que participan en ella.</li><li>– Anatomía y fisiología básicas de los aparatos digestivo, respiratorio, circulatorio, excretor y reproductor.</li></ul>	<p>Para motivar al alumnado en su participación activa y el pensamiento crítico se puede empezar el bloque preguntando ¿Qué comemos para almorzar en el recreo? Lo que permitirá detectar algunos malos hábitos alimentarios y plantear una nueva pregunta: ¿Qué les pasa a los alimentos y qué pasa en el cuerpo desde que los introducimos en la boca?</p> <p>Es importante poner énfasis en los procesos y no tanto en los nombres de todas y cada una de las partes.</p>

### F. Hábitos saludables

Introducción a los conceptos básicos de la alimentación y la nutrición. Análisis y valoración de la importancia de una dieta saludable. Los alimentos y sus nutrientes. Hábitos alimenticios saludables. Inicio en el uso responsable de las nuevas tecnologías, higiene del sueño y postura corporal correcta y organización del trabajo. Todo ello encaminado a la conservación de la salud física, mental y social del alumnado.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
---------------------------------------------	----------------------------------------



<ul style="list-style-type: none"> <li>– Características y elementos propios de una dieta saludable y su importancia.</li> <li>– Los hábitos saludables: su importancia en la conservación de la salud física, mental y social (higiene del sueño, hábitos posturales, uso responsable de las nuevas tecnologías, actividad física, autorregulación emocional, cuidado y corresponsabilidad, etc.).</li> </ul>	<p>Pueden presentarse casos ficticios de alumnado con algunos malos hábitos dejando que sea el alumnado el que analice la situación y detecte cuál es la conducta poco saludable y cómo corregirla.</p> <p>Es un aprendizaje que debe ser significativo, por lo que ayudaría trabajarlo desde las estrategias de aprendizaje cooperativo.</p> <p>Debería ser de carácter transversal y concretarse en las situaciones cotidianas en clase o fuera de clase.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### G. Salud y enfermedad

Introducción a los microorganismos patógenos. Enfermedades infecciosas y no infecciosas en base a su causa. Higiene y prevención de enfermedades. Medidas y tratamientos para enfermedades infecciosas.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Concepto de enfermedades infecciosas y no infecciosas: diferenciación según su etiología.</li> <li>– Medidas de prevención y tratamientos de las enfermedades infecciosas en función de su agente causal y la importancia del uso adecuado de los antibióticos.</li> <li>– Analizar la relación entre nuestra salud y el estado de conservación del medio ambiente: salud ambiental.</li> </ul>	<p>El alumnado puede hacer recopilación de enfermedades que hayan presentado o tengan personas de su entorno y clasificarlas según sean infecciosas o no. Conviene introducir brevemente el concepto de patógeno para entender los diferentes tipos de tratamiento y la importancia del uso responsable de la medicación. Y ayudar en la comprensión de las medidas preventivas de asepsia con experimentos sencillos de cultivos con placas y uso de detergentes.</p> <p>Se pueden analizar los métodos de conservación de los alimentos e identificar el factor clave de su eficacia.</p>

## III.3. Concreción de los saberes básicos, Biología y Geología, 3º de ESO

### A. Proyecto científico

Potenciar el desarrollo de las prácticas científicas de forma transversal a través de los diferentes saberes básicos que se van a trabajar en 3º. Para ello, considerar aquellos contenidos que se trabajaron en 1º ESO, reforzarlos, y favorecer la autonomía del alumnado para ser capaz de realizar experiencias y de comunicarlas a sus compañeros y compañeras, de tal forma que reconozca las fases de sus experimentos en base a la ciencia y a información verídica. Como es imposible trabajar en ciencia de forma independiente, deberá contemplarse el trabajo cooperativo y las investigaciones previas de científicas y científicos relevantes para la construcción de teorías y del conocimiento científico en el que nos apoyamos.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica.</li> <li>– Estrategias de utilización de herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe...).</li> <li>– Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización.</li> <li>– La respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etc.) de forma adecuada.</li> <li>– Modelado como método de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.</li> <li>– Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales.</li> <li>– Métodos de análisis de resultados y diferenciación entre correlación y causalidad.</li> <li>– La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. El papel de la mujer en la ciencia.</li> </ul>	<p>Este bloque continúa de los anteriores cursos trabajando las destrezas científicas de forma transversal. Resulta importante aterrizar los contenidos que se van adquiriendo sobre ciencias utilizando prácticas científicas como la indagación, la modelización y la argumentación.</p> <p>En concreto podemos utilizar la indagación formulando preguntas en las que los alumnos y las alumnas tengan que resolver planteamientos tales como: ¿Cómo podemos demostrar que hay ADN en las fresas? Para ello, pueden diseñar una experiencia sencilla en la que utilicen tanto la información disponible sobre el tema, como los materiales del laboratorio o del aula para llevarla a cabo. Finalmente, los alumnos y las alumnas tendrían que comunicar los resultados del proceso a sus compañeros y compañeras.</p> <p>Si atendemos a la modelización, podemos proponer al alumnado crear modelos concretos sobre la célula, las biomoléculas, etc., de tal forma que hagan visibles aspectos microscópicos y sean capaces de comunicar los modelos creados a sus iguales, utilizando elementos básicos como plastilina, palillos, alambres...</p> <p>En relación con la argumentación, podemos plantear situaciones en las que el alumnado sea capaz de conectarse con la realidad para indicar las ventajas y los inconvenientes basados en datos o pruebas apoyados por la ciencia. Por ejemplo, se podría lanzar una pregunta como esta: ¿por qué es beneficioso vacunarse contra la COVID-19?</p>

### B. Ecología y sostenibilidad

Trabajar sobre las relaciones entre las diferentes capas de la Tierra en cuanto al modelado del relieve. Es importante reconocer la acción humana en cuanto al cambio climático para analizar sus causas y consecuencias sobre nuestro entorno, y para ello deberíamos profundizar en cómo podríamos mejorar la situación a partir de los hábitos sostenibles.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las interacciones entre atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera, su papel en la edafogénesis y en el modelado del relieve y su importancia para la vida. Las funciones del suelo.</li> <li>– Las causas del cambio climático y sus consecuencias sobre los ecosistemas, incluyendo las causas antropogénicas.</li> </ul>	<p>Utilizar los espacios naturales del entorno de los núcleos poblacionales para extender los contenidos del aula a la realidad del alumnado. En Aragón existen multitud de localizaciones que pueden desarrollar conciencia ambiental en el alumnado. Por ejemplo, en la orilla de un río podemos trabajar la idea de sistema, atendiendo a la descripción de una o varias perspectivas del mismo. Por ejemplo, identificando los elementos presentes en un punto concreto del río como el cauce y sus</p>





<ul style="list-style-type: none"> <li>– La importancia de los hábitos sostenibles (consumo responsable, prevención y gestión de residuos, respeto al medio ambiente, etc.).</li> </ul>	<p>características, las acciones humanas, los ecosistemas presentes (acuático, ripario). Se puede profundizar en las relaciones dentro de estos ecosistemas, preguntando al alumnado por ejemplo ¿de qué se alimentan los crustáceos que hay en el ecosistema acuático? ¿de dónde puede venir ese alimento? ¿cómo afecta la morfología del cauce en la alimentación de los crustáceos presentes en ese punto del río? (Bondía et al., 2021).</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### C. Seres vivos - La célula

Tras introducir los seres vivos en 1º ESO, se pretende profundizar en la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos, de tal forma que los alumnos y las alumnas sean capaces de reconocer los diferentes tipos de células y sus partes a través del desarrollo de destrezas científicas como la observación y la comparación e identificación de aquellas que forman parte de los distintos tejidos. De esta forma deberíamos integrar los saberes de 1º que se consideraron a nivel macroscópico con el estudio microscópico, de tal forma que se razonen las estrategias de clasificación de los seres vivos .

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos.</li> <li>– La célula procariota, la célula eucariota animal y la célula eucariota vegetal, y sus partes.</li> <li>– Observación y comparación de muestras microscópicas.</li> </ul>	<p>A propósito de las prácticas científicas, se plantea una indagación dirigida en la que el alumnado sea capaz de observar y comparar distintos tipos de células para llegar a identificarlas según sus características.</p> <p>Continuando con el uso del microscopio óptico y la lupa binocular que se vio en 1º, se insta a los alumnos y las alumnas a que sean ellos y ellas quienes seleccionen entre diferentes tipos de muestras: cebolla, células del epitelio bucal, bacterias del yogur, etc. para dibujar e identificar las partes que sean capaces de diferenciar, y así poder discriminar cuáles se encuentran en unas y no en otras. De esta manera se favorece que los alumnos y las alumnas seleccionen y preparen las muestras para observarlas y dar respuesta a preguntas tales como: ¿cómo podrías demostrar cuáles de estas muestras se corresponden con células eucariotas? ¿cómo tengo que proceder para establecer un criterio de clasificación considerando estas muestras?</p> <p>En el caso de no disponer de laboratorio se pueden llevar un par de microscopios al aula para iniciarse en la observación, o incluso sacar imágenes y proyectarlas para poder verlas todos en la pantalla. Se trata de que el alumnado visualice distintos tipos de células, presentes en las muestras que él ha seleccionado.</p>

### D. Cuerpo humano

Atendiendo a los contenidos sobre el cuerpo humano que se vieron en 1º ESO, se sigue profundizando en el análisis de funciones más complejas como la relación, que exige integrar conceptos de los distintos aparatos para poder entender la fisiología y la anatomía del cuerpo humano como un sistema complejo, desarrollando de esta manera el pensamiento sistémico.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Visión general de la función de relación: receptores sensoriales, centros de coordinación y órganos efectores.</li> <li>– Relación entre los principales sistemas y aparatos del organismo implicados en las funciones de nutrición, relación y reproducción mediante la aplicación de conocimientos de fisiología y anatomía.</li> </ul>	<p>Planteamos situaciones cotidianas o cercanas en las que los alumnos y las alumnas puedan reconocer una aplicación real para entender el cuerpo humano, como, por ejemplo: ¿qué papel tienen las hormonas en mi cuerpo?, ¿qué repercusiones tiene en un diabético el déficit de insulina en su cuerpo?, ¿cómo podríamos saber en qué momento ovula una mujer si atendemos a las gráficas hormonales? Para ello, podemos hacer uso de gráficas de hormonas para interpretar, o bien, plantear algún tipo de experiencia teórica (o real si se diese el caso en el aula, alumnado diabético, problemas de tiroides, u otros tipos de alteraciones hormonales). De esta manera, al conocer la fisiología del cuerpo humano podrán identificar los cambios que se producen (en la adolescencia) y desarrollar el pensamiento sistémico aunando los conocimientos sobre el cuerpo humano que adquirieron en la biología que cursaron en 1º ESO.</p>

### E. Hábitos saludables

En este bloque se pretende valorar aquellos hábitos que tienen efectos positivos sobre la salud, atendiendo a aspectos relacionados con la nutrición, la sexualidad, las ETS, las drogas, y otros que tengan que ver con reconocer el bienestar de las personas. Utilizar argumentos que mejoren la comprensión para facilitar la incorporación de los hábitos saludables frente a los no saludables, atendiendo especialmente al contexto propio del alumnado.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conceptos de sexo y sexualidad: importancia del respeto hacia la libertad y la diversidad sexual y hacia la igualdad de género, dentro de una educación sexual integral como parte de un desarrollo armónico.</li> <li>– Educación afectivo-sexual desde la perspectiva de la igualdad entre personas y el respeto a la diversidad sexual. La importancia de las prácticas sexuales responsables. La asertividad y el autocuidado. La prevención de infecciones de transmisión sexual (ITS) y de embarazos no deseados. El uso</li> </ul>	<p>Se pueden trabajar estos contenidos a partir del análisis de etiquetas de productos alimentarios en los que se entiendan los conceptos de la información nutricional (Kcal, gramos de glúcidos, lípidos, proteínas, y otros micronutrientes como vitaminas y minerales), así como el uso de leyendas que utiliza la industria alimentaria para captar la atención del consumidor (bajo en grasa, bajo en sal, "light", alto contenido en fibra...). Se puede pedir a los alumnos y a las alumnas que traigan a clase un alimento envasado para analizar la etiqueta (podría ser también sus almuerzos para poder establecer los hábitos alimentarios de la clase y</p>



<p>adecuado de métodos anticonceptivos y de métodos de prevención de ITS).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Las drogas legales e ilegales: sus efectos perjudiciales sobre la salud de los consumidores y de quienes están en su entorno próximo.</li> <li>– Los hábitos saludables: su importancia en la conservación de la salud física, mental y social (higiene del sueño, hábitos posturales, uso responsable de las nuevas tecnologías, actividad física, autorregulación emocional, cuidado y corresponsabilidad, etc.).</li> </ul>	<p>cómo reforzarlos, y las consecuencias de no seguir unas pautas saludables de cara a enfermedades potenciales).</p> <p>En cuanto al resto de aspectos (sexuales, drogadicción, posturales, higiene del sueño...) podrían trabajarse las emociones valorando los pros y los contras que cada uno de estos hábitos produce en el bienestar de las personas, considerando tanto aspectos fisiológicos como de manejo de situaciones adversas para no caer en hábitos poco saludables.</p> <p>Se trata de razonar (argumentar) qué es lo que me hace sentir bien/mal y por qué.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### F. Salud y enfermedad

Reconocer los elementos que determinan la enfermedad y las barreras que tiene el organismo para defenderse. Valorar y argumentar las herramientas que ha desarrollado la ciencia para mejorar esta defensa, por ejemplo, a partir de las vacunas. Incorporar otras, como los trasplantes, para mejorar la salud de las personas a partir de la donación de órganos.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las barreras del organismo frente a los patógenos (mecánicas, estructurales, bioquímicas y biológicas).</li> <li>– Mecanismos de defensa del organismo frente a agentes patógenos (barreras externas y sistema inmunitario): su papel en la prevención y superación de enfermedades infecciosas.</li> <li>– La importancia de la vacunación en la prevención de enfermedades y en la mejora de la calidad de vida humana.</li> <li>– Los trasplantes y la importancia de la donación de órganos.</li> <li>– Analizar la relación entre nuestra salud y el estado de conservación del medio ambiente: salud ambiental. One health (una sola salud).</li> </ul>	<p>Continuando con el bloque anterior, parece razonable considerar las patologías que pueden aparecer y cómo nos defendemos de ellas. En concreto, cuando resulta una opción como es el caso de la vacunación frente a diversas enfermedades, los alumnos y las alumnas tienen que desarrollar el pensamiento crítico que les permita barajar sus opciones atendiendo a criterios científicos.</p> <p>Por ello, se considera apropiado incorporar elementos como el debate para trabajar las controversias sociocientíficas, teniendo en cuenta que en ellas están implicadas cuestiones de corte ético, social, económico, medioambiental y político. Utilizar la argumentación para trabajar estos contenidos desarrolla en los alumnos y las alumnas el pensamiento crítico, por lo que podemos apoyarnos en estudios como el de Jiménez-Aleixandre (2010) en el que se expone cómo argumentar científicamente. De esta forma el alumnado aprende a justificar sus razonamientos en base a pruebas, lo cual va a ser aplicable a cualquier otro contenido o situación.</p>

### H. Procesos geológicos internos y externos

La Geología de este curso tendrá un enfoque centrado en los procesos geológicos tanto internos como externos que modelan nuestro planeta. Se introducirá la Tectónica como teoría explicativa fundamental, capaz de generar el relieve, modificar la distribución de tierras y mares y dar lugar a procesos geológicos que pueden suponer riesgos para el sistema humano, y por otra parte se trabajará sobre las relaciones entre las diferentes capas de la Tierra y su papel en el modelado del relieve

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Introducción a la Tectónica de placas y su papel explicativo en la dinámica del planeta.</li> <li>– Las interacciones entre atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera, su papel en la edafogénesis y en el modelado del relieve y su importancia para la vida.</li> <li>– Relación entre estructura interna planetaria y geodinámica interna. Efectos de la geodinámica interna en la geodinámica externa y en la atmósfera y biosfera (sobre todo el vulcanismo)</li> <li>– El ciclo del Carbono, relaciones entre atmósfera, hidrosfera, biosfera y geosfera. Principales desafíos actuales.</li> </ul>	<p>Por coherencia con otros bloques del currículo parece aconsejable destacar la relación de la Tectónica con la formación del relieve y con sus efectos en el cambio climático.</p> <p>Potenciales efectos del vulcanismo en el calentamiento global e imposibilidad de predicción y de minimización. Importancia de la preservación de bosques, arrecifes de coral, litoral formador de carbonatos, humedales, turberas y otros ambientes sedimentarios formadores de hidrocarburos, como sumideros de Carbono atmosféricos.</p>

## III.4. Descripción de los diferentes bloques en los que se estructuran los saberes básicos de 4º de ESO

### A. Proyecto científico

Los saberes básicos sobre este bloque reúnen los mismos contenidos que se han visto en los cursos previos, profundizando en algunos de ellos sobre aspectos que desarrollan la actitud científica.

Se habrá ido desarrollando el pensamiento científico transversal y paulatinamente a lo largo de la Secundaria, a partir de preguntas e hipótesis, mediante la observación, el diseño, la experimentación y la obtención y análisis de los resultados, así como la difusión de sus conclusiones. Además de todo ello, se pide que en 4º el alumnado sea capaz de diseñar controles positivos y negativos y argumentar sobre su esencialidad para obtener resultados objetivos y fiables en un experimento.

El alumnado debe continuar utilizando los instrumentos y espacios habituales de las prácticas experimentales (laboratorio, aulas, entorno...), adquiriendo las destrezas necesarias para el desarrollo de las prácticas científicas y considerando en este curso, además, la precisión.





En la medida de lo posible, se estimulará el uso responsable de las herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración entre iguales, el análisis de sus resultados y la comunicación de sus conclusiones usando la mayor diversidad posible de formatos tales como presentaciones, vídeos, pósters, gráficas... Del mismo modo, se trabajará la modelización para la representación y comprensión de fenómenos de la naturaleza.

Nuevamente, se mostrarán ejemplos de grandes científicas y científicos que han contribuido al avance de la Biología y la Geología en relación a los saberes que aplican en este curso, haciendo especial hincapié en la evolución histórica de descubrimientos científicos concretos.

### **B. Seres vivos -La célula**

Durante la ESO, se aproxima el modelo de los seres vivos al alumnado de forma gradual a medida que aumenta la capacidad de abstracción del alumnado.

La célula es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos. Y es el nivel de organización biótico más sencillo en el que pueden observarse las tres funciones vitales: nutrición, relación y reproducción. En este último curso de ESO, trabajamos en la construcción de un modelo celular completando la información que aparecía en los cursos previos. Esto es a partir de la función biológica del ciclo celular, detallando las fases de la mitosis y la meiosis. Es recomendable avanzar en cada curso para que no se repitan contenidos, sino que se amplíen los modelos conforme se evoluciona en la Secundaria Obligatoria.

### **C. Genética y evolución**

En relación con el bloque anterior, se presenta el bloque a nivel intracelular de tal forma que se trabajen los modelos de ADN y ARN y todos los procesos que puedan tener lugar en torno a ellos como, por ejemplo, la expresión génica, el código genético, la replicación del ADN, las mutaciones... y a partir de ello, su relación con la evolución y la biodiversidad. En concreto, el proceso evolutivo a través de teorías varias, la neodarwinista, aceptada actualmente, y otras anteriores que tienen relevancia histórica, de tal forma que el alumnado pueda argumentar sobre ellas y sobre las evidencias que soportan su aceptación -o no aceptación- científica. También se abordará en este bloque la resolución de problemas sencillos de herencia atendiendo a diferentes variables.

### **D. Dinámica de la Geosfera**

En este bloque se introduce toda la información de síntesis sobre el interior de la Tierra. El enfoque será interpretativo, identificando procesos a partir de la vinculación con los métodos de estudio (directos e indirectos, geológicos, geofísicos y geoquímicos). A partir de los modelos geofísico y geoquímico de la Tierra que sintetizan el conocimiento del interior terrestre, se interpretarán las consecuencias de sus dinámicas en la Tectónica de Placas. Posteriormente se vincularán los procesos relacionados de este paradigma con la formación de relieves planetarios y con los riesgos geológicos internos. A continuación se compararán los procesos geológicos internos y externos y de ambos con los riesgos geológicos relacionados. Después, se presentan los principales principios geológicos (actualismo, horizontalidad y superposición de estratos, de superposición de acontecimientos geológicos, de sucesión faunística, de correlación estratigráfica, uniformismo, catastrofismo y neocatastrofismo). Con ellos se resolverán perfiles geológicos en los que poder aplicarlos para reconstruir la historia geológica. Para finalizar, se revisarán los principales acontecimientos geológicos y biológicos acaecidos a lo largo de la historia de la Tierra.

### **E. La Tierra en el universo**

Los contenidos propios de este bloque recogen el paradigma actual que explica el origen del Universo, del Sistema Solar y de la Tierra. A partir de ello, se establecerán las consecuencias físicas y químicas que condicionaron el origen de la vida. También se plantean las principales características que precisa el desarrollo de la vida conocida. Con ambas informaciones se presentará el paradigma actual sobre el origen de la vida. Por último, se revisarán algunas de las recientes novedades astrobiológicas y sus implicaciones en la búsqueda de vida extraterrestre.

## **III.5. Concreción de los saberes básicos, Biología y Geología, 4º de ESO**

### **A. Proyecto científico**

Potenciar el desarrollo de las prácticas científicas de forma transversal a través de los diferentes saberes básicos que se van a trabajar en 4º. Para ello, considerar aquellos contenidos que se trabajaron en 1º y 3º ESO, reforzarlos, y favorecer la autonomía del alumnado para ser capaz



de realizar experiencias y de comunicarlas a sus compañeros y compañeras, de tal forma que reconozca las fases de sus experimentos en base a la ciencia y a información verídica de forma precisa. Como es imposible trabajar en ciencia de forma independiente, deberá contemplarse el trabajo cooperativo y las investigaciones previas de científicas y científicos relevantes para la construcción de teorías y del conocimiento científico en el que nos apoyamos, incluyendo aspectos relacionados con ejemplos de descubrimientos concretos. Además de todo ello, se pide que en 4º el alumnado sea capaz de diseñar controles positivos y negativos y argumentar sobre su esencialidad para obtener resultados objetivos y fiables en un experimento.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica.</li> <li>– Estrategias para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas científicas: herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe, etc.).</li> <li>– Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización.</li> <li>– Controles experimentales (positivos y negativos): diseño e importancia para la obtención de resultados científicos objetivos y fiables.</li> <li>– Respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etc.) de forma adecuada y precisa.</li> <li>– Modelado para la representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.</li> <li>– Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales.</li> <li>– Métodos de análisis de resultados. Diferenciación entre correlación y causalidad.</li> <li>– La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. El papel de la mujer en la ciencia.</li> <li>– La evolución histórica del saber científico: la ciencia como labor colectiva, interdisciplinar y en continua construcción.</li> </ul>	<p>Para trabajar este bloque, atendiendo a los contenidos concretos que se realizan en 4º, podemos relacionarlo con la bioética y en concreto, con la ingeniería genética y sus aplicaciones biotecnológicas en medicina, medio ambiente, agricultura y ganadería.</p> <p>Para ello, proponemos un juego al alumnado en el que cada grupo va a adoptar un rol específico que tendrán que interpretar para actuar en relación con un problema dado, como es el uso de la ingeniería genética. El juego se basa en la argumentación fundamentada en datos que respalde la posición de cada uno de los actores que intervienen en la situación propuesta. Los grupos pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Científicos</li> <li>- Personas con enfermedades que mejorarían su calidad de vida utilizando la biotecnología.</li> <li>- Alcalde y concejales de la localidad</li> <li>- Grupo de personas con creencias religiosas que les impiden la utilización sustancias modificadas genéticamente,</li> <li>- Vecinos que confían en la medicina tradicional y no contemplan otras terapias.</li> </ul> <p>La situación podría ser: “En una localidad aragonesa (concretar) existe un elevado nº de personas con una enfermedad de origen genético (concretar). Los científicos han planteado realizar una investigación basada en la terapia génica. Esta situación ha creado polémica y malestar en la localidad y se solicita convocar un pleno en el que se puedan escuchar todas las voces”.</p> <p>Atendiendo a los diferentes grupos de personas involucrados, se puede asignar qué tipo de pruebas deberían aportar cada uno de ellos para justificar sus argumentos y establecer normas para el debate y la forma de argumentar.</p> <p>El debate puede formar parte de varias sesiones y dedicarle un breve periodo de tiempo en cada clase, para que los alumnos y las alumnas aporten pruebas sobre sus posiciones. E incluso pueden plantear algún experimento si lo consideran necesario.</p>

## B. Seres vivos - La célula

En este último curso de ESO, se ha de trabajar en la construcción de un modelo celular completando la información que aparecía en los cursos previos. Esto es a partir de la función biológica del ciclo celular, detallando las fases de la mitosis y la meiosis. Es recomendable avanzar en cada curso para que no se repitan contenidos, sino que se amplíen los modelos conforme se evoluciona en la Secundaria Obligatoria.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las fases del ciclo celular.</li> <li>– La función biológica de la mitosis, la meiosis y sus fases.</li> <li>– Destrezas de observación de las distintas fases de la mitosis al microscopio.</li> </ul>	<p>Los sucesos que tienen lugar en el núcleo podrían representarse de tal forma que el alumnado represente de forma macroscópica lo microscópico. Así, se plantea una teatralización de las fases de la mitosis y de la meiosis, para que se expliciten las diferencias entre ellas. De tal forma que cada par de estudiantes puede ser un cromosoma y el aula el núcleo. Esto no deja de ser un ejemplo de modelización utilizando otros métodos, que deberán ser debatidos y puestos en común para mejorar el modelo una vez construido.</p> <p>Se puede visualizar al microscopio si observamos las células de la raíz de la cebolla, por ejemplo.</p>

## C. Genética y evolución

En el bloque *Genética y evolución* se estudian las leyes y los mecanismos de herencia genética, la expresión génica, la estructura del ADN y las teorías más relevantes en relación con la evolución, así como la resolución de problemas donde se apliquen estos conocimientos.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modelo simplificado de la estructura del ADN y del ARN y relación con su función y síntesis.</li> <li>– Estrategias de extracción de ADN de una célula eucariota.</li> <li>– Etapas de la expresión génica, características del código genético y resolución de problemas relacionados con estas.</li> <li>– Relación entre las mutaciones, la replicación del ADN, el cáncer, la evolución y la biodiversidad.</li> <li>– El proceso evolutivo de las características de una especie determinada a la luz de la teoría</li> </ul>	<p>En este bloque se puede proponer crear modelos de los ácidos nucleicos tratando de expresar el modelo mental del alumnado, para que sea más fácil comprender las estructuras microscópicas y las funciones que realizan. Se les puede plantear realizar maquetas de ADN o ARN en material moldeable y que cada grupo grabe un vídeo breve explicando procesos como la transcripción o la traducción en la que se explique el fenómeno utilizando el modelo.</p> <p>Además, se puede extraer el ADN de fresas, guisantes, células del epitelio bucal... en el laboratorio de forma sencilla para que el alumnado visualice y manipule los ovillos de ADN. No obstante, ha de realizarse una reflexión posterior en la que se indique que ese ADN no está purificado y que no podemos verlo como aparece en los libros de texto ni en el modelo que han creado en la primera actividad porque</p>



<p>neodarwinista y de otras teorías con relevancia histórica (Lamarckismo y Darwinismo).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fenotipo y genotipo: definición y diferencias.</li> <li>– Estrategias de resolución de problemas sencillos de herencia genética de caracteres con relación de dominancia y recesividad con uno o dos genes.</li> <li>– Estrategias de resolución de problemas sencillos de herencia del sexo y de herencia genética de caracteres con relación de codominancia, dominancia incompleta, alelismo múltiple y ligada al sexo con uno o dos genes.</li> </ul>	<p>las técnicas necesarias para purificarlo no están a nuestro alcance en el laboratorio escolar, aunque sí podrían trabajarse de forma teórica.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### D. Dinámica de la Geosfera

Métodos de estudio del interior de la Tierra. Métodos directos e indirectos. Modelo geoquímico y geodinámico como síntesis del estudio del interior terrestre. Deriva Continental y Tectónica de Placas. Pruebas de ambas, efectos en la formación del relieve y en los riesgos geológicos internos. Geodinámica interna vs geodinámica externa: causas y consecuencias de ambas. Principios geológicos fundamentales (actualismo, horizontalidad y superposición de estratos, de superposición de acontecimientos geológicos, de sucesión faunística, de correlación estratigráfica, uniformismo, catastrofismo y neocatastrofismo). Aplicación en la interpretación de la historia geológica de perfiles geológicos con diferentes casuísticas. Historia geológica y biológica de la Tierra.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Relieve y paisaje: diferencias, su importancia como recurso, factores que intervienen en su formación y modelado.</li> <li>– Estructura y dinámica de la geosfera. Métodos de estudio.</li> <li>– Los efectos globales de la dinámica de la geosfera desde la perspectiva de la tectónica de placas.</li> <li>– Procesos geológicos externos e internos: diferencias y relación con los riesgos naturales. Medidas de prevención y mapas de riesgos.</li> <li>– Los cortes geológicos: interpretación y trazado de la historia geológica que reflejan mediante la aplicación de los principios de estudio de la historia de la Tierra (horizontalidad, superposición, intersección, sucesión faunística, etc.).</li> </ul>	<p>Se pueden introducir los métodos de estudio geofísicos con el conocimiento previo que el alumnado tiene sobre el campo magnético terrestre y qué materiales conocen que generen un campo magnético; también el que está adquiriendo sobre la gravedad y sus implicaciones en la densidad media calculada, comparándola con la densidad media medida en las rocas de la corteza. A lo largo de todo el tema es fundamental emplear material gráfico (bloques diagrama, vídeos, etc.) de calidad, pero conviene que el alumnado dibuje a mano los distintos bordes tectónicos, localizando procesos y estructuras. Los mapas también son fundamentales para visualizar el desplazamiento de las placas, la distribución de fosas, dorsales, vulcanismo, sismicidad, edad del fondo oceánico, etc.</p> <p>En la web del IGN se pueden visualizar los terremotos de los últimos 30 días y relacionarlos con los bordes de placas y en otras webs, se pueden visualizar todos los sismos recientes y relacionarlos con los límites tectónicos (<a href="http://ds.iris.edu/seismon/index.phtml">http://ds.iris.edu/seismon/index.phtml</a>)</p> <p>Para asentar las competencias relacionadas con la interpretación de perfiles geológicos conviene practicar con suficientes ejemplos en los que se presenten diversas casuísticas (tectónica, magmatismo, metamorfismo, discordancias, geodinámica externa).</p> <p>El estudio de la historia de la Tierra se puede consolidar mediante la visita guiada al Museo de CCNN de la Universidad de Zaragoza, Dinópolis, Museo de los Mares Paleozoicos, Museo Paleontológico de Galve, etc.</p>

#### E. La Tierra en el Universo

Origen del Universo: el *Big Bang*. Cronología en la formación de la energía, materia, estrellas y galaxias. Origen del Sistema Solar y de la Tierra. Explicación interpretativa sobre la estructura y características del Sistema Solar. Paradigma actual sobre el origen de la vida y evolución histórica. La astrobiología: objetivos e investigaciones.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– El origen del Universo y del Sistema Solar.</li> <li>– Componentes del Sistema Solar: estructura y características.</li> <li>– Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra.</li> <li>– Principales investigaciones en el campo de la astrobiología.</li> </ul>	<p>Se debería hacer una transposición didáctica del <i>Big Bang</i> adecuada para las competencias propias del nivel académico. El fin último es comprender la cronología y la distribución espacial de la materia, el origen de las estrellas y sistemas planetarios y su dinámica.</p> <p>La explicación sobre el origen del Sistema Solar debe relacionarse con las características observadas del mismo. Conviene incidir en la escasa excentricidad de las órbitas planetarias, al contrario de lo que se puede deducir de la mayoría de las ilustraciones de los libros, cosa que conduce a ideas alternativas sobre el origen de las estaciones. Por ello, se aconseja explicar con profundidad que la causa de las estaciones en la Tierra es la inclinación del eje de rotación y sus consecuencias (horas de luz a lo largo del año, intensidad de luz debido al filtro atmosférico según el ángulo de incidencia solar).</p> <p>Conviene hacer un recorrido histórico de las ideas sobre el origen de la vida y cómo la ciencia ha ido configurando el actual paradigma y sus posibles variantes.</p> <p>Puede ser útil reflexionar en las ideas de Lovelock sobre la relación entre la existencia de vida planetaria y la presencia de gases atmosféricos en desequilibrio químico, como herramienta astrobiológica.</p>



## IV. Orientaciones didácticas y metodológicas

### IV.1. Sugerencias didácticas y metodológicas

En Educación Secundaria el alumnado ya dispone de un bagaje de conocimientos previos con respecto a la educación científica. Al igual que en Infantil y Primaria, 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 del alumnado sobre los aspectos científicos que se trabajan en el aula, de tal modo que vea 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 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 alumnos y las alumnas 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 alumnos y las alumnas conocen los principios científicos siguiendo un guión. El siguiente nivel se refiere a la *indagación estructurada* en la que el profesorado plantea una pregunta para la que el alumnado no conoce la respuesta y se le proporciona un procedimiento para completar la indagación. En la *indagación guiada*, el profesorado proporciona al alumnado un problema que investigar, pero los métodos para resolverlos los elige el alumnado. Y, finalmente, en la *indagación abierta* el profesorado permite al alumnado 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 alumnado 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 alumnos y las alumnas 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 al alumnado 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 el alumnado comprenda la importancia de la ciencia en la vida cotidiana, que profundicen en cómo la gente usa la ciencia y que desarrolle la capacidad de ser consumidor 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 al profesorado 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 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 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. 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 *feedbacks* 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 las que también se puedan desarrollar aprendizajes procedimentales y que favorezcan una actitud positiva hacia la ciencia.

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 el alumnado, 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 el alumnado reflexione sobre qué ha aprendido, el modo en que ha 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 y compañeras, los científicos, 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 con 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.
- **Orientaciones para la evaluación formativa:** descripción de los instrumentos y procedimientos para evaluar tanto el aprendizaje del alumnado como la situación de aprendizaje diseñada.
- **Referencias bibliográficas:** Bibliografía relacionada con los materiales, la metodología o los recursos empleados.

#### **IV.4. Ejemplificación de situaciones de aprendizaje**

##### **Ejemplo de situación de aprendizaje 1: ¡En busca de los secretos vitales de las plantas!**

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

Esta actividad introduce al alumnado en las funciones vitales de una especie en concreto, lo que facilita el vínculo con su realidad cercana, favoreciendo un aprendizaje más significativo. Por un lado, aprovecha la oportunidad que ofrecen plantas de fácil cultivo en maceta, como el rábano, la cebolla o similares; desde la germinación de la semilla hasta su floración y recogida de nuevas semillas. Por otro lado, brindan la oportunidad de aplicar el desarrollo de un proyecto científico alrededor de las funciones vitales en una especie. Se trata, por tanto, de un proyecto de aprendizaje a partir de tres preguntas iniciales: ¿cómo se nutre tu planta?, ¿cómo se relaciona tu planta con su entorno? y ¿cómo se reproduce tu planta? Permitiendo a su vez que el alumnado plantee sus propias preguntas, formulará hipótesis y diseñará experimentos de laboratorio sencillos que le permitan comprobar y contrastar sus hipótesis, de forma que a través de su planta consigan conocer con sus respuestas las funciones vitales de los seres vivos.

###### **Objetivos didácticos:**

- Plantear preguntas e hipótesis en relación a la nutrición, relación y reproducción vegetal que puedan responder o contrastar con prácticas científicas sencillas.
- Reconocer la célula eucariota vegetal como unidad estructural y funcional de las plantas.
- Diseñar experimentos sencillos que les permitan conocer los procesos básicos involucrados en las funciones vitales en plantas.
- Adquirir destrezas de laboratorio asociadas al uso de instrumental específico como lupas binoculares y microscopios.
- Diferenciar y clasificar plantas mediante el uso de claves dicotómicas sencillas, guías, herramientas digitales u otros materiales de consulta.
- Adquirir estrategias en el registro de los datos observados y las metodologías empleadas.
- Cooperar en grupos de trabajo en la construcción del conocimiento a partir de sus resultados experimentales.

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

Se trabajan las cuatro primeras competencias específicas de la materia, es decir: CE.BG.1, CE.BG.2, CE.BG.3 y CE.BG.4.

En este proyecto se ven involucrados los saberes básicos de dos bloques: el bloque A, el Proyecto científico, y el bloque D, el de los Seres Vivos -La célula. Los saberes que se usan del bloque "Proyecto científico" están relacionados con la formulación de preguntas e hipótesis, así como el uso de herramientas digitales específicas en la recogida de datos y su análisis y posterior difusión y la experimentación con instrumentos de laboratorio para encontrar respuestas a sus



cuestiones científicas. Respecto al bloque de “Seres vivos - La célula”, constatar la célula eucariota vegetal como la unidad estructural y funcional de plantas de su entorno mediante el uso del microscopio y la lupa binocular y las destrezas asociadas a su uso. Vincular los resultados con las funciones vitales de las plantas y, por ende, de todos los seres vivos. Junto con estrategias de reconocimiento de especies vegetales como guías, claves dicotómicas, herramientas digitales o aplicaciones de móvil o tablet.

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

Esta actividad tiene conexión con competencias específicas de la Tecnología y la Digitalización, pues ayuda al alumnado a aprovechar recursos de ámbito digital para optimizar los resultados de su proyecto, analizando y dando difusión a sus resultados. También con Educación Plástica, Visual y Audiovisual, converge en la selección y puesta en práctica de herramientas, destrezas y técnicas de representación visual y plástica que mejor se adapten a su producto final. A su vez, como en Lengua Castellana, el alumnado se ejercita en su capacidad de comprensión e interpretación de documentos escritos o audiovisuales y en habilidad para producir textos escritos o expresar sus argumentos u opiniones con fluidez, coherencia, cohesión y usando el vocabulario adecuado al contexto formal de un proyecto científico.

Y, por último, con las Matemáticas, ya que el alumnado debe reconocer situaciones susceptibles de ser abordadas en términos matemáticos recogiendo los datos con tablas y gráficos. Formular y comprobar conjeturas sencillas dando valor al razonamiento y a la argumentación para generar conocimiento. Utilizar el pensamiento computacional, por ejemplo, mediante una hoja de cálculo, para reconocer patrones o tendencias en los datos experimentales recogidos.

### **Descripción de la actividad:**

Se establece como proyecto el estudio de una especie vegetal por grupo de trabajo, como *Raphanussativus*, de la Familia de las brassicáceas, o como la cebolla o alguna especie de planta que sea relevante para el alumnado. Es recomendable que se trate de una especie de desarrollo rápido (unas 6 a 8 semanas), durante todo el año. También sería factible alguna especie fácilmente observable en el entorno o en el patio escolar.

Se propone, por grupos, hacer preguntas sobre la vida de esa especie en concreto, propiciando cuestiones del tipo: *¿De qué están hechas las plantas?*, que permitiría trabajar las partes de la planta, así como su constitución celular y con ello, la introducción al uso de la lupa binocular y del microscopio. Y preguntas del tipo: *¿Cómo se relacionan las plantas con el entorno?*, *¿Cómo consiguen sus nutrientes?* y, por último, *¿Cómo se reproducen?* Puede proporcionarse al alumnado acceso a información de base que les permita establecer hipótesis e incluso diseñar sencillos experimentos que les permitan comprobar en su planta la respuesta a esas cuestiones. La germinación de las semillas les permitirá experimentar con el geotropismo y el fototropismo. La observación de raíces a la lupa binocular les mostrará los sistemas de absorción de agua y sales minerales del suelo. Triturar algunas hojas con alcohol, les permitirá hacer una sencilla separación de pigmentos fotosintéticos con papel de filtro. Durante la floración, podrán estudiar las estructuras de la flor en la lupa binocular e introducir así materiales como las pinzas metálicas o las agujas enmangadas o el dibujo como herramienta complementaria al registro de lo observado. Se puede culminar la fase experimental con la introducción de una planta nueva, una insectívora, que ofrece una variación interesante a la nutrición o incluso una fresonera que ofrece una alternativa interesante a la reproducción asexual por estolones.

El alumnado puede descubrir el nombre de su planta a través de sencillas claves dicotómicas preparadas para la ocasión. También es interesante ofrecer al alumnado aplicaciones de móvil o tablets para la identificación mediante imagen, como *PlantNet*. Se les puede sugerir buscar, a través de guías de naturaleza o páginas web, más información sobre esa especie. Y, como producto final, pueden elaborar una exposición con la especie que han trabajado y todo lo que han descubierto sobre ella. Con difusión a través de medios propios, prensa local o redes sociales.

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

El alumnado construirá su conocimiento mediante estructuras de aprendizaje cooperativo, que afianzan las responsabilidades individuales y la cooperación entre iguales, y el aprendizaje basado en proyectos, que permite trabajar sobre objetivos claros, se incorporan la iniciativa, el pensamiento crítico y las prácticas científicas en un entorno próximo y concreto del alumnado en el aula y en el laboratorio. La cooperación en grupo enriquecerá el proyecto favoreciendo el planteamiento de preguntas y la formulación de hipótesis. La actividad fomentará la



adquisición de rigor en la recogida de sus observaciones y registro de datos a través de herramientas digitales, así como el análisis de sus resultados para responder a sus preguntas en mayor o menor medida.

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

Se trata de un proyecto que permite al alumnado tener iniciativa en el desarrollo de su investigación, por lo que se podrán adaptar documentos de consulta, soporte informático o nivel de ayuda del profesorado en función de la diversidad del alumnado. Por ejemplo, material de consulta a diferentes niveles de profundidad de modo que el alumnado puede utilizar aquel en el que se encuentre más cómodo, respetando así los ritmos de aprendizaje de cada estudiante.

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

Es recomendable el uso de rúbricas claras que permitan al alumnado reconocer los parámetros que se le evalúan durante todo el proceso de aprendizaje, así como la coevaluación entre los componentes de cada grupo cooperativo. Se debe poner en valor su capacidad de cooperación, su iniciativa, su nivel de compromiso y el respeto al trabajo y a las opiniones de sus compañeros y compañeras de clase. Se recomienda, del mismo modo, evaluar sus destrezas en el laboratorio y en el manejo de instrumental específico, así como el grado de adquisición de los saberes básicos.

### **Ejemplo de situación de aprendizaje 2: ¡Esto es la leche!**

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

La leche es un alimento común en nuestra cultura, tanto para su consumo directo en el desayuno o con el café como en la elaboración de derivados lácteos y de muchísimas recetas de cocina que la precisan. Está por tanto muy arraigado en nuestro entorno y por ello podemos utilizarlo para trabajar diferentes aspectos que tienen que ver con ella: cómo se produce y su relación con el bienestar animal, los diferentes tipos de leches, preparados y derivados lácteos, el etiquetado de los productos, o la intolerancia a la lactosa.

La situación de aprendizaje que se presenta puede plantearse en 3º ESO en cualquier momento del curso, por lo que no es preciso haber impartido contenidos previamente para su desarrollo, sino que esta situación va a complementar lo que se trabaje en los diferentes apartados de saberes básicos, y conforme se vayan revelando se puede hacer referencia a lo que ya conocen en aplicaciones prácticas de este estilo.

Se plantean grupos de trabajo de 3-4 estudiantes para resolver las cuestiones considerando el trabajo cooperativo.

#### **Objetivos didácticos:**

- Comprender cómo se produce la leche de vaca y cuáles son las características nutricionales de este alimento.
- Reconocer la importancia del bienestar animal en las explotaciones ganaderas para tener un consumo responsable y sostenible.
- Diferenciar distintos tipos de leches en base a su composición natural y a los ingredientes añadidos artificialmente para enriquecer el producto, valorando las ventajas y desventajas de los mismos.
- Entender qué significa la información nutricional y el resto de leyendas que aparecen en los envases.
- Considerar por qué se produce la intolerancia a la lactosa en las personas y la repercusión que puede tener en el contexto en el que vivimos.

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

*A priori* puede parecer que esta situación de aprendizaje encajaría en el bloque E de “hábitos saludables”, por utilizar en su desarrollo un alimento (la leche) y tener que ver con uno de los saberes relacionados con la dieta. No obstante, se involucran otros tantos saberes que se enumeran a continuación:

Bloque A: Formulación de preguntas, hipótesis y conjeturas científicas. // Estrategias de utilización de herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe...).



Bloque B: Valoración de la importancia de los hábitos sostenibles.

Bloque D: Resolución de cuestiones y problemas prácticos aplicando conocimientos de fisiología y anatomía de los principales sistemas y aparatos del organismo implicados en las funciones de nutrición, relación y reproducción.

Bloque E: Identificación de los elementos y características propios de una dieta saludable y análisis de su importancia. // Valoración del desarrollo de hábitos encaminados a la conservación de la salud física, mental y social (higiene del sueño, hábitos posturales, uso responsable de las nuevas tecnologías, ejercicio físico, control del estrés...).

Bloque F: Análisis de los mecanismos de defensa del organismo frente a agentes patógenos (barreras externas y sistema inmunitario) y su papel en la prevención y superación de enfermedades infecciosas.

Competencias clave: CCL2, CCL3, STEM 3, STEM 4, STEM 5, CD 1, CPSAA2, CPSAA3, CC3.

Competencias específicas: CE.BG.1, CE.BG.2, CE.BG.4, CE.BG.5.

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

Esta actividad puede tener conexión con la asignatura “Valores cívicos y éticos” en concreto con las CE.EVCE.3 y CE.EVCE.4; y también con la asignatura “Tecnología y digitalización”, en la CE.TD.1.

### **Descripción de la actividad:**

Se comienza la actividad con una cuestión: *¿En qué condiciones producen leche las vacas lecheras?* En ocasiones los alumnos y las alumnas no se habían parado a pensar que la vaca (como el resto de mamíferos) tiene que estar en periodo de lactación para poder dar leche. Es por ello que se introduce en este momento el ciclo de lactación de las vacas para comprender cómo se obtiene la leche, y también se hace referencia al bienestar animal, en relación a la calidad de vida de las vacas y a la importancia de que en este proceso se contemplen al menos las 5 libertades de los animales: libres de hambre y malnutrición, libres de enfermedades, libres de agresiones físicas, libertad para expresar sus comportamientos naturales de la especie, y libres de miedo o estrés (Broom, 1986).

A continuación, presentamos distintos tipos de leches que podemos encontrar en el mercado. Pueden contemplarse los siguientes: leche entera/semidesnatada/desnatada; leche sin lactosa; leches enriquecidas (con nutrientes propios de la leche: calcio, vitamina D); preparados lácteos (leche enriquecida con otros nutrientes que no son propios de la leche: omega 3, fibra, jalea real...); leches vegetales (de soja, de avena, de arroz...). Se puede decir a cada estudiante/grupo que traiga una caja de leche diferente o bien conseguirlas por otros medios. De esta forma nos da lugar a discutir: 1) los diferentes tratamientos térmicos que se pueden aplicar a la leche. Se comenta con los alumnos y las alumnas la importancia de estos tratamientos a la hora de destruir todos los agentes microbianos patógenos causantes de enfermedades que afectan al ser humano, y también de disminuir la carga de aquellos que pueden afectar a la calidad de la leche y sus subproductos. En relación con esto, se les pide a los alumnos y las alumnas que comenten con sus compañeros y compañeras *por qué creen que se estropean los alimentos cuando pasa cierto tiempo desde su producción* (vida útil). Se puede plantear una experiencia que compruebe las hipótesis de los alumnos y las alumnas. Pero esta sería otra actividad.

Con las muestras de leche que tenemos proponemos:

- Analizar las etiquetas. Ver la información nutricional y entender qué significa. ¿Aparece información complementaria? ¿En relación a qué? (leyendas del tipo “alto contenido en calcio”, “bajo contenido en grasa”, o bien, modo de empleo, ingredientes, etc.). Discutir qué nos aporta cada tipo de leche y si es apropiado o no incluir la leche en la dieta. Valorar las alternativas a la leche.
- Observar las características organolépticas de la leche: distribuir las leches en vasitos numerados, de tal forma que no sepan cuál es cuál. Valorar la intensidad del olor, sabor, color, textura, percepción personal... Comparar con las leches que suelen tomar ellos. Considerar otras variables como por ejemplo distintos tipos de marcas que saben distinto.



Una vez analizados los productos *in situ*, preguntamos a los alumnos y las alumnas si conocen a alguien que tenga intolerancia a la lactosa y qué significa. Se les plantea en primer lugar que representen qué es la lactosa. Pueden realizar un dibujo o una pequeña maqueta incluso que les permita obtener un modelo de un disacárido como este, que se divide en dos monosacáridos (glucosa y galactosa) durante su proceso de digestión. Para finalizar se les plantea resolver el caso siguiente: *¿por qué en muchos países del mundo ser intolerante a la lactosa es normal en adultos, y en otros, como en España, aunque también hay intolerantes, muchas personas tienen la capacidad de digerir la lactosa en la adultez?*

La actividad podría finalizar con la elaboración de yogur, utilizando leche y yogures. De esta manera podríamos introducir los microorganismos y su aportación (positiva) en el caso de la industria alimentaria.

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

El alumnado construirá su conocimiento mediante estructuras de aprendizaje cooperativo, que afianzan las responsabilidades individuales y la cooperación entre iguales. Es fundamental el desarrollo del pensamiento crítico a través de las prácticas científicas en una propuesta que engloba distintos saberes que se plantean en una situación de aprendizaje real, en la que el alumnado valora elementos de su vida diaria para su mejor comprensión desde el punto de vista de la Biología. De esta manera, se pretende que el alumnado adquiera un aprendizaje significativo ya que se presenta una aplicación práctica y real de los saberes que componen la asignatura, desde una perspectiva integradora y sistémica.

Las prácticas científicas que se trabajan son: 1) La indagación: resolución de cuestiones para entender fenómenos (por ejemplo, al plantear: *¿En qué condiciones producen leche las vacas lecheras?* Los alumnos y las alumnas tienen que entender el ciclo de lactación, y para ello, buscar información sobre lo que ocurre en el proceso de la lactancia y relacionarlo con el problema planteado). 2) Modelización: por ejemplo, a la hora de expresar su modelo mental de disacárido (lactosa), bien en el papel, en la pizarra, o con elementos como la plastilina. 3) Argumentación: está presente a la hora de argumentar la cuestión referida a la intolerancia a la lactosa. Se deben basar en la interpretación de datos concretos.

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

La actividad permite la integración de todo el alumnado, ya que plantea sus opiniones y sus observaciones en base a su experiencia. Con respecto a la búsqueda de información se pueden facilitar documentos o enlaces que resulten menos complejos en cuanto a su comprensión. La organización de los grupos en función de las diferencias que presente el alumnado es algo a considerar para poder asignar roles en el grupo y que cada persona aporte en el sentido que mejor se adapte a sus capacidades.

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

Es recomendable el uso de rúbricas que permitan al alumnado reconocer los criterios que se van a evaluar durante todo el proceso de aprendizaje. Se debe poner en valor su capacidad de cooperación, su iniciativa, su nivel de compromiso y el respeto al trabajo y a las opiniones de sus compañeros y compañeras de clase. Se recomienda, del mismo modo, evaluar las destrezas que se desarrollan a lo largo de la situación de aprendizaje propuesta, en base a las competencias específicas trabajadas durante las sesiones.

### **Ejemplo de situación de aprendizaje 3: Viaje al centro de la Tierra en un rollo de papel higiénico**

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

Esta situación de aprendizaje está basada en el trabajo de Ejarque et al. (2016). A través de ella se aborda una idea alternativa que suele estar presente entre el alumnado como es el sobredimensionamiento de la corteza terrestre. Para ello, en primer lugar, se puede realizar una evaluación inicial al alumnado sobre cuestiones relacionadas con la estructura de la geosfera. Y después, se pedirá al alumnado que represente un modelo analógico de las capas internas de la tierra, de forma proporcional a su tamaño real, utilizando un rollo de papel higiénico. Con este material podemos realizar una representación a una escala mayor a la que encontramos en los libros de texto o en los dibujos de la pizarra. Esto permitirá al alumnado observar la diferencia entre la corteza terrestre y el resto de las capas, y ser



conscientes de lo que el hombre ha podido llegar a explorar sobre el interior de la Tierra mediante la toma de muestras directas.

Se plantean grupos de trabajo de 3-4 estudiantes para realizar la actividad apreciando las ventajas que ofrece el trabajo cooperativo.

#### **Objetivos didácticos:**

- Conocer las ideas previas/alternativas del alumnado con respecto a las capas de la Tierra.
- Representar un modelo a escala de las distintas capas de la Tierra sobre el papel higiénico.
- Situar algunas de las discontinuidades y elementos concretos como la perforación más profunda realizada por el hombre, que suelen aparecer en los modelos de los libros de texto.
- Comparar las ideas previas con el modelo analógico elaborado.
- Reflexionar sobre por qué se sobredimensiona la corteza frente al manto.
- Establecer hipótesis sobre la capa de procedencia del magma de los volcanes y buscar información que dé respuesta a esta cuestión, basándose en información de fuentes fiables, y tratando de relacionarlo con la erupción volcánica del Cumbre Vieja (2021).

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

Esta situación de aprendizaje encajaría en el bloque D de “Dinámica de la Geosfera”: Análisis de la estructura y dinámica de la geosfera y de los métodos de estudio de estas. Además, podemos considerar en esta actividad saberes del Bloque A: Formulación de preguntas, hipótesis y conjeturas científicas. // Estrategias de utilización de herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe...).

Competencias clave: CCL1, CCL2, CCL3, STEM 2, STEM3, STEM4, CD1, CPSAA3, CC4, CE1, CCEC4.

Competencias específicas: CE.BG.1, CE.BG.2, CE.BG.5, CE.BG.6.

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

Esta actividad puede tener conexión con la asignatura “Geografía e Historia” en concreto con las CE.GH.1; CE.GH.2 y CE.GH.4; y también con la asignatura “Tecnología y digitalización”, en la CE.TD.1.

#### **Descripción de la actividad:**

Se comienza la actividad con una evaluación inicial en la que se pide al alumnado que dibuje un esquema de las capas de la Tierra y a continuación se analizan los dibujos a través de preguntas como: *¿cuál es la capa que ocupa un mayor volumen de la Tierra?*

A continuación, se pide a los alumnos y las alumnas que construyan su modelo de las capas de la Tierra, siguiendo tanto el modelo geoquímico como el geodinámico, y marcando las discontinuidades de Mohorovicic, de Gutenberg y de Lehman, así como la perforación más profunda realizada por el hombre (12km) y la profundidad media de una cámara magmática profunda (70-100 km). Como el modelo tiene que ser a escala, les comentamos al alumnado que cada hoja del rollo de papel representa 100 km.

Una vez tengan los modelos, cada grupo pegará en la pizarra el comienzo de su papel y lo extenderá a lo largo de toda la clase para poder comparar los de los compañeros y compañeras. También se contrastarán con los modelos iniciales que dibujaron sobre las capas de la Tierra en la evaluación inicial. En este ejercicio de comparación, reflexionamos por qué se equipara el grosor de la corteza y del manto terrestres siendo que en realidad éste es muy distinto.

Para finalizar tratamos de acercar el tema al alumnado valorando noticias de actualidad como, por ejemplo, la erupción del Cumbre Vieja en La Palma (2021). Al ser una noticia que han podido seguir recientemente en distintos medios, el alumnado dispondrá de más información al respecto y se verán más motivados a seguir indagando en el tema. Por ello, les preguntamos *¿de qué capa procede el magma que expulsan los volcanes? ¿cómo se produjo la erupción en el Cumbre Vieja en Canarias?*



El alumnado trabajará en sus grupos originales para plantear sus hipótesis y posteriormente buscar información sobre este fenómeno y exponerlo oralmente al resto de la clase, argumentando según sus fuentes.

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

El alumnado construirá su conocimiento mediante estructuras de aprendizaje cooperativo, que afianzan las responsabilidades individuales y la cooperación entre iguales. Es fundamental el desarrollo del pensamiento crítico a través de las prácticas científicas en una propuesta que engloba distintos saberes que se plantean en una situación de aprendizaje real, en la que el alumnado valora elementos de su vida diaria para su mejor comprensión desde el punto de vista de la Geología. De esta manera, se pretende que el alumnado adquiera un aprendizaje significativo ya que se presenta una aplicación práctica y real de los saberes que componen la asignatura, desde una perspectiva integradora y sistémica.

Las prácticas científicas que se trabajan son: 1) Modelización: por ejemplo, a la hora de representar su modelo mental de las capas de la Tierra utilizando papel higiénico y reflexionando posteriormente al comparar su modelo con el previo (de la evaluación inicial) y también con el de sus compañeros y compañeras. De esta forma, completamos el modelo con su evaluación y mejora tras el proceso de expresión del modelo inicial. 2) Indagación: resolución de cuestiones para entender fenómenos (por ejemplo al plantear cuestiones que relacionan las capas de la Tierra y los volcanes: Los alumnos y las alumnas tienen que entender cómo se distribuyen las capas de la Tierra y desde dónde asciende la lava de los volcanes y para ello, buscar información en concreto sobre un fenómeno de actualidad como es la erupción del Cumbre Vieja para relacionarlo con el problema planteado atendiendo al contenido curricular que se está trabajando).

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

La actividad permite la integración de todo el alumnado a través del trabajo en grupo cooperativo. La organización de los grupos en función de las diferencias que presenten es algo a considerar para poder asignar roles en el grupo y que cada persona aporte en el sentido que mejor se adapte a sus capacidades. Con respecto a la búsqueda de información se pueden entregar documentos o enlaces que faciliten la comprensión del fenómeno.

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

Es recomendable el uso de rúbricas que permitan al alumnado reconocer los criterios que se van a evaluar durante todo el proceso de aprendizaje. Se debe poner en valor su capacidad de cooperación, su iniciativa, su nivel de compromiso y el respeto al trabajo y a las opiniones de sus compañeros y compañeras de clase. Se recomienda, del mismo modo, evaluar las destrezas que se desarrollan a lo largo de la situación de aprendizaje propuesta, en base a las competencias específicas trabajadas durante las sesiones.

## **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.
- Broom, D.M. (1986). Indicators of poorwelfare. *British Veterinary Journal*, 142, 524-526.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M.P. Jiménez Aleixandre (coord.): Enseñar ciencias, 95-118. Barcelona: Graó.
- Cañal, P., García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, M. (2016). Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria. Madrid: Paraninfo.
- 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.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de Ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework 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.
- 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.
- Pujol, R. M. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Ed. 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.
- Tunncliffe, S.D., y Ueckert, C. (2011). Early biology: the critical years for learning. *Journal of Biological Education*, 45(4), 173-175.
- 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.